

TRABAJO DE TESIS

GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE GRAVEDAD
Construcción de una visión de Universo

Autor

NÉSTOR CAMINO

Directora: Dra. Celia DIBAR

Co-Directora: Dra. Ana DUMRAUF

Título

DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN [©]

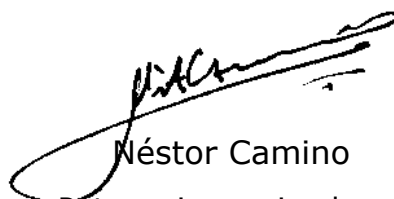
FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

[©] La Tesis fue presentada en noviembre de 2005 y defendida el 12 de octubre de 2006 en la FHCE. El Jurado estuvo integrado por los Doctores Celia Agudo, Ángel Plastino y José Antonio Castorina, quienes expresaron que "el trabajo constituye un aporte interesante y significativo al campo de la fundamentación de la didáctica de las ciencias naturales". La Tesis fue calificada con la nota de 10 (diez) sobresaliente, con recomendación de publicación.

DEDICATORIA

Esta Tesis está dedicada a todos aquellos que, como yo mismo, nos reconocemos humildes "limpiadores de paradigma" (en palabras de Thomas Kuhn) y, siendo concientes de ello, somos felices con nuestro puesto de trabajo, intentando día tras día superar las dificultades no sólo del entorno académico, institucional, económico y social sino, y fundamentalmente, del psicológico y afectivo propios para seguir buscando nuestros sueños, para ser cada día mejores y así contribuir a que la Comunidad (la humana, no sólo la científica) de la que somos parte sea más plena.



Néstor Camino

Esquel, Patagonia, noviembre de 2005.

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que me ayudaron en el largo camino recorrido para lograr elaborar esta Tesis de doctorado.

A todos ellos les quiero agradecer su paciencia, su confianza y su silenciosa compañía, todas ellas señales de virtudes no comunes en esta época.

- A la Dra. **Celia Dibar**, porque me acompañó y alentó siempre confiando en mis ideas, con un afecto que nos une más allá de lo académico.
- A la Dra. **Ana Dumrauf**, porque, yendo mucho más allá de nuestra amistad y de visiones comunes en la investigación en Educación en Física, aceptó el desafío de codirigir un proceso muy complejo tanto desde lo académico como desde lo afectivo, permitiéndome así concretar esta "aventura doctoral".
- A la Dra. **Dominique Colinvaux**, por dar siempre lo mejor de sí para ayudar a otros con su rigurosidad, afecto, confianza y generosidad.
- Al Dr. **Hugo Hamity**, por su permanente apoyo y por habernos brindado un Seminario profundo, difícil y sobre todo divertido, compartiendo nuestra pasión por aprender y conocer.
- Al Dr. **Eduardo Flichman**, porque ha sido siempre alguien en quien pude confiar, de quien he aprendido muchísimo, y fundamentalmente porque en él pienso para levantarme cuando siento que todo pierde sentido y que el dolor no me deja seguir. Su muerte a mediados de este año representa una pérdida enorme para aquellos que lo quisimos y admiramos.
- Al Dr. **Guillermo Boido**, por su apoyo y guía en el estudio de la historia del concepto de gravedad.
- A la Dra. **Nicoletta Lanciano**, por su afecto, por sus enseñanzas, y por su ayuda constante materializada, por ejemplo, en la invitación a compartir su trabajo en Roma, conciente de que ello me facilitaría realizar valiosas búsquedas y establecer nuevas relaciones.
- A la Dra. **Enrica Giordano**, por su apoyo y críticas a las primeras versiones de la Tesis y por su ayuda en la búsqueda de bibliografía.
- Al Prof. **Diego Petrucci**, por su ayuda en las muchas búsquedas bibliográficas realizadas "por aquí y por allá".
- A la **Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación** de la Universidad Nacional de La Plata, porque me dio la posibilidad de realizar mis estudios de postgrado aceptando que un egresado de los antiguos Profesorados de Correlación comenzara a transitar caminos antes destinados únicamente a los egresados de las carreras clásicas de la Facultad.
- A los **Responsables y Miembros de la Secretaría de Postgrado de la Facultad** durante el tiempo que duró mi Tesis, especialmente a **Dr. Julio Moran, Prof. Ricardo Ribas, Prof. María Laura Lenzi, Prof. Miguel Dalmaroni, Prof. Guillermo Banzatto, Prof. Margarita Merbilhá, y Dra. Gloria Chicote**, porque me brindaron su atención concientes de facilitarle el proceso a alguien que intentaba algo muy difícil viviendo a dos mil kilómetros de la Facultad.
- A los muchos **docentes, chicos y personas** que me ayudaron brindándose para realizar entrevistas.

- A la **Comunidad de Esquel**, porque en veinte años de vida aquí he recibido constantemente muchísimo afecto y apoyo, especialmente en lo que hace a la Plaza del Cielo y a los distintos proyectos de Didáctica de la Astronomía que hemos realizado. Sin ese apoyo constante, aquellos sueños nunca hubieran podido ser la realidad que hoy son.
- A mis **compañeros del proyecto de investigación "Núcleos semánticos y aprendizaje de la Física básica. Desarrollo de instrumentos de evaluación para fines didácticos"**, porque compartí con ellos bibliografía, charlas y sensaciones a lo largo de la etapa final de esta Tesis.
- Al **Dr. Juan Manuel Martínez**, porque después de casi veinte años de trabajar juntos, intensamente, para construir un ámbito de Investigación en la Educación en Física en Esquel todavía seguimos soñando. A él también quiero agradecerle por haber leído y criticado algunas partes de la Tesis.
- A **mis padres, Lilia y Néstor**, porque aún hoy les debo y agradezco lo mucho que me dieron.
- A **Euge, Joaqui y Fran**, mis hijos, porque siempre son una fuente de agua fresca.
- A **Carli y Mariano**, porque son como mis hijos.
- A **Cris**, porque nos queremos, porque estamos aprendiendo a compartir nuestras búsquedas y porque además somos compañeros en el amor por la Educación, por el Cielo y por la Patagonia. A Cris también le debo haber hecho fácil el camino de volcar los datos de las encuestas y muchas de las transcripciones de las entrevistas, y haber leído y criticado algunas partes de la Tesis.

Néstor Camino, Esquel, Patagonia, noviembre de 2005.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	02
AGRADECIMIENTOS.....	03
CAPÍTULO 0: Presentación general de la Tesis.....	09
0.1. Introducción.....	10
0.2. Motivación para la elección del tema de Tesis.....	11
0.3. Justificación y proyección del tema de investigación.....	12
0.4. Estructura de la Tesis.....	13
<u>PRIMERA PARTE: DE LOS FUNDAMENTOS</u>	
CAPÍTULO 1: “Estado del Arte” de la Investigación en Educación relacionada al concepto de “gravedad”.....	16
1.1. “Estado del arte” correspondiente al período 1976-2005.....	17
1.1.1. Evolución histórica de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales.....	17
1.1.2. Historia de la investigación educativa sobre el concepto de gravedad.....	19
1.1.2.1. Breve descripción del trabajo de Joseph Nussbaum.....	21
1.1.3. Análisis de la Bibliografía Específica consultada para esta Tesis.....	23
1.1.4. Principales líneas de investigación sobre el concepto de gravedad.....	25
1.1.4.1. Línea de trabajo relacionada a Joseph Nussbaum.....	26
1.1.4.2. Línea de trabajo relacionada a Matilde Vicentini.....	26
1.1.4.3. Otros trabajos de investigación.....	27
1.1.4.4. Línea de trabajo relacionada a Igal Galili.....	27
1.1.4.5. Línea de trabajo relacionada a Stella Vosniadou.....	28
1.1.4.6. Tesis de postgrado relacionadas al concepto de gravedad.....	29
1.1.5. Sobre las metodologías utilizadas en los trabajos analizados.....	30
1.1.6. Comentario final sobre el análisis de la bibliografía estudiada.....	31
CAPÍTULO 2: Paradigmas, visiones de mundo y representaciones sociales.....	35
2.1. Los “paradigmas” de Thomas Kuhn.....	36
2.2. La “visión de mundo” de William Cobern.....	42
2.2.1. El significado del término “visión de mundo”.....	42
2.2.2. Características básicas de una “visión de mundo”.....	42
2.2.3. Las características del concepto de visión de mundo según Cobern.....	43
2.2.4. El modelo lógico-estructural de Michael Kearney.....	44
2.2.5. Descripción de los universales de Kearney.....	45
2.2.6. La integración de los universales.....	47
2.2.7. La dinámica del modelo de visión de mundo.....	48
2.2.8. Las funciones de una visión de mundo.....	50
2.2.9. Sobre la “invisibilidad” de las visiones de mundo.....	50
2.2.10. La teoría de visión de mundo y la investigación en enseñanza de las ciencias.....	51

2.3. Sobre las "representaciones sociales" de Serge Moscovici.....	52
2.3.1. Definición del concepto de "representación social".....	52
2.3.2. Condiciones para la emergencia de una representación social.....	54
2.3.3. Dimensiones de las representaciones sociales.....	54
2.3.4. Los efectos de una representación social.....	55
2.3.5. Dinámica de una representación social.....	57
2.3.6. Procesos de la representación.....	59
2.3.7. La imputación de realidad en las representaciones sociales.....	61
2.3.8. Las representaciones sociales como teoría genética.....	62
2.3.9. Procedencia de la información en una representación social.....	63
2.3.10. Las representaciones sociales y la educación en ciencias.....	64
CAPÍTULO 3: El concepto de "concepto".....	67
3.1. El concepto de "concepto" en las teorías de Piaget, Vygotsky y Ausubel.....	68
3.2. Otras búsquedas de una definición de "concepto".....	72
3.3. A modo de síntesis: un "concepto" para la Tesis.....	74
CAPÍTULO 4: El concepto de "gravedad".....	76
4.1. Evolución histórica del concepto de gravedad.....	77
4.2. La física de la gravedad en Newton y Einstein.....	80
<u>SEGUNDA PARTE: DE LA INVESTIGACIÓN</u>	
CAPÍTULO 5: Diseño de la Investigación.....	86
5.1. Elección de la metodología de investigación.....	87
5.2. Hipótesis de trabajo.....	89
5.3. Objetivos de la investigación.....	89
5.4. Diseño del Protocolo de entrevistas.....	90
5.5. Descripción de la Muestra.....	91
5.6. Aportes de la presente Tesis.....	93
CAPÍTULO 6: Análisis y discusión de los resultados de la investigación.....	97
6.1. Las categorías de análisis a partir del modelo de Kearney.....	98
6.2. Sí-Mismo.....	100
6.2.1. Lo que se siente de la gravedad.....	100
6.2.2. El propio cuerpo como sistema de referencia espacial.....	103
6.2.3. La gravedad en la interacción social.....	104
6.3. Lo-Otro.....	108
6.3.1. Las características esenciales de la gravedad.....	108
6.3.2. El medio socio cultural en la construcción de una visión de mundo gravitacional.....	109

6.4. Clasificación.....	109
6.4.1. Clasificación de las características físicas	
esenciales de la gravedad en los entrevistados.....	110
6.4.1.1. Lo que hace la gravedad (sus efectos).....	111
6.4.1.2. Algo que tienen los objetos.....	111
6.4.1.3. La gravedad como algo posible de ser manejado a voluntad.....	112
6.4.2. Clasificación de las influencias	
socio culturales vividas por los entrevistados.....	113
6.4.2.1. La influencia de la enseñanza formal.....	113
6.4.2.2. La influencia de la "autoridad" como imputación de realidad.....	115
6.4.2.3. La influencia de los medios	
masivos de difusión (diarios, televisión, etc.).....	116
6.5. Causalidad.....	121
6.5.1. La MASA como causa de la gravedad.....	121
6.5.2. Algún centro como origen de las atracciones.....	122
6.5.3. La atmósfera como causa de la gravedad.....	124
6.5.4. La rotación del planeta como causa de la gravedad.....	126
6.6. Relación.....	127
6.6.1. La relación Gravedad-Peso.....	127
6.6.2. La relación Gravedad-Luz.....	129
6.6.3. La relación Gravedad-Vida.....	130
6.6.4. La relación Gravedad-Orden.....	131
6.7. Espacio.....	132
6.7.1. Las perspectivas Local y Espacial para concebir la gravedad terrestre.....	132
6.8. Tiempo.....	137
6.9. Primeras conclusiones sobre las visiones de mundo relevadas.....	139
6.10. Las visiones de mundo en funcionamiento: análisis de situaciones concretas.....	140
6.10.1. <u>Situación Física 1</u> : Soltar una piedra, en distintos entornos espaciales.....	141
6.10.1.1. En la Tierra.....	141
6.10.1.2. En la Luna.....	143
6.10.1.2.a. En la Luna no hay gravedad.....	143
6.10.1.2.b. En la Luna no hay gravedad.....	145
6.10.1.2.c. La gravedad terrestre actuando en la superficie lunar.....	146
6.10.1.3. En el espacio abierto.....	149
6.10.1.3.a. La piedra queda flotando.....	149
6.10.1.3.b. La piedra es atraída por algún centro de atracción.....	150
6.10.1.3.c. La necesidad de "estar apoyado"	
para la existencia de gravedad.....	151
6.10.2. <u>Situación Física 2</u> : Soltar una piedra en un túnel que pasa por el núcleo.....	151
6.10.2.1. Gravedad newtoniana.....	151
6.10.2.1.a. Las piedras realizan un movimiento pendular.....	151
6.10.2.1.b. La piedra se queda en el centro y no se mueve más.....	152
6.10.2.2. La piedra en las antípodas (Estadio IV de Nussbaum).....	154
6.10.2.3. Modificación de la gravedad.....	154
6.10.2.3.a. Queda flotando del otro lado del túnel.....	155
6.10.2.3.b. La piedra se va hacia el espacio.....	155
6.10.2.3.c. La piedra se va hacia otro planeta o centro de atracción.....	157
6.10.3. <u>Situación Física 3</u> : Quitar el centro de atracción.....	158
6.10.3.1. Lo que sucedería si quitáramos el Sol.....	158
6.10.3.2. Lo que sucedería si quitáramos el "centro de atracción universal".....	161
6.10.4. Síntesis general de las Visiones de Mundo en funcionamiento.....	162
6.11. Una nueva conclusión importante: la intersección no es vacía.....	165

TERCERA PARTE: DE LAS PROYECCIONES Y CONCLUSIONES

CAPÍTULO 7: Reflexiones y Proyección didáctica.....	168
7.1. La Frontera de Construcción Conceptual (FCC).....	169
7.2. La FCC y el concepto de gravedad.....	170
7.3. Sobre la dinámica de la FCC aplicada a la gravedad.....	172
7.4. La FCC como una herramienta de metacognición.....	173
7.4.1. La expansión de la FCC de una docente de EGB.....	173
7.4.2. Síntesis general de los elementos que forman las distintas visiones de mundo.....	176
7.5. Propuesta didáctica para una visión de mundo gravitatoria.....	179
7.5.1. ¿Qué hacer con las vivencias gravitatorias en el entorno natural?.....	179
7.5.2. ¿Qué hacer desde lo educativo y lo socio-cultural para facilitar el aprendizaje de la gravedad?.....	180
7.5.3. La evolución del aprendizaje del concepto de gravedad en función del tiempo.....	181
7.5.4. ¿Una didáctica newtoniana o relativista?.....	183
7.5.5. Propuestas y proyectos para trabajar con los docentes.....	185
7.5.5.1. Un Post-Título en Ciencias Naturales.....	185
7.5.5.2. La formación de postgrado de una docente en actividad.....	187
7.5.5.3. Diseño de un Profesorado Terciario en Física.....	187
7.5.6. Propuestas para trabajar con los chicos.....	188
7.5.6.1. Implementación del nuevo Espacio Curricular "Física y Astronomía".....	188
7.5.6.2. Primeras ideas para un proyecto de investigación.....	189
7.5.7. Módulos interactivos para vivenciar la gravedad de otra manera.....	190
7.5.7.1. Torre de caída libre.....	190
7.5.7.2. La Casa de Casper.....	190
7.5.7.3. La taza agujereada.....	191
7.5.7.4. Los toboganes de la Tierra, Marte y la Luna.....	191
7.5.7.5. Orbotrón.....	192
7.6. Comentario sobre la Didáctica de las Ciencias Naturales.....	193
CAPÍTULO 8: Conclusiones generales y Comentario final.....	194
8.1. Conclusiones generales.....	195
8.1.1. Con respecto a la Hipótesis de trabajo.....	195
8.1.2. Con respecto a los Objetivos de la investigación.....	196
8.1.2.a. Realizar una exhaustiva búsqueda bibliográfica.....	196
8.1.2.b. Relevar las ideas sobre el concepto de gravedad.....	197
8.1.2.c. Caracterizar las visiones de mundo.....	197
8.1.2.d. Realizar recomendaciones.....	198
8.2. Comentario final.....	198
8.3. Comentario final de neto corte afectivo.....	203

CUARTA PARTE: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXO

BIBLIOGRAFÍA.....	207
--------------------------	------------

ANEXO (transcripción de una entrevista por grupo y de todas en CD).....	218
--	------------

CAPÍTULO 0

PRESENTACIÓN GENERAL DE LA TESIS

CAPÍTULO 0

PRESENTACIÓN GENERAL DE LA TESIS

Desarrollaré en este Capítulo una presentación general de la Tesis, tanto de su idea principal como de las motivaciones y procesos personales y profesionales que dieron lugar a la elección del tema de investigación.

Comentaré brevemente la hipótesis de trabajo y los objetivos planteados, así como los criterios de investigación y la metodología utilizada. Haré también un comentario sobre las proyecciones didácticas de este trabajo, y daré una idea de las conclusiones de la Tesis.

Finalmente, explicitaré cuál es la estructura organizativa de la Tesis, comentando brevemente qué aspecto específico de la investigación realizada trata cada uno de los capítulos de la misma.

0.1. INTRODUCCIÓN

¿Cómo "ven" el mundo las personas? Para ser más claro, ¿cómo ve el mundo cualquier persona distinta de mí mismo? Ya que si de algo tenemos certeza en nuestra vida es de aquello que Ghandi afirmaba: que las personas somos universos esencialmente desconocidos para todos los demás; por esto, la educación, el amor, los proyectos en común, etc., están basados finalmente en la confianza en el otro ya que no nos es posible "ser los otros".

¿Será posible al menos conocer algunas características de cómo ven el mundo los demás? ¿Podremos compartir (en la educación, en el amor, en los proyectos) algunas visiones de mundo no sólo para comprender a los otros (y dialécticamente a nosotros mismos) sino para "navegar" juntos en ciertos períodos del "viaje" con el que habitualmente se representa la vida?

Responder a estas últimas preguntas es más sencillo. Claro que se pueden conocer algunas visiones, muchas de las cuales serán compartidas y otras no. ¿Por qué medios lograríamos tan ambicioso fin? La más general de todas las formas de conocer y/o compartir visiones de mundo con los otros es a través de vivir compartiendo: algo que ya se sabe desde siempre, no hace falta un proceso de investigación educativa para afirmarlo. Hay otras formas más específicas con relación a esta Tesis: a través de un proceso educativo, focalizando sobre qué aspectos del mundo son los que queremos que, con el tiempo, sean vistos de formas compartidas (nunca idénticas, siempre idiosincrásicas).

Siempre he pensado, desde chico, qué "extraño" era saber que lo que veía del mundo era diferente a lo que veían otros. Este sentimiento derivaba en ciertas épocas en dos extremos: una profunda soledad existencial (nadie ve lo mismo que yo, por consiguiente estoy solo en este universo físico y social) o bien maravillarme pensando en la riqueza de imágenes que pueblan nuestra vida en comunidad, buscando conocerlas y compartirlas, tanto las del presente como las del pasado con la tristeza de nunca conocer las que vendrán. Hoy día aún tengo ambos sentimientos, aunque ya no como extremos en tensión sino como cordiales compañías cotidianas.

Sé, lo vivo, que por mi formación (astrónomo, educador) tengo la posibilidad de mirar el cielo, por ejemplo, y "ver" espectros en la luz de las estrellas, distancias y grillas de sistemas de referencia espacio-temporales; puedo "ver" las estrellas con el cielo celeste durante el día y puedo "ver" la atmósfera terrestre durante la noche; puedo "ver" una salida del Sol en Barcelona estando en Esquel o una puesta de Luna en Australia estando en Esquel; puedo "ver" a la Tierra girando en torno al Sol y "verme" a mí mismo sobre ella mientras viaja por el espacio galáctico; y muchos etcéteras equivalentes.

¿Cómo “ven” el mundo los músicos? Cuando yo escucho bocinas en la calle o silbar al viento, ¿qué melodías, pentagramas, claves, etc., “ven” los músicos? ¿Cómo “ven” el mundo los pintores? Cuando yo veo los colores del otoño en la cordillera, o los de un arco iris sobre un cielo lila, ¿qué paleta “ven” los artistas, qué sienten a partir de lo que ven? Se dice que Joan Miró caminaba por la playa y mientras que alguno de sus acompañantes veía piedras y caracoles, Miró veía obras de arte. ¿Y qué “verán” los ingenieros, los filósofos, los futbolistas, las amas de casa, etc.?

Es posible ver el mundo de todas esas formas, y de infinitas más; algunas serán compartidas con otras personas, la mayoría no. Sin embargo, el cielo ha sido siempre celeste (al menos para los humanos) y las grillas de coordenadas no están en el cielo, el viento patagónico silbó siempre, y los caracoles han llegado a las playas desde que existen los caracoles, mucho antes de que existieran los hombres que imaginan obras de arte con ellos.

¿Cómo se llega a “ver” el mundo de maneras diferentes a partir de los “mismos” componentes (físicos, al menos) del universo?

Pues bien, dentro de la miríada de respuestas posibles a semejante pregunta, buscaré en esta Tesis dar una explicación, que será por fuerza de mis capacidades, conocimiento, intereses, tiempo y contexto, muy limitada. Sin embargo, tal respuesta restringida será una que, aún así, nos dará elementos, principalmente a los educadores, para comprender de qué manera las personas vemos “gravitatoriamente” el mundo en el que vivimos, y de qué manera tales visiones pueden ser conocidas, comprendidas, compartidas y, quizás, modificadas.

0.2. MOTIVACIÓN PARA LA ELECCIÓN DEL TEMA DE TESIS

¿Cuál fue el proceso por el cual elegí el tema de Tesis? ¿Qué motivaciones de tipo profesional y personal tuve para iniciar la investigación que presento aquí? Las respuestas a estas preguntas quizás sean demasiado sencillas, pero no por ello dejan de ser sinceras desde mi historia personal y valiosas desde mi trabajo en la Investigación en Educación en Ciencias Naturales.

Por mi formación, Profesor en Fisicomatemáticas y Licenciado en Astronomía (ambas carreras desarrolladas durante varios años en forma simultánea en la UN de La Plata), la investigación educativa en el área de Astronomía significó la fusión de mis dos vocaciones. Desde hace más de veinte años he realizado distintas investigaciones en Didáctica de la Astronomía, he desarrollado proyectos de innovación e investigación con chicos de todas las edades, y he coordinado varios talleres de formación docente y dirigido equipos de docentes en experiencias didácticas en Física y Astronomía en toda la Patagonia.

En todas esas experiencias, cuando la estructura conceptual lo permitía, me dediqué a explorar qué concepciones acerca de la gravedad tenían los chicos y especialmente los docentes, comparándolas con la bibliografía que en cada momento iba pudiendo conseguir. En muchos casos, mis propias ideas y los resultados que obtenía coincidían con mucho de lo ya hecho. En otros, se hacía evidente que aún faltaba explorar muchos aspectos del aprendizaje del concepto de gravedad, especialmente desde una perspectiva astronómica.

Es claro, además, que una motivación fundamental para elegir investigar sobre las concepciones acerca del concepto de gravedad es mi propio gusto, mi placer por estudiar esta área de la Física y la Astronomía, especialmente de su Didáctica. Esta fundamentación, tan sencilla pero no siempre valorada en estos procesos de formación, en mi caso es fundamental, ya que puedo considerar sin dudas que he sido en todo este proceso un investigador, aunque aún en formación, pero lo suficientemente autónomo como para elegir en forma madura mis opciones (siempre con el conocimiento y apoyo de mis tutores, a quienes tanto debo).

Mientras tanto, se fueron uniendo a estas exploraciones mi interés por la Historia de la Ciencia y por la Epistemología. En especial, fue decisiva mi afinidad con la teoría epistemológica de Thomas Kuhn, especialmente con su descripción de cómo se vive y cómo se ve el mundo cuando se forma parte de una comunidad científica en ciencia normal, tan cercana a lo que viví en mi época de formación en el Observatorio de La Plata. Además, mi búsqueda por comprender ciertos procesos sociales (especialmente los culturales y educativos generados por minorías) me llevaron a acercarme gradualmente a la Teoría de las Representaciones Sociales de Serge Moscovici y, ya más específicamente en lo que respecta al ámbito de la educación científica, en los últimos tiempos conocí los trabajos de William Cobern y su utilización de la Teoría de Visión de Mundo propuesta por Michael Kearney. Mi placer por el estudio de estas tres grandes corrientes (Kuhn, Moscovici, Kearney) se complementó al ir comprendiendo la coherencia interna que una visión integrada de las mismas podía dar para un trabajo de investigación como el presente.¹

De esta forma, intentar diseñar una investigación sobre las concepciones del concepto de gravedad y de qué manera las mismas dan forma a una cierta visión de mundo, fue definiéndose como el desafío más interesante para concretar mi Tesis de Doctorado.

Elegir la población entre la gente con quienes comparto mi vida en Esquel fue casi trivial, ya que desde hace veinte años me dedico al trabajo cotidiano como educador, en especial en Física y Astronomía, intentando brindar lo mejor para que los chicos, los docentes y la gente, en general, vayan incorporando a sus vidas el placer por el cielo, por la ciencia y por los procesos que hacen que, gradualmente, comencemos a ver el mundo de formas diferentes, propias, más plenas, construidas en forma genuina².

Es claro que este conjunto de motivaciones excede en mucho los fines, más humildes, de la presente Tesis, pero no por ello deja de ser importante para mí explicitarlas y permitir al Lector que comprenda un poco mejor en qué contexto profesional y personal se enmarca la investigación realizada.

0.3. JUSTIFICACIÓN Y PROYECCIÓN DEL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Más allá de mi gusto personal por el tema elegido, y yendo más hacia lo específicamente investigativo, debía demostrar que una investigación educativa sobre el concepto de gravedad, buscando poner en evidencia procesos y estructuras propias de las visiones de mundo de la gente, era un tema aún no desarrollado en la comunidad científica de la Educación en Ciencias Naturales a nivel local e internacional.

En los veinte años que llevo dedicado a la Investigación en Didáctica de la Astronomía tuve la suerte de relacionarme con muchos investigadores, nacionales y extranjeros, algunos de ellos pioneros y autores de brillantes investigaciones aún hoy motivo de referencia obligada. Participé también en muchos congresos específicos sobre Enseñanza de la Astronomía (los que no han sido muchos en todo el mundo en estas dos décadas) y he consultado publicaciones, bibliotecas y bases de datos de distinta clase y en distintos países.

¹ Debo particular agradecimiento a mis compañeros del Proyecto de Investigación "Núcleos Semánticos y Aprendizaje de la Física Básica: Desarrollo de instrumentos de evaluación para fines didácticos" (Fac. de Ingeniería, Consejo de Investigaciones, UNPSJB), quienes fueron aportándome bibliografía sobre la Teoría de las Representaciones Sociales, así como también me ayudaron mediante nuestras discusiones de trabajo multidisciplinario a mejorar mi comprensión sobre lo estudiado, y especialmente a su Director, el Dr. Juan Manuel Martínez, quien llamó mi atención hacia los trabajos de William Cobern.

² Lo anterior se realiza debido a que las proyecciones educativas de esta Tesis serán volcadas sobre la Comunidad en la que vivo. En particular porque, después de muchos años (más de quince), se ha comenzado a construir el Complejo Plaza del Cielo (la descripción in extenso de las acciones realizadas en la Plaza del Cielo puede consultarse en el sitio web www.plaza-del-cielo.org), un centro didáctico y lúdico que dará elementos para que la gente de Esquel y su zona integren a sus visiones de mundo elementos de la Ciencia y de la Cultura, relacionados inicialmente con el cielo (la gravedad incluida) y con las sensaciones e ideas que el mismo nos genera.

En todos los casos, los estudios sobre cómo ven el mundo las personas respecto de sus concepciones acerca de la gravedad fueron prácticamente inexistentes, con algunas excepciones producidas por trabajos con objetivos distintos al de esta Tesis, pero con puntos de contacto muy valiosos (muchos de los cuales podrán consultarse en el Punto 1.1).

De esta manera, tuve la "certeza" de que una investigación sobre la visión de mundo gravitatoria de la gente sería un tema interesante, con un desafío importante para mi proceso de formación y el cual aportaría sin dudas resultados valiosos para nuestra comunidad científica (estos aportes se indican en el Punto 5.6.).

También quedó claro que la metodología más adecuada para realizar esta investigación debería estar enmarcada en la corriente cualitativa, utilizando para la toma de datos entrevistas clínicas y dibujos (ver Punto 5.4.), ya que son las herramientas metodológicas más utilizadas para este tipo de estudios y porque además, por mi propia experiencia, permiten poner en evidencia con gran profundidad las concepciones de las personas participantes.

De acuerdo con los fines de una visión cualitativa de la investigación en educación, los resultados y conclusiones que obtendría de mi trabajo no tendrían pretensión alguna de establecerse en "regla general" o de valer más allá del ámbito socio cultural en el que fuera a trabajar. Así, elegí focalizar mi atención hacia un conjunto de treinta y dos (32) personas, de edades y profesiones muy variadas (ver Punto 5.5.), pero que en conjunto representan muy significativamente a la Comunidad social y educativa en la que desarrollo mi tarea, la ciudad de Esquel, de unos treinta mil (30.000) habitantes.

Configuré así una hipótesis de trabajo y unos objetivos para esta investigación (ver Puntos 5.2. y 5.3.) que focalizaban mi atención sobre la posibilidad de que las visiones de mundo de las personas estuvieran restringidas a la visión que hubieran construido hasta los 13/14 años, condicionada fuertemente su evolución por el entorno socio cultural y natural en el que hubieran desarrollado sus vidas.

Los resultados (ver Capítulo 6) me permiten afirmar que la hipótesis propuesta se corrobora, al menos dentro del marco investigativo propuesto por esta Tesis, sumándose a ello una muy rica variedad de aspectos que ayudarán a la comprensión de cómo ve el mundo la gente y de qué manera la Educación tiene un rol trascendental en contribuir a que tales visiones sean modificadas con el fin de lograr individual y socialmente una comprensión más significativa del universo que nos contiene.

Como educador e investigador especialista en Didáctica de la Astronomía, discutí entonces varias interpretaciones y propuestas para nuevas experiencias educativas que, incorporando los resultados de esta Tesis, pudieran servir a otros educadores para generar acciones concretas en las aulas que incorporen un tratamiento innovador del concepto de gravedad.

0.4. ESTRUCTURA DE LA TESIS

En concreto, la presente Tesis tiene como objetivo primario presentar los resultados de un largo proceso de aprendizaje e investigación, iniciado con el fin de alcanzar el grado de Doctor, a otorgar por la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata. Por ser el título específico citado el de *Doctor en Ciencias de la Educación* y por ser el tema de investigación elegido ("Génesis y evolución del concepto de gravedad. Construcción de una visión de Universo") propio de una concepción activa de la educación en las áreas de Astronomía y Física, la misma debía reunir distintas condiciones en cuanto a su marco teórico.

Por esta razón, la **PRIMERA PARTE: DE LOS FUNDAMENTOS** de esta Tesis, contiene los Capítulos que dan una base de fundamentación rigurosa y actualizada para esta investigación:

- ☛ **CAPÍTULO 1: “Estado del Arte” de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales**, donde se realizó un extenso análisis de la bibliografía específica sobre el concepto de gravedad en el período 1976-2005, enmarcando el tema de investigación elegido en ese contexto mundial.
- ☛ **CAPÍTULO 2: Paradigmas, visiones de mundo y representaciones sociales**, donde se analizan los elementos teóricos que permitirán comprender más adelante de qué manera “ve el mundo” una persona según sea su concepción de la gravedad.
- ☛ **CAPÍTULO 3: El concepto de “concepto”**, donde se desarrollan los elementos relacionados con la Psicología del Aprendizaje, específicamente sobre la formación y evolución de conceptos tal como lo presentan las teorías de Piaget, Ausubel y Vygotsky.
- ☛ **CAPÍTULO 4: El concepto de “gravedad”**, tanto en su evolución histórica como en las dos teorías físicas que específicamente trataron sobre la gravedad: la teoría de la Gravitación Universal de Newton y la Teoría de la Relatividad de Einstein.

En la **SEGUNDA PARTE: DE LA INVESTIGACIÓN**, se presenta el cuerpo principal del trabajo de investigación realizado, organizado en dos Capítulos:

- ☛ El **CAPÍTULO 5: Diseño de la Investigación**, reúne los elementos que fundamentan las decisiones tomadas para esta investigación de tipo cualitativa: metodología, hipótesis, objetivos, diseño del Protocolo de entrevistas y descripción de la muestra, discutiéndose luego cuáles son los aportes que esta investigación brindará a la comunidad científica.
- ☛ En el **CAPÍTULO 6: Análisis y discusión de los resultados de la Investigación**, se desarrolla la discusión en profundidad sobre los datos obtenidos y se realiza el análisis final, dándose las conclusiones específicas al trabajo de investigación realizado.

En la **TERCERA PARTE: DE LAS PROYECCIONES Y CONCLUSIONES**, se dan las proyecciones didácticas y las conclusiones generales, también en dos Capítulos:

- ☛ En el **CAPÍTULO 7: Reflexiones y Proyección didáctica**, se da una herramienta para comprender algunos de los resultados obtenidos (la Frontera de Construcción Conceptual) y se analizan algunas ideas de propuestas didácticas específicas para un tratamiento innovador del concepto de gravedad.
- ☛ El **CAPÍTULO 8: Conclusiones generales y Comentario final**, comprende las conclusiones y un breve comentario final, que permiten dar un cierre al trabajo específico de la Tesis y concluir con el proceso que el autor comenzó hace varios años.

La **CUARTA PARTE: BIBLIOGRAFÍA Y ANEXO**, incluye lo siguiente:

- ☛ En la **BIBLIOGRAFÍA** podrán consultarse las fuentes utilizadas para la realización de esta Tesis en su totalidad, y en particular en lo que respecta a las investigaciones específicamente relacionadas al aprendizaje/enseñanza del concepto de gravedad.
- ☛ En el **ANEXO** pueden consultarse cuatro transcripciones de entrevistas, una por cada grupo (EGB, Polimodal, Docentes, No especialistas). Por gran extensión, se dan en el CD adjunto a la Tesis el resto de las transcripciones (treinta y dos) para consulta del Lector interesado. (180 pp., archivo *Anexo_Transcripciones de Entrevistas.pdf*, 3,24MB).

PRIMERA PARTE

DE LOS FUNDAMENTOS

CAPÍTULO 1

“ESTADO DEL ARTE” DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN RELACIONADA AL CONCEPTO DE “GRAVEDAD”

CAPÍTULO 1

“ESTADO DEL ARTE” DE LA INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN RELACIONADA AL CONCEPTO DE “GRAVEDAD”

Ubicaré en este Capítulo al tema de trabajo elegido en el contexto mundial de la investigación en Educación en Ciencias Naturales, focalizando específicamente en lo que respecta al concepto de gravedad.

Para esto, he elaborado un exhaustivo “estado del arte” que, además de incluir una breve síntesis histórica, contiene un análisis crítico de la bibliografía específica producida en los últimos treinta años y que forma la base referencial de la presente Tesis.

1.1. “ESTADO DEL ARTE” CORRESPONDIENTE AL PERÍODO 1976-2005

1.1.1. Evolución histórica de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales ³

En la década de los '70, y a partir de los desarrollos teóricos de Piaget, Vygotsky y Ausubel, quienes son considerados las figuras más representativas del Constructivismo, comenzó a desarrollarse en el mundo una serie de investigaciones educativas que dieron origen al área de trabajo que hoy denominamos Investigación en Educación en Ciencias Naturales.

La adopción por aquellos años de una perspectiva constructivista del aprendizaje implicó un importante cambio en la consideración de las características de los sujetos que reciben la educación científica: el estudiante comenzó a ser concebido como sujeto activo en la conducción de su proceso de construcción de conocimiento.

Se consideró también a los alumnos como poseedores de concepciones propias de los fenómenos naturales, desarrolladas a partir de su experiencia con el mundo y con los otros, es decir, mucho antes de la instrucción formal. Estas concepciones personales, diferentes en general del conocimiento aceptado como científico, pasaron, a través de la perspectiva constructivista, a no ser vistas como simples “errores”, sino que se transformaron y fueron re-conceptualizadas como señales de la trayectoria del aprendizaje realizado por el sujeto.

Coherente con esta visión, la investigación en educación en ciencias, desde el final de los años '70 y durante toda la década del '80, focalizó su atención en los contenidos de las ideas de los estudiantes en relación a los diversos conceptos científicos. Los trabajos de Laurence Viennot (1979, Francia), Rosalind Driver (1983, Gran Bretaña) y Lillian McDermott (1984, Estados Unidos) son considerados inaugurales en esta línea.

Se inició así el llamado Movimiento de las Concepciones Alternativas, dominante durante toda la década de los '80, dentro del cual numerosas investigaciones educativas se interesaron, fundamentalmente, en detectar, identificar y caracterizar los errores conceptuales/concepciones alternativas de los alumnos; escasamente, en describir sus orígenes; y esperanzadamente, en elaborar estrategias de sustitución/relativización de los/as mismos/as por los conocimientos científicos ciertos/consensuados ⁴.

Además de la Psicología, la Historia y la Filosofía de las Ciencias fueron otras de las fuentes disciplinares para el análisis del proceso de construcción de conocimiento en la educación científica. Ellas aportaron, entre otros innumerables aspectos, fructíferas analogías reflejadas, por ejemplo, en la Teoría del Cambio Conceptual de Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1997).

³ El presente apartado fue elaborado a partir del trabajo de Ana Dumrauf (2003).

⁴ Estas variaciones terminológicas denotan momentos diferentes y posiciones epistemológicas diversas que tuvieron espacio en la historia del Movimiento de las Concepciones Alternativas.

En un artículo considerado ya un clásico de la investigación en educación en Ciencias Naturales, estos autores establecieron un paralelismo entre los procesos por los cuales los estudiantes cambiarían sus ideas al recibir nuevas informaciones y evidencias, y los cambios de paradigma (según Kuhn) o de programa de investigación (según Lakatos) realizados por los científicos. Esta teoría se presentó como un modelo de análisis y superación de las llamadas concepciones alternativas, al describir las "condiciones de la acomodación" (considerada la forma más radical de cambio conceptual). Los autores focalizaron en la necesidad de conducir a los alumnos en la re-elaboración de su bagaje de conocimientos previos, colocando sus "teorías" en "jaque", y evidenciando sus contradicciones, inconsistencias e incoherencias con relación a lo observado empíricamente.

A partir del final de los años '80 e inicio de los '90, debido a diversas limitaciones observadas en el Movimiento de las Concepciones Alternativas y en la Teoría del Cambio Conceptual, un nuevo referencial teórico comenzó a desarrollarse en el dominio de la investigación en educación en ciencias, presentando una nueva mirada en la discusión sobre la cognición humana: la perspectiva de los Modelos Mentales.

El estudio sobre "modelos" está centrado básicamente en dos vertientes: la psicológica y la educacional. La primera de ellas está relacionada con las bases psicológicas del proceso representacional, insertándose en el campo de la psicología cognitiva; en el área educacional, la segunda vertiente, la importancia de los "modelos" se basa en el presupuesto epistemológico de que el conocimiento científico es representacional, siendo el resultado de una actividad modeladora que comprende estrategias tales como analogías, metáforas y matematización. La educación puede, entonces, beneficiarse con esa perspectiva, utilizando analogías y metáforas como herramientas pedagógicas.

Tanto el Movimiento de las Concepciones Alternativas, cuanto la investigación sobre Modelos Mentales, se ha caracterizado por una tendencia mayoritaria que enfatiza el proceso individual de construcción de conocimiento. Pero el aprendizaje no ocurre en un vacío social: las interacciones desempeñan un papel, como mínimo importante, en el proceso de cómo las personas aprenden.

En 1987, Joan Solomon remarcaba la falta de consideración, en la literatura en educación en ciencias naturales, de las "influencias sociales en la construcción de la comprensión de los alumnos sobre ciencia", y enfatizaba que "el escenario social produce diferencias esenciales en la situación de aprendizaje, respecto de cómo es percibida la tarea, y respecto de las herramientas de pensamiento que serán utilizadas" (Solomon, 1987).

Durante la última década, algunos estudios en educación en ciencias naturales han pretendido, a partir de diferentes perspectivas de análisis, bucear en el flujo de discursos y relaciones interpersonales que ocurren dentro del aula. Se intentó revelar cómo, a partir de ese flujo -o mejor dicho, en él- se (re)construye el conocimiento científico, incorporándose elementos de lingüística aplicada, procurando ampliarlos y problematizarlos en relación al aprendizaje y la enseñanza de conocimientos científicos, bajo el presupuesto fundamental de concebir la educación como proceso de comunicación, con el lenguaje como el instrumento social más importante que el profesor y los alumnos utilizan para estructurar el desarrollo de las ideas. Este instrumento de mediación permite poner las ideas de manifiesto y las limita, por lo que en estos últimos estudios el análisis se centró en las interacciones discursivas en el aula.

Por otro lado, la psicología sociohistórica o sociocultural ha contribuido al desarrollo del interés sobre el proceso de significación en las aulas, generando un programa de investigación que intenta responder cómo los significados son creados y desarrollados por medio del uso del lenguaje y otros modos de comunicación.

Esta nueva dirección en la investigación en educación en ciencias naturales marca una reorientación de los estudios del aprendizaje individual de los estudiantes sobre fenómenos específicos hacia la investigación sobre la manera en que los significados son desarrollados en el contexto social del aula.

En la tradición socio-cultural, el proceso de conceptualización se equipara a la construcción de significados (Vygotsky, 1987), lo que orienta el foco de análisis hacia el proceso de significación. Los significados son vistos como polisémicos y polifónicos, construidos en la interacción social e internalizados por los individuos. El proceso de aprendizaje no es visto como la sustitución de viejas concepciones por nuevos conocimientos científicos, sino como la negociación de nuevos significados en un espacio comunicativo en el cual se encuentran diferentes perspectivas culturales, en un proceso de crecimiento mutuo.

Finalmente, en los últimos años ha surgido una línea de trabajo sobre "visiones de mundo". La misma busca integrar los desarrollos propios del Movimiento de Concepciones Alternativas, "subsumiéndolos" (en términos ausubelianos) en un contexto más amplio que incluye dinámicamente lo social y lo cultural, sin entrar en conflicto teórico o metodológico con otras líneas como las de los Modelos Mentales o el Análisis del Discurso. Las investigaciones sobre visiones de mundo derivan principalmente de la Antropología y tienen una fuerte raíz epistemológica (kuhniana).

1.1.2. Historia de la investigación educativa sobre el concepto de gravedad

Las áreas conceptuales en las que se realizaron las primeras investigaciones durante los años '70 fueron: la Mecánica (principalmente), la Termodinámica y el Electromagnetismo (en mucha menor escala), ampliándose con el tiempo hasta llegar a nuestros días en los que prácticamente la mayoría de las áreas de la Física, la Química, la Biología, la Astronomía y otras ciencias naturales cuentan con un relevamiento sobre concepciones alternativas, y con algunas propuestas didácticas acordes (Pfundt, et al., 1994).

El trabajo que puede considerarse como la piedra fundamental de los estudios con relación al aprendizaje del concepto de gravedad, es el Joseph Nussbaum y Joseph Novak: "An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews", del año 1976. Es decir, algunos años antes de los trabajos de quienes fueron citadas como iniciadoras de la corriente de investigación sobre concepciones alternativas (Driver, Viennot, McDermott).

Aquel trabajo fue pionero por varios aspectos muy novedosos: el tema tratado (el estudio de las concepciones acerca de la forma de la Tierra, de la extensión del cielo y de la geometría de la gravedad terrestre), su metodología (entrevistas clínicas con modelos, de raíz netamente piagetiana aunque también con elementos ausubelianos), y su proyección a futuro (es prácticamente el único trabajo de aquellos años que "arriesga" de qué manera evolucionan con la edad las concepciones alternativas, mientras que hasta bien entrados los '80 ningún trabajo hacía más que relevar tales concepciones sin proyección evolutiva alguna).

Sin embargo, el campo de investigación sobre el concepto de gravedad terrestre (o dicho como Nussbaum presentó luego sus trabajos: "la Tierra como cuerpo cósmico"), potencialmente tan rico, no tuvo el crecimiento ni la variedad que sí tuvieron otros campos disciplinares.

Paradójicamente, pareciera ser que la importancia de aquel trabajo fue tan grande que en lugar de generar una corriente de investigación fuerte y diversificada tuvo un efecto contrario, como si hubiera confinado la investigación sobre el tema de gravedad sólo a "limpiar el paradigma" de Nussbaum (en términos kuhnianos). Es decir, a comprender mejor la evolución de los estadios dentro del rango de edades hasta los quince años, a variar las poblaciones con fines de identificar sesgos socioculturales, a diseñar y evaluar acciones didácticas a partir de los cinco estadios propuestos, etc.

Investigar las concepciones sobre la gravedad "astronómica", es decir: en entornos no terrestres tales como la Luna, el Sistema Solar o el espacio en general, no fue algo inmediato, y luego nunca se estudió la evolución de las concepciones relevadas en esos entornos, como así tampoco tuvieron tales trabajos una proyección en el tiempo como para considerarlos con peso equivalente al estudio de Nussbaum.

El Gráfico 1.1 muestra la secuencia temporal de publicaciones específicas sobre el concepto de gravedad tomadas como marco referencial para esta Tesis.

1.1.2.1. Breve descripción del trabajo de Joseph Nussbaum

Debido a la gran cantidad de referencias al trabajo de Joseph Nussbaum que realizaré a lo largo de esta Tesis, daré a continuación una apretada síntesis de los principales aspectos de aquella investigación pionera (utilizaré a este fin el trabajo de Nussbaum del año 1989).

La serie de trabajos de Nussbaum dieron como resultado un esquema evolutivo de clasificación de las concepciones que los chicos tienen con respecto a tres aspectos íntimamente relacionados: la forma de la Tierra, la forma y extensión del cielo, y la gravedad terrestre.

Partiendo de la noción más "egocéntrica" (en el sentido piagetiano), hasta la concepción más "científica" (en cuanto a la geometría de la situación planteada, no en cuanto a las causas físicas de la gravedad), Nussbaum define cinco "nociones" (o Estadios), que corresponden a las edades de chicos entre 8 y 14 años, aproximadamente.

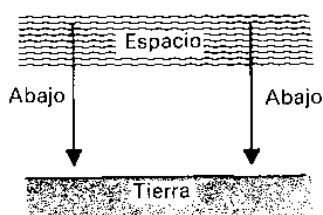
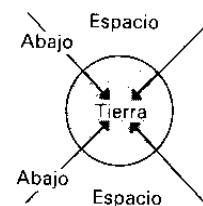


Figura 1.2
Las tres ideas esenciales que configuran la concepción más primitiva de la Tierra (izquierda) y la concepción científica (derecha)
(extraído de Nussbaum, 1989)



Nussbaum utilizó para sus investigaciones una metodología cualitativa, basada principalmente en entrevistas clínicas piagetianas. Las entrevistas se iniciaban con preguntas generales (¿qué forma tiene la Tierra?, ¿de qué modo tenemos que mirar para ver la Tierra?, etc.). Luego, se les presentaba a los chicos un modelo concreto de la Tierra y muñequitos para facilitar el proceso de imaginación de cómo podrían estar los mismos parados sobre el planeta real, o para predecir qué sucedería con la caída de piedras soltadas por las personas que representaban los muñecos. En todos los casos, se complementaban las consignas con dibujos propuestos por el entrevistador y se solicitaba a los chicos que dibujaran ellos mismos lo que imaginaban que sucedería en cada caso.

Nussbaum trabajó principalmente con tres situaciones físicas:

- El agua de las botellas: donde a partir de un dibujo de la Tierra con dos botellas, una cerrada a medio llenar y la otra destapada y vacía, el investigador requería que los chicos dibujaran qué sucedería con el agua si las botellas eran ubicadas en distintos lugares sobre el planeta (polo Norte, polo Sur, Ecuador, etc.).
- La caída de la piedra: sobre un dibujo de la Tierra con siete personas distribuidas en distintos lugares, cada una con una piedra en su mano, se solicitaba a los chicos que dibujaran lo que suponían que sería la trayectoria de cada piedra una vez soltadas.
- Dirección que siguen los objetos lanzados en túneles hacia el interior de la Tierra: a partir de preguntas generales (¿es posible hacer un túnel a través de la Tierra?, etc.), y con la utilización de un dibujo que muestra a la Tierra con dos túneles, uno central y el otro dirigido hacia la parte baja de la hoja en la que está el dibujo (sin relación con el centro del planeta dibujado), se les solicita a los chicos que dibujen cuál sería la trayectoria de la piedra. En otros casos el dibujo propuesto tiene un único túnel, que se inicia a los pies de la persona dibujada, pasa por el centro del planeta y termina en las antípodas.

Nussbaum define un esquema de clasificación para las distintas concepciones que consiste en cinco estadios evolutivos, desde el más ingenuo (Tierra plana, cielo plano, gravedad arriba-abajo absoluta) hasta el científicamente aceptado (Tierra esférica, cielo esférico infinito, gravedad hacia el centro de la Tierra), como se muestra en la Figura 1.3.

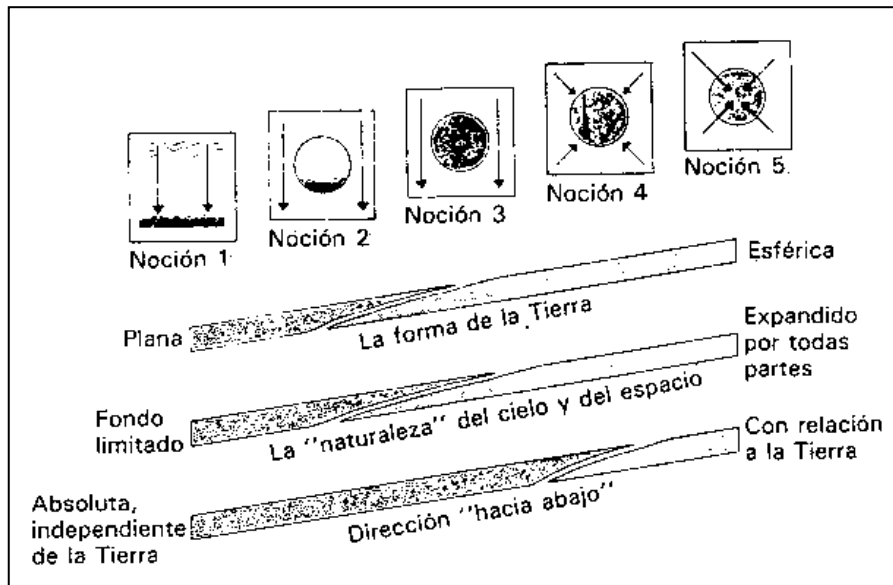


FIGURA 1.3
 Secuencia evolutiva de cinco nociones (Estadios) propuesta por Nussbaum para la conceptualización de la forma de la Tierra, del cielo y del espacio y de la gravedad (tomado de Nussbaum, 1989)

Una breve descripción de los cinco estadios es la siguiente (Nussbaum, 1989):

Noción 1: Tierra plana, cielo plano y limitado, gravedad absoluta sin relación con la Tierra.

Noción 2: Tierra esférica pero la gente vive dentro de ella, en la parte plana de la mitad inferior, pudiendo estar el cielo en la parte superior de esa bola que representa la Tierra. La gravedad es absoluta y no tiene relación con el planeta.

Noción 3: La Tierra es esférica y el espacio es ilimitado, rodeando al planeta. Aún existe una dirección absoluta de la gravedad hacia un arriba-abajo en el espacio cósmico, independiente de la Tierra.

Noción 4: La Tierra es esférica y el espacio es ilimitado, las cosas caen hacia la superficie del planeta, pero la gravedad no está asociada al centro de la Tierra, sino que pueden retomar la dirección absoluta cósmica.

Noción 5: Tierra esférica, cielo ilimitado rodeando al planeta, gravedad radial hacia el centro de la Tierra (noción satisfactoria desde la visión científica).

Finalmente, es de destacar que Nussbaum considera que el concepto de gravedad, propiamente dicho, comienza a tomar forma recién a partir de los estadios IV y V (aproximadamente a partir de los 12/13 años de edad).



Manolito y el Estadio I de Joseph Nussbaum

1.1.3. Análisis de la Bibliografía Específica consultada para esta Tesis

Los artículos que reportan trabajos de investigación educativa relacionados con el concepto de gravedad y que fueron utilizados como base referencial para esta Tesis son setenta y tres (73) trabajos, indicados en el Gráfico 1.1 y presentados por orden de publicación al final del presente Capítulo.

Quizás sea trivial aclararlo, pero considero importante notar que este conjunto de artículos no son el universo completo de trabajos publicados en todo el mundo. Es decir, si bien es un número bastante importante, y muy satisfactorio para los fines de esta Tesis, a juzgar por lo que puede deducirse del análisis de las referencias bibliográficas de estos artículos, y analizando además algunos registros que figuran en Internet, el número total de artículos en el mundo en estos años podría ser mayor en poco más de unos treinta artículos, de distinto tenor y profundidad, sin variaciones temáticas importantes, en todo el mundo. Esto da a la Bibliografía Específica utilizada para esta Tesis un peso relativo muy importante al elaborar las conclusiones finales de la misma ⁵.

No tan trivial es aclarar que cuando digo "el mundo" debe entenderse que me refiero al mundo académico que nuclea las investigaciones en Educación en Ciencias Naturales producidas y/o publicadas en América, Europa y Oceanía, en los idiomas Español, Portugués, Italiano, Francés e Inglés. No tengo registros de investigaciones o publicaciones producidas en Asia y África, ni en idiomas como, por ejemplo, el alemán o el nipón.

La siguiente Figura presenta el conjunto de los 73 artículos utilizados, discriminando la cantidad de trabajos publicados en intervalos de cinco (5) años:

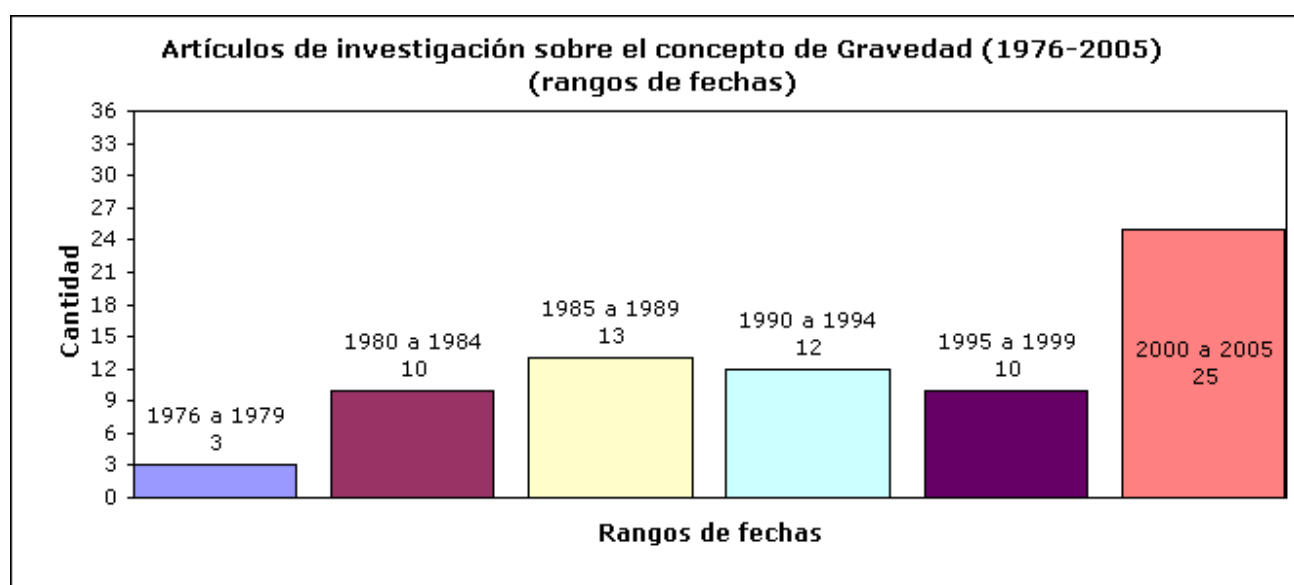


FIGURA 1.4
Cantidad de artículos publicados en función del tiempo

⁵ Cabe destacar que en el largo proceso de elaboración de esta Tesis una parte muy importante e intensa fue la dedicada a la búsqueda de bibliografía específica. Tal búsqueda se realizó en las revistas de investigación educativa más importantes del mundo, bases de datos y en visitas a distintas bibliotecas de nuestro país y del extranjero, e intercambios personales y epistolares con otros investigadores, tanto de Argentina como del resto del mundo. En los últimos tres años la disponibilidad en la Patagonia de Internet agilizó y diversificó la búsqueda emprendida. A pesar de las muchas dificultades que provocan las circunstancias actuales de la investigación educativa, de las instituciones universitarias y del interior de nuestro país en estos últimos años, es muy satisfactorio el alcance del material obtenido y su grado de actualización y especificidad, aspectos éstos que me permitieron tener una muy confiable base de apoyo para el diseño de los instrumentos a utilizar y para luego fundamentar buena parte de la discusión y conclusiones, tanto en lo que respecta a lo específico del concepto de gravedad como a los fundamentos en general.

No he considerado ciertos artículos que son aplicaciones didácticas de las investigaciones producidas los que, aunque muy valiosos, no aportan nada nuevo desde lo investigativo propiamente dicho. Tales artículos son: Preece (1985), Viglieta (1989), Cubero (1989), Project STAR (1999) y Ault (1994), los cuales se listan en la Bibliografía General de la Tesis.

No todos los artículos de este universo referencial reportan trabajos de investigación con poblaciones específicas. Los trabajos de Albanese et alii (1995), Galili (2001), Llancaqueo et alii (2003) y Agan et al (2004) son trabajos de revisión bibliográfica; el trabajo de Camino (2005 b) es un desarrollo teórico sobre la utilización del concepto de gravedad en algunos trabajos de investigación.

En lo que sigue en este apartado, me referiré exclusivamente a los sesenta y ocho (68) artículos restantes.

En cuanto a las edades de las poblaciones que fueron objeto de estudio por los autores de estos trabajos, en la gran mayoría (51) participaron chicos de 6 a 15 años, y en algunos trabajos (19) participaron adolescentes de 16 a 18 años y en otros tantos (18) lo hicieron adultos, en su gran mayoría docentes y en muy pocos casos personas sin una profesión particular ("gente común").

Cabe destacar que, como puede observarse, la suma de estas tres cifras es mayor que 68 debido a que en varios trabajos se estudiaban distintos rangos de edades en forma superpuesta.

La siguiente Figura pone en evidencia estas cifras.

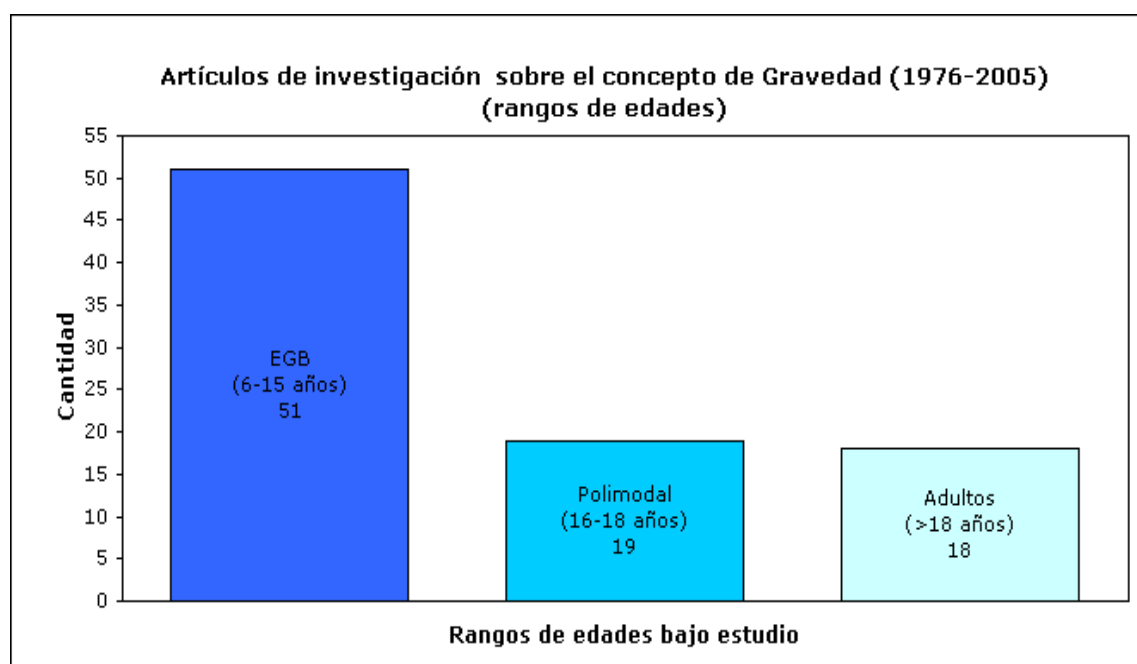


FIGURA 1.5
Cantidad de artículos publicados en función de la edad de la población bajo estudio

En cuanto a los entornos espaciales en los que se planteó el estudio de las ideas sobre gravedad, una absoluta mayoría (64) estuvo confinado al entorno terrestre, originado esto en que los trabajos de Nussbaum sobre forma de la Tierra y características geométricas de la gravedad terrestre fueron (y siguen siendo) un camino seguido por una enorme cantidad de investigadores en todo el mundo, en particular por sus lazos con la teoría de Piaget. Los entornos espaciales no terrestres (24) se refieren a la Luna, principalmente, y en unos pocos casos a planetas del Sistema Solar o al espacio en general. Puede notarse aquí también que la suma de ambas cifras es mayor que 68, debido a que en algunos casos un mismo trabajo recorre los distintos entornos analizando la variación de las ideas de las personas participantes.

La siguiente Figura explicita lo expuesto.



FIGURA 1.6
Cantidad de artículos publicados en función del entorno espacial bajo estudio

1.1.4. Principales líneas de investigación sobre el concepto de gravedad

El Gráfico 1.1 incorpora una dimensión de análisis muy importante: las líneas de investigación que han surgido en estos casi treinta años de investigación sobre el concepto de gravedad.

Quizás sea trivial aclarar, también en esta oportunidad, que en los párrafos que siguen organizaré los artículos estudiados según un criterio personal, fruto de mi propia percepción de cómo se sucedieron los trabajos citados, aunque es muy posible que si consultáramos a los autores de los mismos ellos podrían no estar de acuerdo con tal organización; además, no hay ningún trabajo que afirme que tales líneas de investigación existieron en concreto. Hecha esta aclaración, presentaré a continuación cuáles han sido, a mi criterio, las principales líneas de trabajo en estos años.

Es posible identificar cuatro grandes corrientes, agrupadas según los investigadores que más peso han tenido tanto por ser los autores de trabajos fundamentales cuanto por ser "cabeza de grupo", lo que puede deducirse de la relación de autoría en los mismos. Estas corrientes son las siguientes, listadas según su proyección en el tiempo: Nussbaum, Vicentini, Galili y Vosniadou.

Describiré brevemente a continuación algunas características de las mismas, incorporando además un comentario sobre el resto de los artículos estudiados.

1.1.4.1. Línea de trabajo relacionada a Joseph Nussbaum

Se inicia con el trabajo original de Nussbaum y Novak (1976) y continúa con los trabajos de Nussbaum (1979, 1986, 1987 y 1989), en los que se dedica a discutir distintos aspectos relacionados a los estadios de su clasificación, como, por ejemplo, la influencia sociocultural. No he podido encontrar ninguna referencia a trabajos de Nussbaum posteriores a 1989, de ningún tipo, y no me fue posible llegar siquiera a contactarme con él por vía electrónica (lo que sí hice con los otros autores), lo que estaría indicando que no ha profundizado en el tema ni en otros relacionados a la Enseñanza de la Astronomía, si aún continúa en actividad.

Relacionados directamente con la línea de Nussbaum están los trabajos de Mali et al (1979), Klein (1982), Sneider et al (1983) y Baxter (1989), que se dedican a buscar variantes socioculturales y a validar en forma cuantitativa el esquema original de clasificación en estadios evolutivos. A partir de estos trabajos queda claro que el concepto de gravedad en sí mismo comienza a aparecer recién a partir de los estadios IV y V (aproximadamente a los 13-14 años), que en términos generales la clasificación evolutiva no cambia con la influencia cultural, y que los adultos conservan prácticamente la misma concepción de la gravedad que los chicos tienen durante el último estadio de Nussbaum.

Más tarde, Sharp (1996) explora otros entornos espaciales y Sneider et al (1998) realizan lo que a juicio de ellos mismos es "el primer estudio de aprendizaje", ya que diseñan y evalúan una propuesta didáctica concreta a partir del modelo de Nussbaum.

El trabajo de Agan y Sneider (2004) es una útil revisión bibliográfica, aunque toma en cuenta sólo unos pocos artículos diseminados en el mismo rango de fechas que utilicé en este Capítulo (he ubicado a este trabajo en la línea de Nussbaum debido a que Sneider es quien quizás más cercana a la misma ha permanecido durante los últimos veinte años).

1.1.4.2. Línea de trabajo relacionada a Matilde Vicentini

Con un estilo muy distinto, debido quizás a su origen latino, los trabajos de Matilde Vicentini y de los investigadores relacionados con ella, tuvieron unos pocos años de desarrollo para luego lamentablemente "desvanecerse". Su línea de trabajo parte siempre de Nussbaum, pero se diversifica hacia distintas poblaciones y hacia entornos espaciales más allá del terrestre, lo que a mi juicio les da un carácter de pioneros a sus trabajos.

Vicentini es quien primero incorpora a los adultos en la búsqueda de concepciones acerca de la gravedad (1981) y cuestiona la validez de utilizar modelos concretos (globos terráqueos) para relevar ideas sobre la gravedad, ya que estamos ineludiblemente inmersos en un campo gravitatorio y por consiguiente ello condiciona los resultados de las entrevistas.

Noce et al (1982), Castiglia et alii (1982), Ruggiero et alii (1985), Noce et alii (1986), Mayer (1987) y Noce et alii (1988) continúan en esta línea, revalorizando el conocimiento de sentido común, analizando el paralelo de la evolución histórica con la evolución individual de las ideas sobre gravedad y explorando otros entornos espaciales. Reynoso et alii (1993) proponen una secuencia conceptual valiosa: utilizar a la gravedad lunar como puente para llegar a construir el concepto de gravedad en general. Vicentini se relaciona así con investigadores de Latinoamérica (Brasil, México) lo que valoriza su actitud.

Finalmente, Albanese et alii (1995) hacen una revisión bibliográfica desde una perspectiva distinta: integrar los aspectos epistemológicos, históricos y cognitivos de las investigaciones realizadas, valorizando el nivel vivencial de las observaciones topocéntricas (centradas en el lugar donde se encuentra el observador).

Los aportes de Vicentini al estudio de la gravedad astronómica han sido muy valiosos, pero lamentablemente ella misma no está ya dedicada a este tema y aparentemente no ha dejado a jóvenes investigadores que continúen con esta línea "latina" de trabajo, que marcaba una diferencia valiosa (en estilo, lenguaje, etc.), con el resto.

1.1.4.3. Otros trabajos de investigación

Como puede notarse del análisis del Gráfico 1.1, entre las líneas de Nussbaum y Vicentini y las líneas de Galili y Vosniadou, se extiende una gran zona de trabajos cuyos autores no han tenido mayor continuidad, ni en la extensión temporal ni en la temática de sus trabajos.

Se agrupan aquí trabajos que estudian las concepciones sobre la gravedad desde una perspectiva más propia de la Mecánica (terrestre, de laboratorio, relacionada al concepto general de "fuerza"), aunque exploren, en algunos casos, otros entornos espaciales, como por ejemplo Gunstone et al (1980/1), Watts (1982), Sequeira et alii (1989), Berg et al (1991), Rayo (1993), Brickhouse et alii (2000) y Palmer (2001).

También están los trabajos que exploran el concepto de campo gravitatorio y de las interacciones resultantes, como por ejemplo Nardi et al (1990), Nardi (1994), Arnold et alii (1995) y Nardi et al (1996). En este subconjunto se encuentra la revisión hecha por Llancaqueo et alii (2003) sobre el aprendizaje y la enseñanza del concepto de campo, aunque no específicamente de campo gravitatorio.

Otros trabajos exploran entornos espaciales diferentes al terrestre, especialmente la Luna y zonas del Sistema Solar, como Stead (1980), Watts et al (1982), Treagust et al (1986), Treagust (1989), Treagust et al (1989), Camino et al (2005c) y Camino (2005a).

Por último, y en un subconjunto un tanto difuso, se ubican los trabajos que exploran variantes más psicológicas y educativas. Selman et alii (1982) relacionan la comprensión de la ciencia en ciertos dominios con el razonamiento lógico matemático propuesto por Piaget; Lanciano (1989) discute la dualidad local/espacial en la conceptualización de la Tierra como cuerpo cósmico; Afonso López et alii (1995) analizan las representaciones espaciales que los estudiantes tienen del universo y de la Tierra; Webb et al (2000) analizan la consistencia de las concepciones de los chicos; Roald et al (2000) comparan imágenes de la Tierra entre chicos sordos y oyentes; Tähtinen et al (2002) analizan las concepciones de la Tierra desde una concepción vygotskyana; Ehrlén (2002) estudia la relación entre las imágenes y modelos disponibles en la cultura cotidiana con las que producen los chicos; Hannust et al (2002) analizan la influencia de la enseñanza sobre los conceptos de la Tierra que construyen los chicos; Black (2004) analiza las distintas capacidades para la visualización espacial; y Camino (2005b) analiza cómo utilizan ciertos autores el concepto de gravedad desde distintas perspectivas teóricas de la psicología del aprendizaje.

1.1.4.4. Línea de trabajo relacionada a Igal Galili

Los trabajos de Igal Galili están fuertemente relacionados a la discusión entre peso y fuerza gravitatoria, aunque en general en entornos espaciales que van más allá del laboratorio terrestre, lo que les da mucha importancia para el presente estudio.

Galili (1993) analiza el estado de "falta de peso" (weightlessness) en un ascensor y discute con detalle qué se siente de la gravedad, mientras que Bar et al (1992) discuten las concepciones sobre la caída libre, tema que retoman Bar et alii (1994) analizando las nociones de sentido común sobre el movimiento. Galili et al (1996) analizan los aspectos operacionales de la relación peso y fuerza gravitatoria, proponiendo una secuencia conceptual para el trabajo didáctico: definir el peso operacionalmente y no a partir del concepto de gravedad. Esta propuesta la retoman Galili et al (1997). Bar et alii (1997) discuten las concepciones sobre la acción a distancia, tanto en entornos terrestres como astronómicos. Galili (2001) realiza una extensa revisión de la relación peso y fuerza gravitatoria, con proyección educativa, y Galili et al (2003) discuten la importancia de incorporar en la enseñanza el análisis de las mareas y de la falta de peso en órbita para la comprensión del concepto de gravedad.

La línea de trabajo de Galili, si bien aporta elementos muy importantes a la comprensión de la gravedad astronómica, está dirigida hacia los aspectos más "físicos" del concepto, por lo cual se aparta de la línea que he elegido para realizar la presente Tesis.

1.1.4.5. Línea de trabajo relacionada a Stella Vosniadou

Hacia principios de la década del '90 se publica el primer trabajo de Stella Vosniadou relacionado a la forma de la Tierra y al concepto de gravedad. En él, Vosniadou (1991) inicia una línea de trabajo que hasta el presente ha demostrado ser muy fructífera, no sólo en lo que respecta al tema específico de la gravedad terrestre sino también a otros variados aspectos de la investigación en Educación de las Ciencias Naturales.

Vosniadou encarna una de las versiones más importantes de lo que dio en llamarse "modelos mentales", siendo el trabajo que publica en 1992 junto a Brewer el más famoso de su producción dentro de la comunidad científica que nos incluye. Según los autores, los chicos crean modelos mentales de la Tierra, considerados estos como representaciones mentales al estilo Johnson-Laird (1983). Los modelos mentales para Vosniadou son "una estructura dinámica, creada sobre la marcha, con el propósito de responder a preguntas, resolver problemas o tratar con otras situaciones".

Además, tales modelos están restringidos por las estructuras conceptuales subyacentes, las que a su vez, como en el caso del modelo de Tierra, están enmarcadas en ciertas "presuposiciones" (Vosniadou, 1994) que afectan a todos los objetos físicos en general: la condición plana de la Tierra y que los objetos sin sostén se caen. Desarrolla aún más la idea de los modelos sintéticos, incorporando que el cambio conceptual se da a partir de la suspensión y revisión de las presuposiciones que las personas tienen acerca del mundo físico (continuidad, solidez, no acción a distancia, gravedad, inercia) y de lo vivencial (la Tierra es plana y las cosas sin sostén caen al suelo).

Algunos años después, comienzan a publicarse los trabajos de aquellos jóvenes que, es de suponer, fueron formándose a partir de la línea iniciada por Vosniadou. Así, Ioannides et al (2001) analizan los distintos significados de la palabra fuerza; Skopeliti et alii (2002) analizan la influencia de mapas y globos en las imágenes construidas por los chicos; Vosniadou et alii (2004) analizan cómo afecta la forma de preguntar en la construcción de los modelos mentales; y Vosniadou et al (2005) discuten cómo se da el cambio de ontología en considerar a la Tierra como objeto físico a considerarla como objeto astronómico.

Recientemente ha surgido una corriente crítica a la postura de Vosniadou; la misma intenta explicar el conocimiento de los chicos sobre la Tierra a partir del concepto de "fragmentación" (Nobes et al., 2002). Antagónica a la corriente de Vosniadou, la fragmentación consiste en declamar que los chicos no tienen ningún tipo de presuposiciones (condición de plano/sostén) y que son desde el principio teóricamente neutrales. El desarrollo de la comprensión de las características de la Tierra por parte de los chicos se da por la acumulación gradual de fragmentos de información disponibles en la propia cultura. Estos fragmentos vienen "de a uno" y pueden ser inconsistentes entre ellos. Así, el conocimiento de la Tierra por parte de los chicos es fragmentado y asistemático hasta que se llega a una teoría científica de la Tierra coherente culturalmente aceptada (no antes de los 12-13 años).

Por esto, Nobes et alii (2002) investigan las concepciones sobre la forma de la Tierra con una metodología opuesta a la de Vosniadou, cual es la de "respuestas forzadas": ofrecen veinticuatro modelos de Tierra y los chicos deben clasificarlos según la adecuación a la imagen que ellos tengan; Österlind (2002) analiza la formación de conceptos sobre la forma de la Tierra desde una perspectiva piagetiana separándose claramente de Vosniadou; Siegal et alii (2004) analizan la coherencia de las concepciones de los chicos con relación al momento en que accedieron a la información transmitida culturalmente; y finalmente (hasta hoy) Straatemeier et alii (2005) apoyan la "fragmentación" de los aprendizajes, acorde con Nobes, y no los modelos mentales de Vosniadou.

Como puede notarse, esta discusión permanece abierta y totalmente en producción de distintos tipos de trabajos que van "contestándose" mutuamente casi en tiempo real. Como ejemplo de esto, los últimos dos trabajos analizados para esta Tesis (Vosniadou et al, 2005 y Straatemeier et alii, 2005) son aún versiones preliminares de artículos a publicar, en los que los autores fundamentan su postura y declaran enfáticamente que los presupuestos de la otra corriente son insuficientes.

Es claro que esta discusión recién empieza y que ambas han abierto un sinnúmero de nuevas investigaciones de gran valor potencial. Sin embargo, y a los fines de la presente Tesis, la línea de investigación iniciada por Vosniadou, y continuada por muchos otros investigadores en distintas partes del mundo, así como también por los críticos a esta corriente, se alejan del concepto de gravedad tanto terrestre como astronómica, limitándose de alguna manera a la discusión sobre cómo los chicos más pequeños (<13 años) comprenden principalmente la forma de la Tierra, ya no su gravedad y mucho menos la gravedad en general, tanto terrestre como astronómica.

Seguramente podremos seguir de cerca la evolución de los trabajos de ambas líneas de investigación ya que lo que producen se vuelca, en general y rápidamente, a Internet.

En particular, Nobes, Siegal y otros investigadores han desarrollado el sitio de Internet CUE (Children's



Understanding of the Earth, <http://www.uel.ac.uk/psychology/research/cue/>), en el cual presentan la discusión entre ambos modelos y sus posibles proyecciones didácticas, con objetivos muy específicos tales como: investigar la naturaleza, extensión y desarrollo de la comprensión de chicos y adultos sobre la Tierra, o poner a prueba las explicaciones según modelos mentales o según fragmentación en la comprensión que los chicos tienen de la Tierra, etc.

1.1.4.6. Tesis de postgrado relacionadas al concepto de gravedad

Dentro del conjunto de trabajos específicamente relacionados al concepto de gravedad hay cuatro (4) tesis de postgrado, dos de maestría y dos de doctorado, aunque con muy distintos tratamientos del concepto bajo estudio.

Domenech Blanco et al (1990), en Valencia, España, discuten las "barreras" entre los entornos espaciales terrestre y celeste. Lanciano (1996), en Ginebra, Suiza, analiza la interacción entre la evolución de las concepciones de la Tierra como cuerpo celeste y en entornos no terrestres con la acción educativa. En ambas tesis (la primera de maestría y la segunda de doctorado) el tratamiento de la gravedad es muy sencillo, relacionado con el modelo original de Nussbaum.

Stipcich (2004), en Burgos, España, discute los significados de la interacción gravitatoria, desde una concepción newtoniana, en entornos espaciales terrestres y dentro del Sistema Solar, generando una propuesta didáctica para el nivel polimodal. Cabe destacar que Silvia Stipcich es la única investigadora argentina (exceptuando al autor de esta Tesis), de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, en Tandil, que ha explorado el concepto de gravedad desde una perspectiva astronómica en el conjunto de trabajos seleccionados para mi investigación. El trabajo aquí reportado fue su tesis de doctorado.

Finalmente, Dostal (2005), en Ames, Estados Unidos, analiza las concepciones que estudiantes de los primeros años de carreras de Astronomía y Física tienen acerca de la gravedad, desde una perspectiva más propia de la Física, tomando como referente a las Leyes de Newton y a la Teoría de Gravitación Universal de Newton. El trabajo aquí reportado fue su tesis de maestría.

Como comentario final, valen las palabras de Jack Dostal en la introducción a su tesis:

"Es sorprendente la falta de investigación sobre el concepto de gravedad en los estudiantes, especialmente en lo que concierne al nivel de College (18-21 años). [...] La falta de trabajos publicados sobre el concepto de gravedad en los estudiantes levanta una bandera roja indicando la necesidad de esta investigación". (p. 1)

1.1.5. Sobre las metodologías utilizadas en los trabajos analizados

Con respecto a la metodología que han puesto en evidencia los trabajos analizados, cabe destacar que, excluyendo los cinco artículos teóricos, los sesenta y ocho (68) restantes utilizan principalmente metodologías cualitativas. Describiré brevemente algunas de estas metodologías, con la salvedad de que en general se utilizan más de una de ellas al mismo tiempo; por esto, lo indicado a continuación es sólo a los fines de comprender cuál fue la metodología principal del estudio reportado.

La enorme mayoría de las investigaciones utilizaron técnicas originadas en los trabajos de Piaget, es decir, entrevistas clínicas individuales. Hubo variantes al método original, ya que algunos protocolos fueron más estructurados que otros. En algunos casos se brindaban ejemplos al entrevistado (fotos, objetos, plastilina, globos terráqueos, experiencias de laboratorio) para que a partir de la interacción con los mismos se pudiera avanzar en la secuencia prevista. Algunos trabajos con este tenor son los siguientes: Nussbaum et al (1976), Vicentini (1981), Selman et alii (1982), Treagust (1986), Nardi et al (1990), Vosniadou (1991), Galili et al (1997), Camino (2005a).

En muchos otros casos se trabajó a partir de tests escritos, con preguntas abiertas o bien de selección múltiple. Algunos trabajos con este tenor son los siguientes: Doménech Blanco et al (1990), Galili (1993), Reynoso et alii (1993), Bar et alii (1997), Webb et al (2000), Black (2004), Straatemeier et alii (2005).

La realización de dibujos fue también una metodología relevante a los fines de comprender las concepciones de las personas bajo estudio. Algunos trabajos con este tenor son los siguientes: Nussbaum (1979), Castiglia et alii (1982), Lanciano (1989), Arnold et alii (1995), Röald et al (2000), Österlind (2002), Straatemeier et alii (2005).

En algunos casos se solicitó a los entrevistados que realizaran mapas o esquemas conceptuales. Algunos trabajos con este tenor son los siguientes: Mayer (1987), Treagust (1989), Lanciano (1996), Stipcich (2004).

Por último, algunos trabajos incorporan una metodología cuantitativa como complemento a las técnicas cualitativas antes citadas. Esta "triangulación" se da a los fines, básicamente, de lograr validar ciertos modelos (los estadios de Nussbaum o la discusión planteada entre la postura de los "modelos mentales" de Vosniadou frente a la postura de la "fragmentación" de Nobes et alii), o de extender a una población de cientos o miles de estudiantes los estudios originales realizados con pocos entrevistados. En general, la metodología cuantitativa utilizada parte del diseño y validación de un instrumento de tipo test escrito (opciones múltiples, elección forzada, etc.), y la posterior verificación de los rangos de confiabilidad mediante tests del tipo ANOVA o χ^2 . Algunos trabajos con este tenor son los siguientes: Sneider et al (1983), Vosniadou et al (1992), Ioannides et al (2001), Hannust et al (2002), Siegal et alii (2004), Black (2004), Dostal (2005), Straatemeier et alii (2005).

1.1.6. Comentario final sobre el análisis de la bibliografía estudiada

Es importante recordar que la bibliografía analizada puede tener ciertos sesgos de selección, tales como la disponibilidad de conseguir artículos desde la Patagonia, la escasez de artículos anteriores a los '90 en versión electrónica, la poca difusión de los trabajos de investigadores de países en desarrollo, etc.; a pesar de ello, la cantidad, variedad y calidad de los trabajos analizados es muy satisfactoria.

Por esto, es entonces muy serio notar que prácticamente no existen artículos "de peso" producidos por investigadores latinoamericanos, y son muy pocos los de latinos en general (españoles, italianos, franceses, portugueses).

Se supone que los artículos publicados son "la punta del iceberg" de los procesos de investigación en marcha, por lo que no es posible afirmar que no se esté investigando sobre el concepto de gravedad; sin embargo, tampoco hay registros en actas de congresos ni resúmenes de tesis en proceso, etc.

Este aspecto del análisis bibliográfico realizado permite afirmar la necesidad de profundizar en los estudios sobre la gravedad (terrestre y astronómica), ya que éste es un concepto medular para la mayoría de los desarrollos actuales en Física y Astronomía, y su correspondiente transposición didáctica.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA SOBRE EL CONCEPTO DE GRAVEDAD (listada por fecha)

1. NUSSBAUM, Joseph, NOVAK, Joseph, 1976. "An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews". *Science Education*, 60 (4), 535-550.
2. NUSSBAUM, Joseph, 1979. "Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study". *Science Education*, 63 (1), 83-93.
3. MALI, Ganesh, HOWE, Ann, 1979. "Development of Earth and Gravity concepts among Nepali children". *Science Education*, 63 (5) 685-691.
4. STEAD, Keith, OSBORNE, Roger, 1980. "What is gravity? Some children's ideas". *New Zealand Science Teacher*, 30, 5-12.
5. GUNSTONE, Richard, WHITE, Richard, 1980. "A matter of gravity". *Research in Science Education*, 10, 35-44. (el mismo artículo fue también publicado como GUNSTONE, Richard, WHITE, Richard, 1981. "Understanding of gravity". *Science Education*, 65 (3), 291-299)
6. VICENTINI-MISSONI, Matilde, 1981. "Earth and gravity: comparisons between adults' and children's knowledge". Proceedings of and international Workshop on Students' Representations of Physics and Chemistry Knowledge, Un. of Frankfurt. 234-253.
7. NOCE, Grazia, VICENTINI, Matilde, 1982. "Investigation of the common sense knowledge of adults: gravity and light". *World views in science education*, Wanehoo, V., (ed.), Oxford IBH P. Co. 305-315.
8. CASTIGLIA, Delia, NOCE, Grazia, OLIVIERI, Giovanni, 1982. "Modelli di Terra e forza di gravità. Un'indagine preliminare in quarta elementare. Parte prima". *DDS Laboratorio didattico*, 57-61.
9. KLEIN, Carol, 1982. "Children's concepts of the Earth and the Sun: a cross cultural study". *Science Education*, 65 (1), 95-107.
10. WATTS, Michael, 1982. "Gravity, don't take it for granted". *Physics Education*, 17, 116-121.
11. WATTS, Michael, GILBERT, John, 1982. "Appraising the understanding of science concepts: "Gravity"". Dept. of Educ. Studies. Un. of Surrey. Guildford. UK. Educational Studies. 57 pp.
12. SELMAN, Robert, KRUPA, Michael, STONE, Carolyn, JAQUETTE, Daniel, 1982. "Concrete operational thought and the emergence of the concept of unseen force in children's theories of electromagnetism and gravity". *Science Education*, 66 (2), 181-194.
13. SNEIDER, Cary, PULOS, Steven, 1983. "Children's cosmographies: understanding the Earth's shape and gravity". *Science Education*, 67 (2), 205-221.
14. RUGGIERO, S., CARTELLI, A., DUPRE, F., VICENTINI, Matilde, 1985. "Weight, gravity and air pressure: mental representation by italian middle school pupils". *Eur. J. Sci. Educ.*, 7 (2), 181-194.
15. NUSSBAUM, Joseph, 1986. "Students' perception of astronomical concepts". *Proceedings of the GIREP Conference 1986*, 87-97.
16. TREAGUST, David, SMITH, Clifton, 1986. "Secondary students' understanding of the solar system: implications for curriculum revision". *Proceedings of the GIREP Conference 1986*, 363-368.

17. NOCE, Grazia, TOROSANTUCCI, G., VICENTINI, Matilde, 1986. "Peso, aria e gravit : rappresentazioni mentali a vari livelli di et ". *La Fisica nella Scuola*, XIX (4), 242-251.
18. MAYER, Michela, 1987. "Common sense knowledge versus scientific knowledge: the case of pressure, weight and gravity". Proceedings of the 2nd. International Seminar: Missconceptions and educational strategies in Science and Mathematics, Cornell, USA. 299-310.
19. NUSSBAUM, Joseph, 1987. "Classroom conceptual change: the lesson to be learned from the History of Science". Proceedings of the 2nd. International Seminar: Missconceptions and educational strategies in Science and Mathematics, Vol. III. 272-281.
20. NOCE, Grazia, TOROSANTUCCI, G., VICENTINI, Matilde, 1988. "The floating of objects on the Moon: prediction from a theory or experimental facts?" *Int. J. Sci. Educ.*, 10 (1), 61-70.
21. TREAGUST, David, 1989. "An approach for helping students and teachers diagnose misconceptions in specific science content areas". Curtin Un. Of Technology, Perth, Australia, 512-523. (prácticamente el mismo artículo fue también publicado como TREAGUST, David, 1989. "The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science". American Education Research Association, 16 pp.)
22. TREAGUST, David, SMITH, Clifton, 1989. "Secondary students' understanding of gravity and the motion of planets". *School Science and Mathematics*, 89 (5), 380-391.
23. LANCIANO, Nicoletta, 1989. "Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 173-182.
24. SEQUEIRA, M., LEITE, L., DUARTE, Ma. C., 1989. "Concepcoes alternativas sobre a queda dos graves. Propostas para estrategias de ensino". *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra (III Cong.), 261-262.
25. NUSSBAUM, Joseph, 1989. "La Tierra como cuerpo cósmico". Ideas científicas en la infancia y la adolescencia, Driver-Guesne-Tiberghien, A., Morata., 259-290.
26. BAXTER, John, 1989. "Children's understanding of familiar astronomical events". *Int. J. Sci. Educ.*, 11 Sp. Issue, 502-513.
27. NARDI, Roberto, CARVALHO, Ana María, 1990. "A genese, a psicogenese e a aprendizagem do conceito de campo; subsidios para a contrucao do ensino desse conceito". *Cad. Cat. Ens. Fis.*, 7 Esp., 48-69.
28. DOM NECH BLANCO, José Luis, DOM NECH PASTOR,  ngeles, 1990. "La barrera cielo/tierra aún existe. (Contra el cambio conceptual puntual)". Tesis de Maestría en Didáctica de las Cs. Universitat de Valencia. 99 pp.
29. BERG, Terrance, BROUWER, Wytze, 1991. "Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity". *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 3-18.
30. VOSNIADOU, Stella, 1991. "Conceptual development in Astronomy". Glynn-Yeanny-Britton (Eds.), The psychology of learning science, Lawrence-Erlbaum, 149-177.
31. VOSNIADOU, Stella, BREWER, William, 1992. "Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood". *Cognitive Psychology*, 535-585.
32. BAR, Varda, ZINN, Barbara, 1992. "The development of children's concepts of weight and gravity". Proceedings of GIREF '91: Teaching about reference frames from Copernicus to Einstein. 344-347.
33. GALILI, Igal, 1993. "Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts". *Int. J. Sci. Educ.*, 15 (2), 149-162.
34. RAYO, H., 1993. "Gravedad: algunos t picos sobre el pensamiento científico de los alumnos de BUP y COU". *Enseñanza de las Ciencias*, N m. Extra (IV Cong.), 277-278.
35. REYNOSO, Elaine, FIERRO, Enrique, TORRES, Gerrdo, VICENTINI-MISSONI, Matilde, PÉREZ DE CELIS, Josefina, 1993. "The alternative frameworks presented by Mexican students and teachers concerning the free fall of bodies". *Int. J. Sci. Educ.*, 15 (2), 127-138.
36. BAR, Varda, ZINN, Barbara, GOLDMUNTZ, Rivka, SNEIDER, Cary, 1994. "Children's concepts about weight and free fall". *Science Education*, 78 (2), 149-169.
37. VOSNIADOU, Stella, 1994. "Universal and culture-specific properties of children's mental models of the Earth". Hirshfeld, L., Gelman, S., (eds.), Mapping the Mind, Cambridge Un. Press, 412-430.
38. NARDI, Roberto, 1994. "História da ciência x aprendizagem: algumas semelhanas detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a no o de campo de força". *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 101-106.
39. AFONSO LÓPEZ, R., BAZO GONZÁLEZ, C., LÓPEZ HERNÁNDEZ, M., MACAU F BREGA, M. D., RODRÍGUEZ PALMERO, M. L., 1995. "Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo". *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 327-335.
40. ARNOLD, Paul, SARGE, Ann, WORRALL, Lisa, 1995. "Children's knowledge of the earth's shape and its gravitational field". *Int. J. Sci. Educ.*, 17 (5), 635-641.
41. ALBANESE, A., DANHONI NEVES, Marcos Cesar, VICENTINI, Matilde, 1995. "Models in science and in education: a critical review of research on students' ideas about the Earth and its place in the Universe". 3rd. International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Minn., USA. 11 pp.

42. SHARP, John, 1996. "Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England". *Int. J. Sci. Educ.*, 18 (6), 685-712.
43. NARDI, Roberto, CARVALHO, Ana Maria Pessoa, 1996. "Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta terra". *Investigações em Ensino de Ciências*, 1 (2), 13 pp.
44. GALILI, Igal, KAPLAN, Dov, 1996. "Students' operations with the weight concept". *Science Education*, 80 (4), 457-487.
45. LANCIANO, Nicoletta, 1996. "L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'Astronomia nella scuola elementare in Italia". Tesis doctoral, N°235, Universidad de Ginebra, Suiza. 313 pp. +Allegati.
46. GALILI, Igal, BAR, Varda, 1997. "Children's operational knowledge about weight". *Int. J. Sci. Educ.*, 19 (3), 317-340.
47. BAR, Varda, ZINN, B., RUBIN, E., 1997. "Children's ideas about action at a distance". *Int. J. Sci. Educ.*, 19 (10), 1137-1157.
48. SNEIDER, Cary, OHADI, Mark, 1998. "Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity". *Science Education*, 82, 265-284.
49. ROALD, Ingvild, MIKALSEN, Oyvind, 2000. "What are the Earth and the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils". *Int. J. Sci. Educ.*, 22 (4), 337-355.
50. BRICKHOUSE, Nancy, DAGHER, Zoubeida, SHIPMAN, Harry, LETTS, William, 2000. "Why things fall: evidence and warrants for belief in a college Astronomy course". *Improving Science Education*. Millar-Leach-Osborne (Eds.), Open University Press. 11-26.
51. WEBB, Linda, MORRISON, Ian, 2000. "The consistency of primary children's conceptions about the Earth and its gravity". *School Science Review*, 81 (296), 99-103.
52. PALMER, David, 2001. "Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity". *Int. J. Sci. Educ.*, 23 (7), 691-706.
53. GALILI, Igal, 2001. "Weight versus gravitational force: historical and educational perspectives". *Int. J. Sci. Educ.*, 23 (10), 1073-1093.
54. IOANNIDES, Ch., VOSNIADOU, Stella, 2001. "The changing meanings of force". *Cognitive Science Quarterly*, 2 (1), 227-67.
55. TÄHTINEN, Juhani, HALLIKAINEN, Hallikainen, 2002. "Finnish children's conceptions of the Earth and of the day and night cycle and the development of these conceptions: are they mental models?" *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 62-73.
56. EHRLÉN, Karin, 2002. "The problem of pictures when studying children's conception of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 74-79.
57. NOBES, Gavin, MARTIN, Alan, PANAGIOTAKI, Georgia, 2002. "Picturing the world: children's understanding of the earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 81.
58. ÖSTERLIND, Karolina, 2002. "Concept formation as a process of general assimilation and differentiation: an investigation of children's conceptions of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 166-175.
59. HANNUST, Trijn, KIKAS, Eve, 2002. "Five- and seven- year old children's concepts of the earth and the influence of experimental teaching on these concepts". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 176-183
60. SKOPELITI, Irini, IKOSPENTAKI, Kalliopi, VOSNIADOU, Stella, 2002. "The influence of external representations on children's models of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 80 (abstract).
61. LLANCAQUEO, Alf., CABALLERO, Concesa, MOREIRA, Marco Antonio, 2003. "El concepto de campo en el aprendizaje de la física y en la investigación en educación en ciencias". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 29 pp.
62. GALILI, Igal, LEHAVI, Y., 2003. "The importance of weightlessness and tides in teaching gravitation". *Am. J. Phys.*, 71 (11), 1127-1135.
63. AGAN, Lori, SNEIDER, Cary, 2004. "Learning about the Earth's Shape and Gravity: A guide for teachers and curriculum developers". *The Astronomy Education Review (e-journal)*, 2 (2), 29 pp.
64. STIPCICH, María Silvia, 2004. "Significados del concepto de interacción gravitatoria en estudiantes de nivel polimodal y puesta en práctica de una propuesta didáctica respecto a dicho concepto". Universidad de Burgos. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Programa internacional de Doctorado. Enseñanza de las Ciencias. Departamento de Didácticas Específicas. Inédita. 277 pp.
65. SIEGAL, Michael, BUTTERWORTH, George, NEWCOMBE, Peter, 2004. "Culture and children's cosmology". *Developmental Science*, 7 (3), 308-324.
66. VOSNIADOU, Stella, SKOPELITI, I., IKOSPENTAKI, K., 2004. "Modes of knowing and ways of reasoning in elementary Astronomy". *Cognitive Development*, 19, 203-222.

67. BLACK, Alice, 2004. "Relationship of Earth Science misconceptions and conceptual understanding with three types of spatial abilities in university non-science majors". Proceedings of NARST 2004 Conf.
68. CAMINO, Néstor, 2005. "Concepciones sobre la gravedad en estudiantes de magisterio y docentes de EGB". Memorias REF XIV. ISBN 987-22472-0-XREF14. 15 pp.
69. CAMINO, Néstor, 2005. "El concepto de gravedad en algunos artículos de investigación". Memorias REF XIV. ISBN 987-22472-0-XREF14. 10 p.
70. CAMINO, Néstor, MARTÍNEZ, Juan Manuel, 2005. "Algunas concepciones sobre la gravedad en la Luna". Memorias REF XIV. ISBN 987-22472-0-XREF14. 6 p.
71. DOSTAL, Jack Alan, 2005. "Students concepts of gravity". Thesis for the degree of Master in Science. Iowa State Un., 84 pp.
72. VOSNIADOU, Stella, SKOPELITI, Irini, 2005. "Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth". Preprint, 6 p.
73. STRAATEMEIER, Marthe, VAN DER MAAS, Han L. J., JANSEN, Brenda R., 2005. "Children's Knowledge of the Earth: New Evidence for the Fragmentation Account". Preprint, 75 pp.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA CITADA

1. DUMRAUF, Ana, 2003. "¿De quién es el fracaso en el fracaso escolar? Una mirada basada en los aportes de la investigación en educación en ciencias". Conferencia invitada al Congreso de Educación "Prácticas pedagógicas y fracaso escolar". Unidad Académica "Emilio V. Alavedra". Maipú, Buenos Aires.
2. DRIVER, R., 1981, "Pupils alternative frameworks in science". *Eur. J. Sci. Ed.*, vol. 3, num. 1, pp. 93-101.
3. DRIVER, R., EASLEY, J., 1978. "Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students". *Studies in Science Education*, vol. 5, 61-84.
4. GILBERT, John, WATTS, Michael, 1983. "Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education". *Studies in Science Education*, vol. 10, 61-98.
5. PFUNDT, H., et al., 1994. Bibliography. Students' alternative frameworks and science education. I.P.N., Kiel.
6. POZO, Juan Ignacio, 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata, Madrid, España.
7. VOSNIADOU, Stella, 1991. "Conceptual development in Astronomy". Glynn-Yeanny-Britton (Eds.), *The psychology of learning science*, Lawrence-Erlbaum, 149-177.
8. VOSNIADOU, Stella, BREWER, William, 1992. "Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood". *Cognitive Psychology*, 535-585.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE REFERENCIA

1. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°2, pp. 183-208.
2. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°3, pp. 388-402.
3. MOREIRA, Marco Antonio, 2004. "Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal". Aceptado para su publicación en la *Revista Chilena de Educación en Ciencias*.

CAPÍTULO 2

PARADIGMAS, VISIONES DE MUNDO Y REPRESENTACIONES SOCIALES

CAPÍTULO 2

PARADIGMAS, VISIONES DE MUNDO Y REPRESENTACIONES SOCIALES

Desarrollaré en este Capítulo los principales elementos que permitirán comprender de qué manera ven el mundo (su cosmovisión), al menos desde la perspectiva gravitatoria, el conjunto de personas entrevistadas para la presente Investigación.

Su forma de ver el mundo será interpretada a partir de los desarrollos teóricos producidos por tres importantes corrientes de investigación, complementarias a los fines de esta Tesis:

- La teoría de Thomas Kuhn y su epistemología basada en los *paradigmas*;
- La propuesta educativa realizada por William Cobern para la Educación en Ciencias Naturales, generada a partir del modelo antropológico de *visión de mundo* desarrollado por Michael Kearney; y
- La teoría de las *representaciones sociales* de Serge Moscovici y sus aportes para comprender la influencia del entorno social y cultural en el que viven las personas en la construcción de una cierta cosmovisión.

Presento a continuación un desarrollo sintético de estas tres teorías, las que darán un marco teórico adecuado con respecto al cual referiré los resultados y conclusiones de la presente Investigación.

2.1. LOS PARADIGMAS DE THOMAS KUHN ⁶

Una de las corrientes epistemológicas más interesantes surgidas a mediados del Siglo XX es la desarrollada por Thomas Kuhn (1922-1996), con un hito trascendental marcado por la publicación de su libro La estructura de las revoluciones científicas (1962). La importancia de Thomas Kuhn radica principalmente en que su obra:

"La estructura de las revoluciones científicas ... constituye el punto de partida de una nueva manera de entender la ciencia. ... La crítica de Kuhn a (la) imagen de ciencia vino a poner en tela de juicio sus supuestos más básicos, entre ellos el carácter neutral de la observación, la noción de una verdad absoluta, la elección de teorías como una actividad gobernada por principios autónomos y universales de racionalidad, y la añeja idea de que la filosofía de la ciencia tiene una función exclusivamente normativa. El modelo alternativo que elabora Kuhn, donde la preocupación por dar cuenta de los procesos de cambio científico pasa a ocupar el lugar central, prescinde de todos esos supuestos tradicionalmente arraigados" (Pérez Ransanz, 1999).

Pero además su teoría fue tomada como referente para una corriente de investigación en aprendizaje de las ciencias que, a partir quizás del trabajo de POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P., GERTZOG, W., 1982, "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education*, vol. 66, núm. 2, pp. 211-227, da inicio a una época en la que los investigadores en educación en ciencias comienzan a considerar que el proceso de cambio conceptual que vive una persona es de alguna manera análogo al propuesto por Kuhn para el proceso de comparación y elección de teorías.

⁶ Kuhn se graduó como físico en Harvard, doctorándose en física teórica en 1949. Interesado en la historia de la Física, y a partir de su relación con James Conant, se dedica de lleno a la Historia de la Ciencia profundizando además en las teorías de Piaget, de la Gestalt y estudia los trabajos de Alexander Koyré, entre muchos otros, publicando en 1957 La revolución copernicana. A fines de los años '50 ya está completamente dedicado a la Filosofía de la Ciencia, publicando La estructura de las revoluciones científicas en 1962. De allí en más, hasta su muerte, trabajó principalmente en clarificar y expandir el alcance de su teoría.

Esta utilización de la teoría de Kuhn para intentar comprender los procesos de evolución conceptual en el aprendizaje de las personas fue explícitamente criticado por el mismo Kuhn, expresando que él lo único que hizo (!) fue dar una explicación de los procesos que se suceden en comunidades de científicos cuyo quehacer es la ciencia (y dentro de éstas principalmente la Física, la Química, la Astronomía y la Biología) y que por esa razón la transferencia de sus tesis a grupos de no especialistas que no forman comunidades cerradas en disciplinas como la Educación no podría llegar a buen término.

Sin embargo, y aunque es totalmente adecuada la aclaración de Kuhn, su teoría es tan firme para mostrar los aspectos humanos (psicológicos, sociales, metafísicos, etc.) que influyen en la manera en que se dan los procesos de cambio conceptual dentro de una ciencia que el paralelo con la forma en que podrían darse los procesos de aprendizaje en las personas es, sino inmediato, al menos posible de ser analizado, intentando construir análogos entre una comunidad de científicos y una persona que aprende.

La teoría de Kuhn tiene todavía mucho por dar para quienes intentamos comprender los procesos de aprendizaje conceptual en las personas, especialmente porque estoy convencido de que las líneas iniciadas a partir de la misma no han utilizado en profundidad todo lo que aún hay por leer entre líneas de lo que dice Kuhn (Camino, 2005a).

La Figura 2.1, en la página siguiente, presenta una síntesis esquemática general de la Teoría, considerando a la investigación científica como un proceso en el tiempo y ubicando anomalías, crisis, revoluciones y paradigmas en competencia en una secuencia claramente explicitada.

A los fines de este estudio, focalizaré mi atención sobre el concepto de **paradigma**. Este concepto, hoy utilizado ampliamente por prácticamente todas las disciplinas, fue usado originalmente por Kuhn para tratar de explicar el funcionamiento de una comunidad científica y las características de la investigación científica desarrollada por ésta en las épocas de "ciencia normal": aquellos períodos de tiempo en los que la comunidad trabaja sin preguntarse por los fundamentos de su actividad y confiada en la potencialidad de su disciplina para resolver los enigmas propios de su ámbito de investigación.

"... 'ciencia normal' significa investigación basada firmemente en una o más realizaciones científicas pasadas, realizaciones que alguna comunidad científica particular reconoce, durante cierto tiempo, como fundamento para su práctica posterior. ... Voy a llamar, de ahora en adelante, a las realizaciones ... 'paradigmas', término que se relaciona estrechamente con 'ciencia normal'. ... La adquisición de un paradigma y del tipo más esotérico de investigación que dicho paradigma permite es un signo de madurez en el desarrollo de cualquier campo científico dado". (Kuhn, 1992, pp. 33-35)

"Un paradigma es lo que comparten los miembros de una comunidad científica y, a la inversa, una comunidad científica consiste en unas personas que comparten un paradigma. ... Las comunidades científicas pueden aislarse sin recurrir previamente a paradigmas; estos pueden ser descubiertos, entonces, analizando el comportamiento de los miembros de una comunidad dada". (Kuhn, 1992, p. 271)

En lo que respecta a esta Tesis, es fundamental la relación entre los paradigmas kuhnianos y el concepto de visión de mundo (cosmovisión):

"Una vez descubierto un primer paradigma a través del cual ver la naturaleza, no existe ya la investigación con ausencia de paradigmas". (Kuhn, 1992, p. 131)

ESQUEMA DE SÍNTESIS DE "LA ESTRUCTURA DE LAS REVOLUCIONES CIENTÍFICAS" (T.S. KUHN)

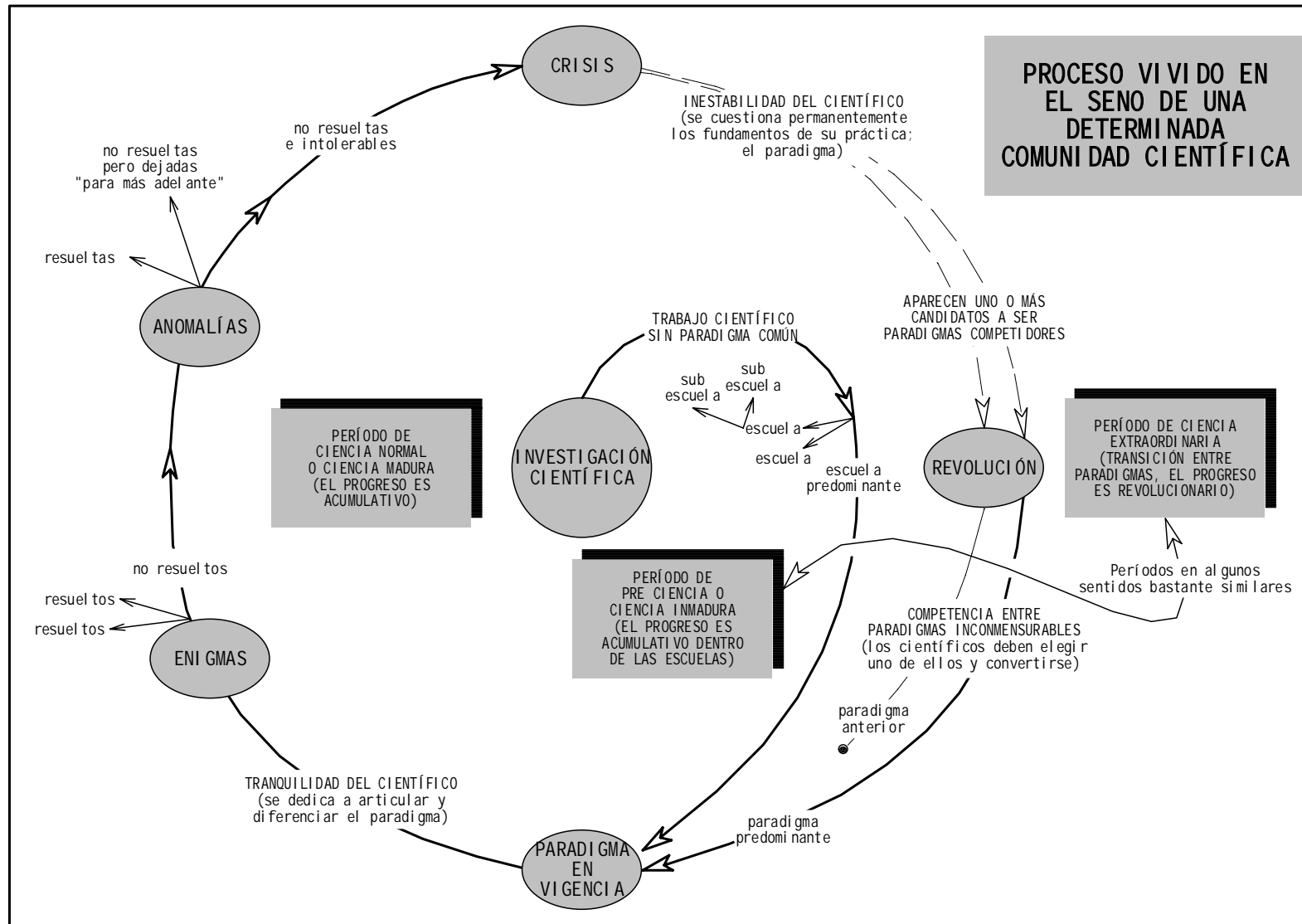


FIGURA 2.1
Gráfico de síntesis esquemática general de la dinámica propuesta por Thomas Kuhn (1992)
para la evolución de las Ciencias Naturales (Camino, 2005a)

Por consiguiente, es de gran importancia comprender lo que sucede cuando una comunidad científica cambia sus paradigmas, luego de un proceso de "revolución científica", ya que la concepción de que cada paradigma da una cierta "visión de mundo" (cosmovisión) implica que el cambio en él necesariamente trae aparejado un cambio en ésta⁷; dicho de otra manera:

"...cuando cambian los paradigmas, el mundo mismo cambia con ellos." (Kuhn, 1992, p. 176)⁸

La Figura 2.2 adjunta muestra estas características (a partir de Kuhn, 1992, Capítulo X):

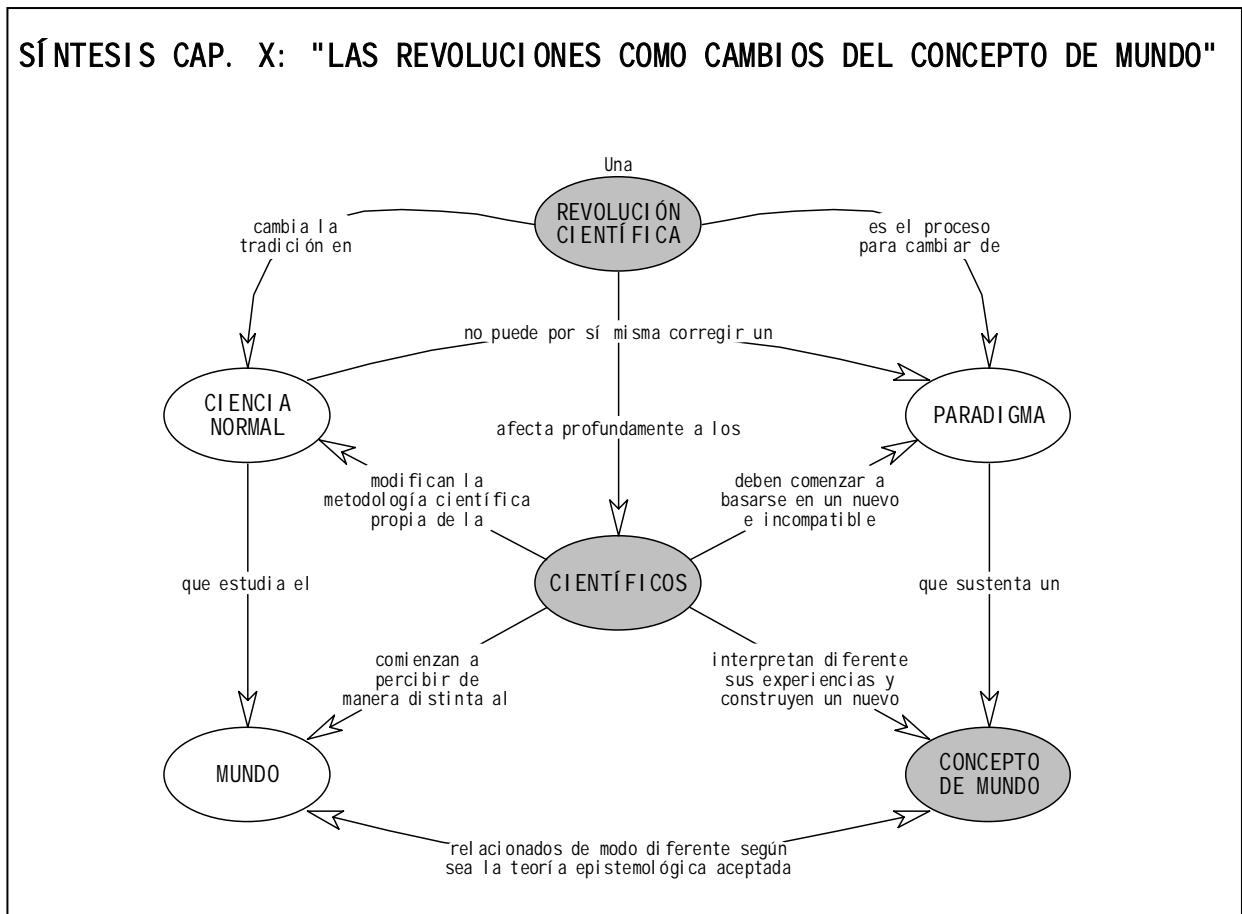


FIGURA 2.2
Gráfico de síntesis esquemática del proceso de cambio en la visión de mundo (Camino, 2005a), en base a Kuhn, 1992.

⁷ Es importante tener en claro que esta Tesis no trata sobre "cambio conceptual", sino simplemente sobre la identificación de una cosmovisión asociada a un conjunto de ideas acerca de un determinado concepto (gravedad) y en el mejor de los casos de la estructura conceptual con él relacionada.

⁸ Kuhn indicó expresamente su interés en las teorías de Piaget y la Gestalt, pero no hay mención alguna a Freud. Sin embargo, algunos elementos de la teoría de Kuhn tienen ciertas reminiscencias (análogas) a procesos psicoanalíticos. Más allá de que para comprobar esta potencial conexión se requeriría una investigación profunda, me interesa al menos citar el siguiente párrafo de Freud publicado treinta años antes de la publicación de La Estructura...: "... que una cosmovisión es una construcción intelectual que soluciona de manera unitaria todos los problemas de nuestra existencia a partir de una hipótesis suprema; dentro de ella ninguna cuestión permanece abierta y todo lo que recaba nuestro interés halla su lugar preciso. Es fácilmente comprensible que poseer una cosmovisión así se cuente entre los deseos de los hombres. Creyendo en ella uno puede sentirse más seguro en la vida, saber lo que debe procurar...". Freud, Sigmund, 1932, "35 conferencia. En torno a una cosmovisión", en Obras Completas, Tomo XII, Buenos Aires, Amorrortu. p.146.

Asimismo, es también de fundamental importancia para esta Tesis la definición de “paradigma” en su doble acepción: como matriz de compromisos (formales, metafísicos y de valores) y como modelo para la resolución de problemas.

“...me he valido del término ‘paradigma’ en dos sentidos distintos. Por una parte, significa toda la constelación de creencias, valores, técnicas, etc., que comparten los miembros de una comunidad dada. Por otra parte, denota una especie de elemento de tal constelación, las concretas soluciones de problemas que, empleadas como modelos o ejemplos, pueden reemplazar reglas explícitas como base de la solución de los restantes problemas de la ciencia normal. El primer sentido del término ... (lo) podremos llamar sociológico...” (Kuhn, 1992, p. 269)

Esta doble definición, explicitada por Kuhn años después de la publicación original de su obra (en particular en la Postdata de 1969) con la intención de clarificar a qué hacía referencia con el concepto de paradigma, tiene fuertes relaciones con las teorías de Cobern y de Moscovici que presentaré más adelante, dando entonces una mayor coherencia a la construcción del concepto de “visión de mundo” y a su utilización para el trabajo de investigación aquí presentado.

La Figura 2.3, en la página siguiente, especifica en profundidad qué elementos forman la matriz de compromisos (o matriz disciplinar) y de qué manera el concepto de paradigma puede comprenderse desde aquellas dos perspectivas tan importantes.

SÍNTESIS "POSTDATA 1969" (parte 1)

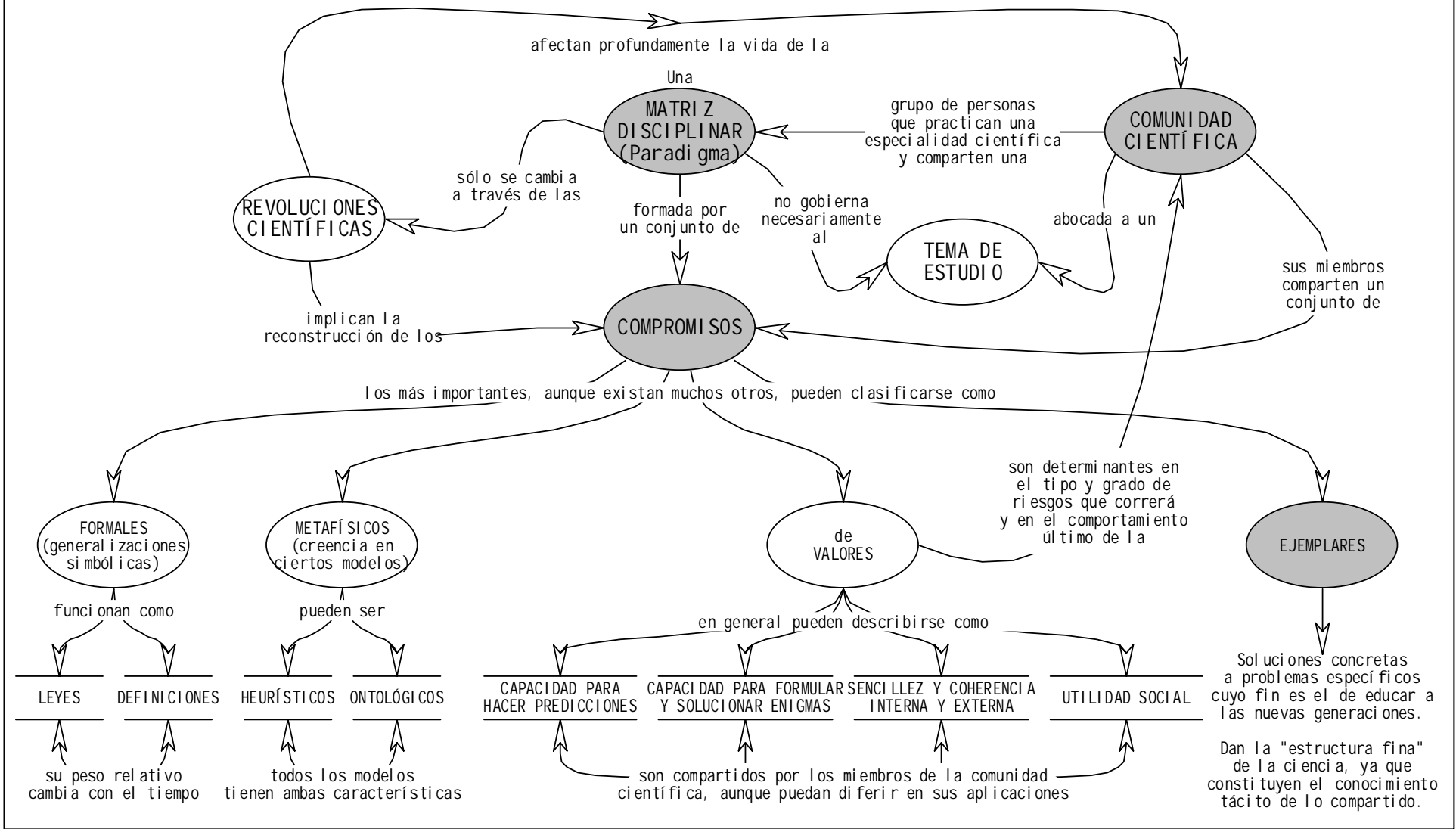


FIGURA 2.3
Gráfico de síntesis esquemática general sobre los componentes de un Paradigma según Kuhn (1992) (Camino, 2005a)

2.2. LA VISIÓN DE MUNDO DE WILLIAM COBERN ⁹

2.2.1. El significado del término “visión de mundo”

“Visión de mundo” es un constructo muy utilizado en Ciencias Sociales, particularmente en la Antropología y la Filosofía (Willamette University, 2005), con diversos usos específicos:

- Una perspectiva disciplinaria sobre la forma en que funciona el mundo físico, como por ejemplo en “la visión de mundo de la ciencia en el siglo diecinueve”, o “el papel de los campos de fuerza en la visión de mundo de Faraday y Einstein”;
- Una forma de ver la realidad subjetiva, idiosincrásica, habitualmente asociada con alguna personalidad histórica o forma de arte, por ejemplo “la visión de mundo de Monet”; y
- Un conjunto cultural de valores, ideas y creencias, incluyendo aquellas relacionadas con la historia, la ciencia, la religión y el arte, como por ejemplo en “la visión de mundo de Occidente”, o “la visión de mundo de los nativos de Norteamérica”.

2.2.2. Características básicas de una “visión de mundo”

Una visión de mundo es, al mismo tiempo, **sintética**: formada por diversos elementos que se combinan para crear significados dentro de una cultura, **y dinámica**: bajo constante cambio a medida que nuevas formas de ver la realidad son descubiertas en nuestra existencia individual y colectiva.

Los aspectos esenciales de una visión de mundo son los siguientes (Kearney, 1984):

- **Holístico**. El “mundo” en la visión de mundo. Los elementos de una visión de mundo no están aislados uno del otro, sino que existen en una clase de “compuesto amable”. Esto no significa que todas las ideas, principios y creencias sean compatibles en un sentido filosófico, sino que una visión de mundo sería una especie de “equipo de supervivencia” y, como tal, tiende a subordinar las diferencias al propósito más inmediato de ser admitido en el mundo.
- **Heurístico**. La gente “ve” el mundo en términos de su visión de mundo. Las visiones de mundo funcionan para dar coherencia y significado a los diversos hechos e informaciones, implícitamente priorizando y evaluando, caracterizando y criticando.
- **Generativo**. Las visiones de mundo no sólo nos dicen cómo tratar con la información en el mundo, sino que también implican nueva información, presuposiciones, creencias y cosas por el estilo. Son activas fuentes de comprensión más que filtros o lentes pasivas a través de los cuales ver la realidad.
- **Subjetivo**. La “visión” en visión de mundo significa que bien puede haber una realidad más objetiva, pero sólo la conocemos por medio de nuestras propias construcciones.
- **Compartido**. Aunque sea posible hablar de la visión de mundo de un individuo, en la mayoría de los casos el término se utiliza para referirse a una perspectiva social o colectiva. Las visiones de mundo tienden a ser fenómenos sociales al grado de que están sujetas a una validación interpersonal. Las utilizamos y las testeamos en el mundo y con la gente que nos rodea.

⁹ William Cobern se graduó en Biología y Química en la Universidad de California, EU, y se doctoró en Educación en Ciencias en la Universidad de Colorado. Su área de investigación es el estudio filosófico y cultural de la ciencia y de la educación en ciencias. Actualmente es el Editor de la sección de Cultura y Estudios comparativos del Journal of Science Education.

2.2.3. Las características del concepto de visión de mundo según Cobern

Para Cobern (1991), la concepción de "visión de mundo" está en la base epistemológica que antecede a las visiones particulares que los estudiantes tengan sobre los fenómenos físicos, más allá de si el investigador las llame teorías de sentido común, esquemas alternativos, concepciones erróneas o ciencia válida:

*"Desde este punto de vista teórico, cada persona puede ser considerada como teniendo una macroestructura epistemológica fundamental que forma la base de su visión de la realidad. El término más común es 'visión de mundo'. Las teorías de sentido común y las teorías científicas son diferentes formas por las cuales uno da sentido al mundo. Ambas formas, sin embargo, descansan en las asunciones fundamentales (presuposiciones) de la visión de mundo que uno tenga. ... No es necesario, sin embargo, considerar a las teorías de sentido común y científica como alternativas mutuamente excluyentes ... es más apropiado verlas como dos esquemas distintos pero solapados e involucrados en actividades animadas por intereses distintos pero también solapados". (Cobern, 1991, pp. 7-8)*¹⁰

La Figura 2.4 de la página siguiente intenta ilustrar las relaciones probables entre ambas teorías, la científica y la de sentido común, dentro del contexto de una visión de mundo.

Ambos tipos de teorías son posibles por las presuposiciones de una visión de mundo, y es posible que algunas de esas presuposiciones sean compartidas mientras que otras no, lo que dará que a un nivel por encima de las presuposiciones, las teorías tendrán cierto solapamiento indicado mediante la intersección de los óvalos que las representan. Las flechas indican que la influencia entre las teorías es probablemente bidireccional.

El óvalo de la teoría científica está más alejado de la visión de mundo debido a que no es el resultado únicamente de la culturalización, sino que es fundamentalmente resultado de la instrucción formal.

Por supuesto, la visión de mundo se desarrolla, evoluciona y cambia. Entre muchos otros factores, una visión de mundo puede evolucionar a partir de experiencias tales como la instrucción formal en ciencias, cuyo potencial para influir en las visiones de mundo es alto.

¹⁰ Es interesante notar que en ese mismo párrafo Cobern menciona que originalmente el término 'visión de mundo' deriva del alemán 'weltanschauung', y discute que si bien la palabra inglesa que mejor traduciría ese término es 'worldview' (como una única palabra), se la ha utilizado en general como dos palabras, lo que derivó finalmente en el uso habitual de 'world view'. En nuestro caso, una nueva traducción llevó a su vez al término 'visión de mundo'; sin embargo, si respetáramos su origen alemán, la expresión que mejor traduciría su sentido sería 'cosmovisión', lo que nos lleva a las raíces kuhnianas (o freudianas) no sólo del término sino del sentido último de tal expresión (aún hoy, un buen diccionario alemán-español define esta palabra como "determinada visión acerca del sentido de la vida y del posicionamiento del hombre en el mundo").

Más adelante, Cobern expresa: "...una distinción entre dos usos del término inglés world view. Hay un uso más filosófico relacionado con el alemán weltanschauung. Está también el sentido de world view como una visión de vida o imagen de mundo, relacionada con el alemán weltbild... Ayudaría si uno pudiera reducir la confusión semántica asociada con world view como weltbild, el término cultural, y world view como weltanschauung, el término filosófico. A este propósito, el filósofo americano John Kok (1988) acuñó los términos ingleses visión de mundo vivida (lived world view) y visión de mundo articulada (articulated world view). Visión de mundo vivida se refiere a weltbild de Dilthey, el significado de visión de mundo que se usa generalmente en Antropología. Visión de mundo vivida lleva el sentido que una visión de mundo es un esquema epistemológico, comunitariamente compartido, esencial para la vida diaria. Una visión de mundo articulada, un tanto opuesta a una visión de mundo vivida, se forma en un proceso que es "conciente, coherente y sin ambigüedades" (Kok) y está mucho más estrechamente relacionada con la filosofía, con la religión y con la ideología. ... De crítica importancia para los educadores es cómo las facetas de una visión de mundo vivida están relacionadas con las visiones de mundo articuladas. Ambas son partes importantes de las estructuras cognitivas y perceptuales..." (Cobern, 1991, p. 17)

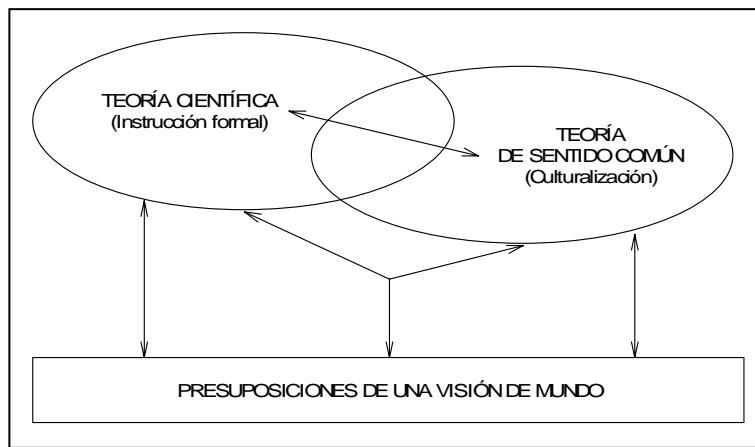


Figura 2.4
Teoría Científica, Teoría de Sentido Común y Visión de Mundo
 (según Cobern, 1991, Fig. 2, p. 9)

Según Cobern, la fuerza motora detrás del desarrollo de una visión de mundo es la necesidad de una persona de relacionarse con el mundo exterior. A partir de la niñez, cada persona interactúa con su entorno físico y social, y es a través de esta miríada de interacciones con el entorno que las presuposiciones de la visión de mundo son inconcientemente construidas. El proceso ocurre durante un largo período de tiempo, siendo los años formativos de la infancia de la mayor importancia. A través de los años de escolarización, la educación formal contribuye al desarrollo de la visión de mundo; a su vez, una visión de mundo provee las bases sobre las cuales los esquemas cognitivos son construidos durante el proceso de aprendizaje.

Si bien a medida que se va madurando la maleabilidad de una visión de mundo comienza a decrecer, dado que las visiones de mundo también tienen una función adaptativa que permite que aún los adultos se ajusten a los nuevos entornos, aunque sus presuposiciones están fuertemente establecidas no son inmutables. La fortaleza de una visión de mundo madura parece estar inversamente relacionada con el grado de heterogeneidad en una cultura. A mayor heterogeneidad, menos apta es una visión de mundo de establecerse fuertemente. Este proceso propuesto de desarrollo y cambio en una visión de mundo es lo que Michael Kearney (1984) llama "construccionismo dialéctico".

En la arquitectura mental humana, la visión de mundo es la base sobre la cual uno construye las estructuras cognitivas y perceptivas. Asimismo, cabe destacar que implícito en el trabajo de Vygotsky está la importancia de los contextos de significado, incluyendo a la visión de mundo, en el aprendizaje. Es el énfasis de Vygotsky en el contexto sociocultural lo que coincide con las investigaciones sobre visión de mundo y sobre contextos de significado; tejer estas tres hebras juntas ayudaría a los educadores a comprender los desarrollos cognitivos de los chicos. (Cobern, 1991)

2.2.4. El modelo lógico-estructural de Michael Kearney

El trabajo de Cobern está basado, a su vez, en los trabajos de Michael Kearney, un antropólogo estadounidense quien en su libro World View (1984) desarrolla un interesante modelo de visión de mundo.

El modelo de Kearney comienza con la idea de que una visión de mundo es un conjunto organizado de presuposiciones cognitivas fundamentales acerca de la realidad. Él asume que esta organización es configurada por una dinámica de equilibrio interno de modo que algunas de estas asunciones e ideas, creencias y acciones resultantes derivadas de ellas son lógicas y estructuralmente más compatibles que otras, y que la visión de mundo como un todo 'se esfuerza' por lograr un máximo de consistencia lógica y estructural, al mismo tiempo que busca satisfacer la necesidad de relacionarse con el entorno externo.

Kearney desarrolló un modelo compuesto por siete categorías cognitivas o universales básicos: Sí-Mismo, Lo-Otro, Relación, Clasificación, Causalidad, Espacio y Tiempo. Así, una visión de mundo tiende a ser internamente consistente, en la cual las presuposiciones son lógicamente integradas y los universales son estructuralmente integrados; por esta razón, el modelo se denomina lógico-estructural.

Cada universal está compuesto de un conjunto (o conjuntos) de presuposiciones, lógicamente consistentes, organizados jerárquicamente, al final de los cuales está una presuposición última, absoluta. Esta es una presuposición de primer orden o una presuposición última más allá de la cual no hay otras. Uno podría pensar en una presuposición de primer orden (la más profunda) como análoga a la "causa final" de Aristóteles. Las presuposiciones construidas a partir de aquélla, y por esto de menor nivel jerárquico, son las que componen las estructuras cognitivas con las cuales los educadores tienen mayor familiaridad, i. e.: las teorías científica y de sentido común. (Cobern, 1991, pp. 38-39)

2.2.5. Descripción de los universales de Kearney

¿Qué categorías cognitivas de carácter universal son necesarias para describir y comparar las distintas visiones de mundo que pudieran existir? Tal conjunto de categorías debe poder ser aplicable a cualquier visión de mundo humana sin distorsionarla gravemente.

A esta pregunta Kearney (1984, p. 65) se contesta ideando el conjunto de universales ya citado, resaltando el hecho fundamental de que los mismos son comunes a todos los seres humanos, aunque su contenido específico cumple la función de herramientas: varían culturalmente y son adaptados a los entornos locales para la mayor parte de los propósitos pragmáticos de las personas. Así, los contenidos de una visión de mundo dan forma al comportamiento de la gente en su vida cotidiana, y esta conducta a su vez construye su propio mundo.

La descripción sintética de los universales es la siguiente:

SÍ-MISMO: Dentro del universo, el punto de referencia primario de un individuo es él mismo, el Sí-Mismo. El funcionamiento de toda sociedad humana depende de la propia identificación y de las nociones culturalmente determinadas de la naturaleza del Sí-Mismo. Todo sí-mismo (o la sensación de una persona de sí misma) existe e interactúa dentro de un entorno, Lo-Otro. Básicamente, el Sí-Mismo recibe información de Lo-Otro y modifica su comportamiento en consecuencia. Por esto, la diferenciación esencial está compuesta del Sí-Mismo y de todo lo que no es Sí-Mismo, Lo-Otro; es decir, "darse cuenta" de uno mismo y de que se está en indisoluble relación con lo que no es uno mismo. Estos dos, Sí-Mismo y Lo-Otro, son los universales de primer orden y juntos forman el principal eje de una visión de mundo.

LO-OTRO: Todo en el universo excepto el Sí-Mismo. Lo-Otro puede ser dividido en dominios de estatus equivalente, no equivalente o de taxonomía jerárquica. La división más simple es en dominios de entorno humano y entorno físico, o sociedad y naturaleza; o bien, como sucede en muchas culturas, un dominio tripartito: sociedad, naturaleza y dios.

RELACIÓN: Es difícil, sino imposible, para cualquiera discutir el Sí-Mismo y Lo-Otro totalmente independientes uno del otro. Hablar del Sí-Mismo invariablemente involucra algún contexto, Lo-Otro; hablar de la naturaleza implica invariablemente invocar los términos del Hombre y su relación con la naturaleza. Es en las interacciones entre el Sí-Mismo y Lo-Otro que los sentidos del Sí-Mismo y Lo-Otro se forman. Están estructuralmente integrados ya que el universal Relación surge de la condición necesaria de que la supervivencia del Sí-Mismo depende de su interacción con Lo-Otro, siendo éste ambos entornos, el social y el físico, en el cual el Sí-Mismo está ubicado. El universal Relación es importante porque la forma en que la gente ve la interacción con otra gente y con las cosas en sus ambientes, afecta significativamente la forma en que ellos se comportarán.

CLASIFICACIÓN: El estudio sobre visiones de mundo es en gran medida el análisis de las principales categorías (clases) de la realidad reconocidas por la gente y de los criterios por los cuales ellos agrupan a su vez los contenidos dentro de esas categorías. En términos del universal Clasificación, una visión de mundo es la organización cognitiva más amplia y más fundamental de la realidad. El análisis del universal Clasificación correspondiente a una cierta visión de mundo brinda dos tipos de información: el contenido de los dominios, y los atributos o los criterios por los cuales tales contenidos han sido agrupados en esos dominios. La diferenciación entre Sí-Mismo y Lo-Otro es quizás el más claro y significativo ejemplo de una presuposición en esta categoría universal de segundo orden; la clasificación dentro de Lo-Otro, antes indicada, es otro posible ejemplo; a su vez pueden existir subclasificaciones y así sucesivamente. Distintas clasificaciones posibles dentro de Lo-Otro son, por ejemplo: "real" y "no real" (caballos, unicornios, etc.), "natural" y "sobrenatural" (el campo de la ciencia, el campo de la religión, etc.).

CAUSALIDAD: Kearney desarrolló su concepto de Causalidad desde una perspectiva piagetiana, argumentando que un individuo construye su visión de mundo basado en las fuerzas dialécticas en su vida, esto es entre el Sí-Mismo y Lo-Otro, especialmente durante los años formativos de la niñez. Incorporó en su teoría los estados de desarrollo de Piaget, donde la naturaleza de la causa y el efecto cambia para un chico mientras crece y gana experiencia. Emplea además la definición de Durkheim (1965) sobre causalidad (Kearney, 1984, p. 85): *"Lo primero que implica la noción de una relación causal es la idea de eficacia, de potencia productiva, o de fuerza activa. Por causa habitualmente significamos algo capaz de producir cierto cambio. La causa es la fuerza antes de que haya mostrado la potencia que está en ella; el efecto es la misma potencia, sólo que actualizada"*.

Los dos universales restantes, ambos de tercer orden, son generados por las nociones de "ubicación" (dimensión espacial) y de "proceso" (dimensión temporal); ambas dimensiones están inextricablemente unidas en todo lo que esté relacionado con una visión de mundo. La descripción de estos dos universales es la siguiente:

ESPACIO: Hay muchos ejemplos de cómo la gente "ve" y "utiliza" el espacio en forma diferente, por ejemplo entre habitantes rurales y urbanos, o en la montaña y en la llanura, o bien en la arquitectura, en las danzas, etc. Los usos reales que la gente hace del espacio, de entre todos aquellos usos potencialmente posibles y disponibles para ellos, están afectados (condicionados) por sus propias imágenes espaciales.

TIEMPO: Dentro de una visión de mundo, el Tiempo tiene una estructura más complicada y más abstracta. La misma puede tener una de tres orientaciones básicas: pasado, presente o futuro, cada una de las cuales es una presuposición de primer orden diferente, lo que modifica el tenor no sólo de la vida personal sino de toda una cultura. Sumado a las orientaciones del Tiempo, hay también diferentes imágenes de Tiempo: oscilante (en círculos, en zig-zag), vinculado a los fenómenos repetitivos o cíclicos, y lineal, vinculado a los fenómenos que no se repiten. Por último, el Tiempo tiene importantes atributos: su variación en profundidad o rango (un futuro de pocos meses o de largo plazo, etc.) y el ritmo o marcha (para algunas personas el tiempo camina y para otras corre, etc.).

Podría sugerirse que los universales Espacio y Tiempo son en realidad no más que atributos o características de Lo-Otro. Ciertamente, Espacio y Tiempo siempre son pensados en conjunción con algún aspecto de Lo-Otro; sin embargo, a diferencia de los atributos real/no real, algunas formas fundamentales de la cognición espacio/tiempo son comunes a todas las personas. En la Figura 2.5, Causalidad está contenida por el universal Relación en un extremo y por Espacio y Tiempo en el otro. La comprensión de la Causalidad depende tanto de la relación entre los universales Sí-Mismo y Lo-Otro como de la comprensión de Espacio y Tiempo. Estos cuatro universales están íntimamente relacionados tanto que sólo con algún concepto de espacio y tiempo, en conjunción con algún concepto de cómo uno se relaciona con el mundo exterior, puede darse sentido y concebir la Causalidad. (Cobern, 1991)

2.2.6. La integración de los universales (Kearney, 1984, pp. 106-107)

Los universales del modelo lógico-estructural de visión de mundo de Michael Kearney son mutuamente dependientes, de variadas formas y en distintos grados.

El esqueleto de una visión de mundo es la oposición y la integración entre el Sí-Mismo y Lo-Otro. A partir de esta estructura tan primaria, se derivan los demás universales como algo necesario a partir de la diferenciación entre Sí-Mismo y Lo-Otro.

El primero de ellos es el universal Relación, que indica la más básica ligazón entre los dos universales de primer orden. La misma existencia del Sí-Mismo y de Lo-Otro, y de las grandes diferenciaciones al interior de Lo-Otro, son la razón para el origen y la estructura interna del universal Clasificación.

Mientras que el universal Clasificación tiene una estructura estática, el universal Relación es dinámico en tanto que da cuenta de, en primer lugar, la interacción existente entre el Sí-Mismo y Lo-Otro, así como también da cuenta de las interacciones hacia el interior del Sí-Mismo y hacia el interior de Lo-Otro.

Es a partir de este aspecto dinámico del universal Relación que podemos derivar el universal Causalidad. El conocimiento de la causalidad es dependiente no sólo de la Relación sino también del conocimiento del Espacio y del Tiempo.

La Figura 2.5 indica las principales interconexiones lógico-estructurales

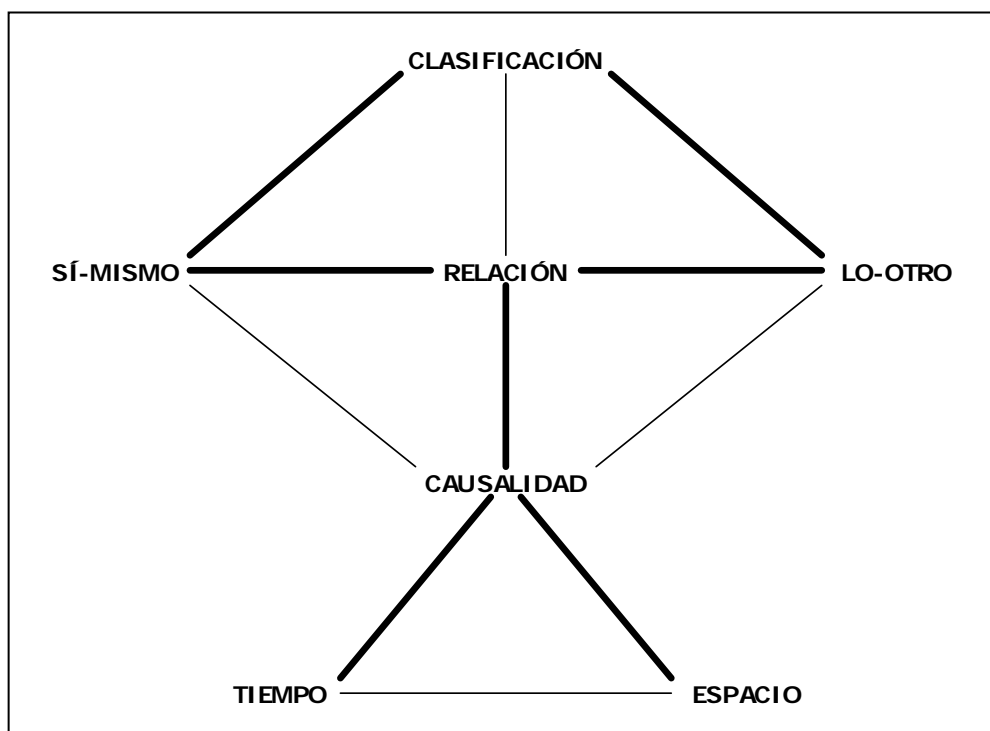


FIGURA 2.5
El modelo Lógico-Estructural de Visión de Mundo de Michael Kearney (1984, p. 106)

Las líneas representan el desarrollo genético de los distintos universales, pero también representan las principales influencias en cualquier punto dado en la existencia de una visión de mundo. Es decir, representan interconexiones dinámicas en las cuales la presencia de presuposiciones en cualquiera de las mismas tiene implicaciones lógico-estructurales en las otras. Según Kearney, las líneas más gruesas indican las relaciones más directas, pero de todos modos todas las dimensiones están directa o indirectamente conectadas unas con otras.

2.2.7. La dinámica del modelo de visión de mundo (Kearney, 1984, pp. 119-121)

La Figura 2.6 muestra en forma esquemática la dinámica del modelo de visión de mundo, resaltando las principales influencias, internas y externas, de cambio posibles de imaginar. Las flechas representan las fuerzas modeladoras o las influencias entre los fenómenos indicados en los recuadros, el sentido de las flechas indica el sentido en el que tales influencias actúan.

La existencia humana debe suceder dentro de entornos sociales y geográficos particulares los cuales incluyen modos de producción, costumbres, organización social, y un paisaje dado. Asumiendo que los habitantes de cierto entorno (en el sentido más general) lo han ocupado por cierto tiempo –algunas generaciones o más– ellos habrán comenzado a percibirlo y a relacionarse con ese entorno de una manera “tradicional”. Esta manera de percibir el entorno es nada más ni nada menos que su visión de mundo.

De esta manera, el entorno (social y natural) da forma a la visión de mundo; es decir, la forma en la que el entorno es percibido es en gran medida dependiente de la naturaleza del entorno en sí mismo.

Por ser la visión de mundo la base mental sobre la cual actuar dentro del entorno general, antes de que se pueda actuar la percepción del entorno debe ocurrir con cierto grado de conciencia. Existe gran variedad de modos, medios, y fines de la acción, y la elección entre ellos depende de cómo es la percepción lograda y depende también de los valores existentes. A su vez, los valores que afectan la toma de decisiones dependen no sólo de la percepción que se tenga de las distintas opciones sino de aquellas actitudes subyacentes a una visión de mundo (cuál es el mejor medio para lograr la felicidad, o tener cierta seguridad, etc.).

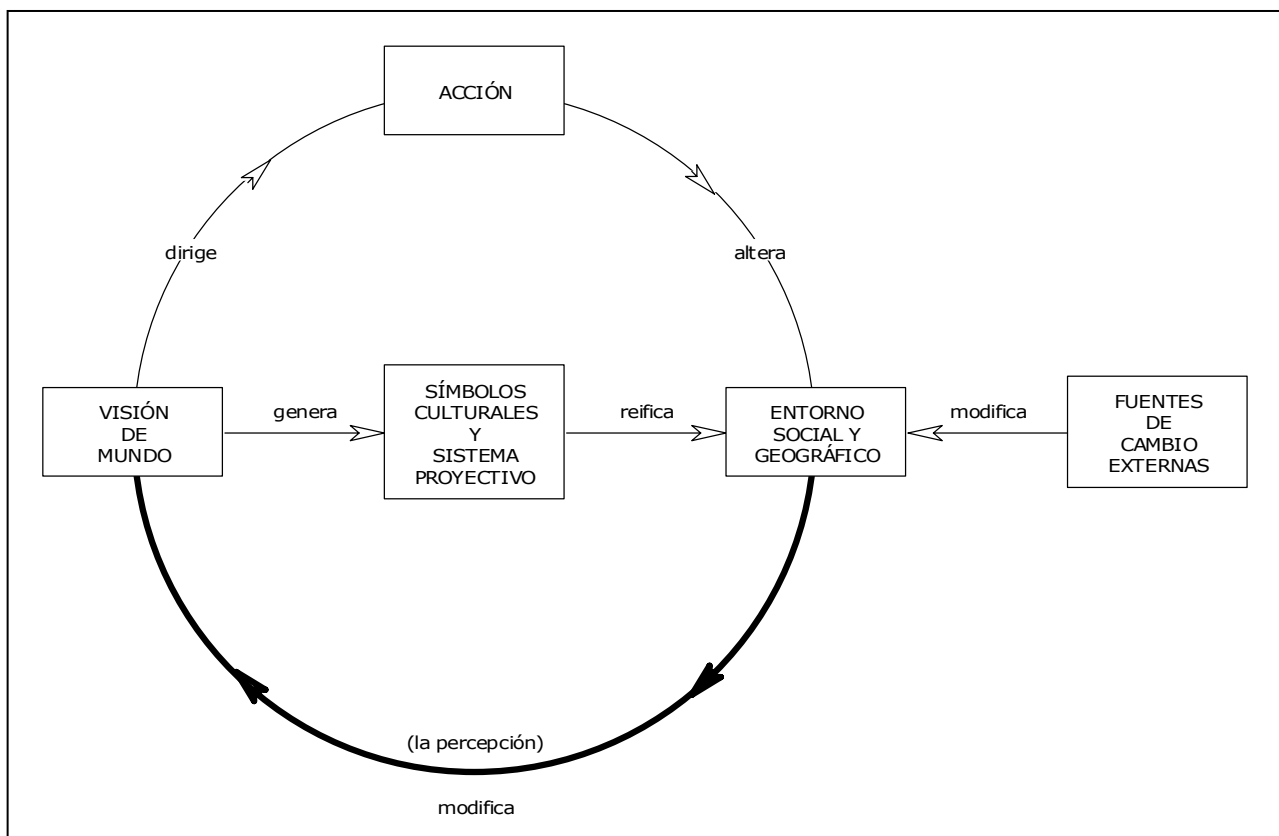


FIGURA 2.6

La interrelación dinámica entre el entorno material y social, la visión de mundo, el comportamiento sociocultural y los sistemas simbólicos de la cultura (en base a Kearney, 1984, p. 120)

De este modo, la visión de mundo da forma a los patrones de comportamiento socioculturales. De forma similar, estos patrones cognitivos subyacentes afectan la producción de los símbolos culturales y el contenido y la forma de los sistemas proyectivos.¹¹

En lo que respecta al comportamiento social, el mismo está embebido en la estructura social, en las costumbres y en las instituciones y se transforma en parte del entorno más general. De forma similar, los símbolos culturales y los sistemas proyectivos, por ser generados por la visión de mundo subyacente, se convierten a su vez en una parte de ese entorno.

La dinámica de este modelo es entonces dialéctica: la percepción del entorno general ocurre y está en parte determinada por la naturaleza del propio entorno. Las percepciones son organizadas sistemáticamente en un conjunto de asunciones acerca de la naturaleza de la realidad percibida como un todo: la visión de mundo. A su vez, esta visión de mundo se convierte en la base para relacionarse física y socialmente con ese entorno y produce alteraciones en el entorno; el entorno alterado, a su vez, afectará cómo es percibido, etc.

Se podría concebir este modelo como permaneciendo en equilibrio, de modo que la intervención de la acción humana sobre el entorno no lo altere durante generaciones. En las sociedades humanas reales tal equilibrio es sin dudas improbable, y a lo sumo se pueden analizar los impactos humanos que, más o menos rápidos, han existido sobre el entorno y las perturbaciones resultantes en las visiones de mundo.

Hay sin embargo una fuente adicional de desequilibrio en tal sistema: cualquier influencia desde fuera del entorno que se introduzca en él y lo altere a tal punto que produzca que sus habitantes comiencen a percibirlo de una nueva forma. Estas influencias son, por ejemplo, cambios climáticos que alteran el paisaje, invasiones, guerras, epidemias, etc.

Sin embargo, la esencia de una visión de mundo como sistema es tener cierta independencia de las influencias sociales y materiales, debido esto a su propia dinámica interna. Como sistema, una visión de mundo está en sí misma ordenada por las interrelaciones dinámicas entre sus elementos, los cuales son las imágenes y asunciones que forman el contenido de los distintos universales de la visión de mundo. Estas interrelaciones constituyen la denominada integración lógico-estructural.

En el análisis de un modelo de visión de mundo, uno espera replicar estas relaciones lógico-estructurales en el conjunto de proposiciones básicas derivadas que representan las asunciones en los distintos universales. Así, se puede decir que ciertas proposiciones acerca de algunos de los varios universales de una visión de mundo tienden a implicar proposiciones compatibles y a restringir proposiciones incompatibles. Por esto, en cualquier punto dado en su historia, una visión de mundo es en cierto grado un conjunto de asunciones más o menos lógicamente consistente y estructuralmente integrado.

¹¹ Kearney (1984, pp. 117-119) explica los mecanismos proyectivos de la siguiente manera: *"Una visión de mundo es, en el mejor de los casos, una imagen parcial y necesariamente imprecisa de la realidad. Los humanos parecemos inconformes si no tenemos respuestas a aspectos básicos como la vida, la muerte, la enfermedad, la cosmología y sobre nuestro propio destino en general. Consecuentemente, los humanos tendemos inconcientemente a dar respuestas satisfactorias que habitualmente tienen poca relación con las cosas que se proponen explicar. En el proceso de dar estas respuestas, la gente se basa en sus experiencias y comprensiones en otras áreas de la vida y da forma a las respuestas a partir de esa base. A este proceso se le denomina **proyección** y la gente asume, sin más, acríticamente, que las ideas, los símbolos, el conocimiento falso así creado, está "allí afuera", en el mundo real. Estas imágenes son así **reificadas**, hechas cosas concretas, asumidas de ser aspectos del entorno, cuando de hecho son reflejos de ese entorno, especialmente de la estructura social, más o menos precisamente percibidos y organizados en la visión de mundo. Las proyecciones son en cierto sentido metáforas de la realidad. Como metáforas, hacen que aquello que es relativamente intangible, abstracto, o pobremente aprehendido aparezca más concreto ligándolo a algo que es experimentado como más directo o conspicuo: el tiempo fluye, etc. La proyección, para ser una proyección, debe ser hecha ingenuamente, es decir sin darse cuenta concientemente de que este proceso está en marcha. Cuando una proyección ingenua sucede, uno le atribuye luego a la proyección el mismo estatus ontológico de una roca o de un primo. En otras palabras, en lugar de considerar a las creaciones simbólicas como lo que son, la gente que hace estas proyecciones asume que las mismas pertenecen al "mundo real". ... La proyección y la reificación son las dos caras de una misma moneda. ... El grado en que los símbolos proyectivos son creados y reificados varía considerablemente a través de las culturas. Una de las tareas de un análisis de visión de mundo es determinar cuáles son las proyecciones de la gente, qué les da forma, y en qué grado son reificadas".*

2.2.8. Las funciones de una visión de mundo

Según Cobern (1991), una visión de mundo tiene distintas funciones:

- Explica el cómo y el por qué de las cosas, y el por qué las cosas continúan como lo hacen.
- Valida fines, instituciones, y valores de una sociedad y provee a las mismas de medios para evaluar todas las influencias externas tanto como les da actividades y actitudes dentro de la sociedad.
- Una visión de mundo refuerza a la gente en puntos de ansiedad o crisis en la vida proveyéndoles seguridad y sostén para el comportamiento del grupo; y además da tanto recomendaciones como prescripciones de comportamiento.
- Una visión de mundo es un integrador. Le permite a uno ordenar y sistematizar la percepción de los sentidos. Este sistema hace posible a la gente conceptualizar cómo la realidad debería ser y comprender e interpretar todo lo que pasa día tras día en el marco de este esquema.
- Finalmente, tiene una función adaptativa. Una visión de mundo es elástica y reconcilia diferencias entre las viejas comprensiones y las nuevas con el fin de mantener un estado de equilibrio. Una visión de mundo ayuda a uno a mantener un sentido de orden mental y de equilibrio en un mundo de cambios a través de una interacción dialéctica entre nuestras presuposiciones más representativas sobre la visión de mundo y los cambios en el entorno.¹²

2.2.9. Sobre la "invisibilidad" de las visiones de mundo

Hay un antiguo proverbio chino que puede traducirse como: "si deseas conocer acerca del mar, no te molestes en preguntarle a un pez". La visión de mundo es el mar en el cual la gente nada. Debido a su íntima proximidad, ya que una persona percibe todo a través de ella, la visión de mundo en sí misma es virtualmente invisible. Es decir, las asunciones de una visión de mundo son *implícitas*, y sólo por medio del más grande esfuerzo de auto-reflexión puede uno llegar a ser conciente de ellas. Hablando en general, una visión de mundo no es una elección personal. (Cobern, 1991, p. 18)¹³

Las creencias ordinarias también implican conciencia, mientras que las presuposiciones son frecuentemente subconscientes. Las creencias ordinarias tienden a tener mayor visibilidad que las presuposiciones. Muchas creencias ordinarias son fáciles de verbalizar o describir, mucho más que las presuposiciones. Las creencias ordinarias son mucho más fáciles de enseñar y de aprender. Más aún, a la luz de la experiencia diaria, las creencias ordinarias son maleables, mientras que las presuposiciones tienden a ser auto-confirmatorias. Las creencias ordinarias son muchas y específicas, pero operan sólo en ocasiones apropiadas. Las presuposiciones de una visión de mundo son creencias superordenadas. Son mucho menos y tienden a estar en constante operación aunque sin dudas habitualmente con sólo poca carga. Finalmente, mientras que hay evidencias visibles de todas las creencias ordinarias, las indicaciones de las presuposiciones son mucho más sutiles e indirectas. (Cobern, 1991)

¹² Es interesante notar la similitud de las funciones asignadas por Cobern a la visión de mundo con las características propias de los paradigmas de Kuhn: una matriz de compromisos y un "ejemplar" que nos sirve para saber cómo funcionar ante ciertas situaciones propias del quehacer cotidiano (ver página 39 de esta Tesis).

¹³ Nótese también aquí la relación con la siguiente cita de Kuhn: "...en las ciencias, si los cambios perceptuales acompañan a los de paradigma, no podremos esperar que los científicos atestigüen directamente sobre esos cambios. ... Más bien, deberemos buscar evidencia indirecta y de comportamiento de que el científico que dispone de un nuevo paradigma ve de manera diferente a como lo hacía antes." (Kuhn, 1992, pp. 181-182)

2.2.10. La teoría de visión de mundo y la investigación en enseñanza de las ciencias

Cobern afirma que la potencia del modelo lógico-estructural de visión de mundo yace en su utilidad investigativa para el análisis y la comprensión de las variaciones en visiones de mundo no sólo en grupos culturalmente diferentes sino en particular en aquellos casos en que habitualmente se considera un grupo con una única visión de mundo, como por ejemplo dentro de un aula típica. Esto se pone en evidencia en la investigación de las creencias no enseñadas de los estudiantes, es decir, las denominadas concepciones alternativas, ideas previas, etc. Sin embargo, una así llamada 'misconception' (del inglés, concepción errónea) puede ser una explicación lógicamente deducida de una forma diferente de ver el mundo y por esta razón no son propiamente dichas "misconceptions", sino concepciones alternativas: alternativas a una visión de mundo científica, basadas en una visión de mundo personal. (Cobern, 1991)

El "conocer lo que el alumno ya sabe" ya no alcanza, ya no es sólo relevar preconceptos, sino comprender la visión de mundo del estudiante, y las estrategias de cambio conceptual y aprendizaje significativo deben modificarse para satisfacer este conocimiento más profundo y no sólo qué ideas tiene un estudiante sobre un concepto en particular.

Hay un nivel mucho más estrecho, un nivel de mayor definición de la estructura epistemológica que el nivel de los universales de la visión de mundo. El trabajo del aprendizaje significativo de Ausubel y Novak (1983) trata de las estructuras epistemológicas a este nivel en la estructura mental total de un individuo. Lo significativo de una visión de mundo tiene un apoyo inferencial por la epistemología cognitivista de Novak y Gowin (1988). Una visión de mundo es la base para la estructura cognitiva.

Utilizando la teoría de visión de mundo uno gana claridad en la comprensión de los estudiantes acerca del mundo, por la utilización de un acercamiento a la investigación de las visiones de mundo mediante el esquema lógico-estructural, especialmente en lo que hace a "misconceptions", cambio conceptual y visiones de mundo temáticas. Cobern considera que la visión de mundo "corona" claramente la rama conceptual de la V de Gowin; dado que la V no es una herramienta inductiva, es posible leerla "al revés" y darnos cuenta cómo una visión de mundo puede dar elementos de líneas de vida.

Comprender el contorno de la visión de mundo de un estudiante, sin embargo, es sólo la primera mitad para *comprender* la visión de mundo del mismo. La segunda mitad es ubicar esa visión de mundo en un contexto cultural. Si la investigación en visión de mundo va a encontrar su máximo potencial, los educadores deberán comprender cómo las experiencias asociadas con la membresía a un subgrupo cultural influyen y sostienen las visiones de mundo de los estudiantes. Para muchos investigadores, el mayor atractivo de la investigación en esta línea será la oportunidad para traer mayor sensibilidad hacia lo étnico, el género y la religión dentro del aula. (Cobern, 1991, p. 98)

Un acercamiento que los investigadores podríamos realizar en el análisis de las visiones de mundo de los estudiantes involucra clasificar cuáles son "misconceptions" verdaderas de aquellas que son creencias de sentido común, y luego tratar de describir las diferencias en visiones de mundo de aquellos estudiantes que prefieren sus propias creencias de sentido común de aquellos que están más listos para adoptar una comprensión científica formal. (Cobern, 1991, p. 99)

2.3. LAS REPRESENTACIONES SOCIALES ¹⁴ DE SERGE MOSCOVICI ¹⁵

2.3.1. Definición del concepto de “representación social”

En su obra El psicoanálisis, su imagen y su público (1979), Serge Moscovici tenía el propósito de mostrar cómo una nueva teoría científica o política es difundida en una cultura determinada, cómo es transformada durante este proceso y cómo cambia a su vez la visión que la gente tiene de sí misma y del mundo en que vive. (Farr, 1986, p. 497). Así, Moscovici definió a las representaciones sociales como:

“...una modalidad particular del conocimiento, cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos. La representación es un corpus organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuales los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios, liberan los poderes de su imaginación”. (Moscovici, citado por Mora, 2002)

Dicho en otros términos, es el conocimiento de sentido común que tiene como objetivos comunicar, estar al día y sentirse dentro del ambiente social, y que se origina en el intercambio de comunicaciones del grupo social.

“Así pues, la noción de representación social nos sitúa en el punto donde se intersecan lo psicológico y lo social. Antes que nada concierne a la manera cómo nosotros, sujetos sociales, aprehendemos los acontecimientos de la vida diaria, las características de nuestro medio ambiente, las informaciones que en él circulan, a las personas de nuestro entorno próximo o lejano. En pocas palabras, el conocimiento ‘espontáneo’, ‘ingenuo’ que tanto interesa en la actualidad a las ciencias sociales, ese que habitualmente se denomina conocimiento de sentido común, o bien pensamiento natural, por oposición al pensamiento científico. Este conocimiento se constituye a partir de nuestras experiencias, pero también de las informaciones, conocimientos, y modelos de pensamiento que recibimos y transmitimos a través de la tradición, la educación y la comunicación social. De este modo, este conocimiento es, en muchos aspectos, un conocimiento socialmente elaborado y compartido. Bajo sus múltiples aspectos intenta dominar esencialmente nuestro entorno, comprender y explicar los hechos e ideas que pueblan nuestro universo de vida o que surgen en él, actuar sobre y con otras personas, situarnos respecto a ellas, responder a las preguntas que nos plantea el mundo, saber lo que significan los descubrimientos de la ciencia y el devenir histórico para la conducta de nuestra vida, etc. En otros términos, se trata de un conocimiento práctico. Al dar sentido, dentro de un incesante movimiento social, a acontecimientos y actos que terminan por sernos habituales, este conocimiento forja las evidencias de nuestra realidad consensual, participa en la construcción social de nuestra realidad...”. (Jodelet, 1986, p. 473)

¹⁴ Para desarrollar el presente apartado he utilizado principalmente el artículo MORA, Martín, 2002. "La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici". Otras referencias se citarán específicamente cuando corresponda.

¹⁵ Serge Moscovici nació en Rumania en 1925. A los veinte años se radicó en París y estudió Psicología en la Sorbona. En los '60 continuó con sus estudios en Estados Unidos, en las universidades de Stanford y Princeton. En 1961 publicó su libro El psicoanálisis, su imagen y su público, a partir de su tesis doctoral, en el cual desarrolló por primera vez su idea de las "representaciones sociales". Actualmente es el Director de la Escuela de Altos Estudios en Ciencias Sociales de París, donde aún da clases.

Robert Farr (1986) afirma que las representaciones sociales son sistemas cognoscitivos con una lógica y un lenguaje propios. No representan simplemente 'opiniones acerca de', 'imágenes de', o 'actitudes hacia' sino 'teorías o ramas del conocimiento' con derechos propios para el descubrimiento y la organización de la realidad. Sistemas de valores, ideas y prácticas con una función doble: primero, establecer un orden que permita a los individuos orientarse en su mundo material y social y dominarlo; segundo, posibilitar la comunicación entre los miembros de una comunidad proporcionándoles un código para el intercambio social y un código para nombrar y clasificar, sin ambigüedades, los diversos aspectos de su mundo y de su historia individual y grupal. Es decir, hacer que lo extraño resulte familiar y lo invisible perceptible, ya que lo insólito o lo desconocido son amenazantes cuando no se tiene una categoría para clasificarlos.

María Auxiliadora Banchs (2000) remarca el doble carácter de las representaciones sociales como contenido y como proceso: en tanto que una particular forma de conocimiento y también una estrategia de adquisición y comunicación del mismo conocimiento. Por lo tanto, son una forma de reconstrucción mental de la realidad generada en el intercambio de informaciones entre sujetos. Aprovechando estos indicadores, Banchs elabora una interpretación de la idea de representación social, mostrándola como una forma del conocimiento de sentido común que caracteriza a las sociedades modernas "bombardeadas" de manera constante por la información que los medios de comunicación divulgan. Siguen, por tanto, una lógica propia que es diferente, pero no inferior, a la lógica científica y que encuentran su expresión en un lenguaje cotidiano propio de cada grupo social.¹⁶

Según Ivana Marková (2003), las representaciones sociales son "filosofías" surgidas en el pensamiento social que tienen vida propia. Las personas, al nacer dentro de un entorno social simbólico lo dan por supuesto de manera semejante como lo hacen con su entorno natural y físico. Igual que las montañas y los mares, los lenguajes, las instituciones sociales y las tradiciones forman un panorama del mundo en que viven las personas. Por tanto, ese entorno social simbólico existe para las personas como su realidad ontológica, o como algo que tan solo se cuestiona bajo circunstancias concretas. Sin embargo, las personas también son agentes. Tienen maneras específicas de comprender, comunicar y actuar sobre sus realidades ontológicas. Una vez que comprometen su pensamiento, las personas ya no reproducen su entorno social simbólico de manera habitual y automática sino que lo incorporan a su esquema cognitivo. En otras palabras, no sólo reproducen sus realidades ontológicas sino que se comprometen en procesos epistemológicos y como resultado de ello cambian sus realidades ontológicas al actuar sobre ellas.

Finalmente, para Denise Jodelet (1986), las representaciones sociales se presentan bajo formas variadas, más o menos complejas: imágenes que condensan un conjunto de significados; sistemas de referencia que nos permiten interpretar lo que nos sucede e, incluso, dar un sentido a lo inesperado; categorías que sirven para clasificar las circunstancias, los fenómenos y a los individuos con quienes tenemos algo que ver; teorías que permiten establecer hechos sobre ellos. Y a menudo, cuando se les comprende dentro de la realidad concreta de nuestra vida social, las representaciones sociales son todo ello junto. Son, en definitiva, una manera de interpretar y de pensar nuestra realidad cotidiana, una *forma de conocimiento social*.

¹⁶ Nótese la gran similitud de la descripción de las características esenciales de las representaciones sociales hecha por Jodelet, Farr y Banchs, con lo desarrollado por Cobern sobre las presuposiciones que configuran una visión de mundo y las mutuas relaciones entre el sentido común y el pensamiento científico. (ver punto 2.2.3. de esta Tesis).

2.3.2. Condiciones para la emergencia de una representación social

Según Moscovici, las representaciones sociales emergen determinadas por las condiciones en que son pensadas y constituidas; infiere así tres **condiciones de emergencia**: la **dispersión de la información**, la **focalización del sujeto individual y colectivo** y la **presión a la inferencia** del objeto socialmente definido.

- a) **Dispersión de la información.** Según Moscovici, la información que se tiene nunca es suficiente y por lo regular está desorganizada. Los datos de que disponen la mayor parte de las personas para responder a una pregunta, para formar una idea a propósito de un objeto preciso, son generalmente, a la vez, insuficientes y superabundantes. En general se considera que hay desniveles en cantidad y calidad de la información al interior de un grupo, y parcialidad y desfase en relación con lo requerido para constituir el fundamento sólido del conocimiento. Es decir, nunca se posee toda la información necesaria o existente acerca de un objeto social que resulte relevante. Moscovici concluye afirmando que la multiplicidad y desigualdad cualitativa entre las fuentes de información con relación a la cantidad de campos de interés, vuelven precarios los vínculos entre los juicios y, por ende, compleja la tarea de buscar todas las informaciones y relacionarlas.
- b) **Focalización.** Una persona o una colectividad se focalizan porque están implicadas en la interacción social como hechos que conmueven los juicios o las opiniones. Aparecen como fenómenos a los que se debe mirar detenidamente. La focalización es señalada en términos de implicación o atractivo social de acuerdo a los intereses particulares que se mueven dentro del individuo inscrito en los grupos de pertenencia. La focalización será diversa y casi siempre excluyente.
- c) **Presión a la inferencia.** Socialmente se da una presión que reclama opiniones, posturas y acciones acerca de los hechos que están focalizados por el interés público. En la vida corriente, las circunstancias y las relaciones sociales exigen del individuo o del grupo social que sean capaces, en todo momento, de estar en situación de responder. Las exigencias grupales para el conocimiento de determinado evento u objeto se incrementan a medida que su relevancia crece; el propósito crucial es no quedar excluido del ámbito de las conversaciones sino poder realizar inferencias rápidas, opiniones al respecto y un discurso más o menos desarrollado.

2.3.3. Dimensiones de las representaciones sociales

Las representaciones sociales, definidas por Moscovici como "universos de opinión", pueden ser analizadas según **tres dimensiones**: la **información**, el **campo de representación** y la **actitud**.

- a) **La información.** Es la organización o suma de conocimientos con que cuenta un grupo acerca de un acontecimiento, hecho o fenómeno de naturaleza social. Conocimientos que muestran particularidades en cuanto a cantidad y a calidad de los mismos; carácter estereotipado o difundido sin soporte explícito; trivialidad u originalidad. Por lo tanto, esta dimensión conduce necesariamente a la riqueza de datos o explicaciones que sobre la realidad se forman los individuos en sus relaciones cotidianas.

b)

El campo de representación. Expresa la organización del contenido de la representación en forma jerarquizada, variando de grupo a grupo e inclusive al interior del mismo grupo. Permite visualizar el carácter del contenido, las propiedades cualitativas o imaginativas, en un campo que integra informaciones en un nuevo nivel de organización en relación a sus fuentes inmediatas. Nos remite a la idea de imagen, de modelo social, al contenido concreto y limitado de las proposiciones que se refieren a un aspecto preciso del objeto de representación.¹⁷

- c) La actitud. Es la dimensión que significa la orientación favorable o desfavorable en relación con el objeto de la representación social. Se puede considerar, por lo tanto, como el componente más aparente, fáctico y conductual de la representación, y como la dimensión que suele resultar más generosamente estudiada por su implicación comportamental y de motivación.

Si bien esta clasificación no sustenta ninguna jerarquía o prioridad, el propio Moscovici lanza la hipótesis de su cronología que, al verse en conjunto, completa la estructura de la representación en términos de contenido y de sentido. Dado que, según señala Moscovici, la actitud es la más frecuente de las tres dimensiones y, quizá, primera desde el punto de vista genético, es razonable concluir que nos informamos y nos representamos una cosa únicamente después de haber tomado posición y en función de la posición tomada.

Por lo anterior, entonces, conocer o establecer una representación social implica determinar qué se sabe (información), qué se ve, qué se cree, cómo se interpreta (campo de la representación) y qué se hace, cómo se actúa, qué se siente (actitud).¹⁸

2.3.4. Los efectos de una representación social

¿Qué sucede cuando existe en un grupo social una representación social definida? A este respecto, Denise Jodelet expresa:

"...las representaciones sociales (son) formas de saber el sentido común, socialmente y psicológicamente elaboradas, que contribuyen por su circulación social a establecer una visión de mundo común a un grupo social o cultural definido". (Jodelet, 2003)

¹⁷ Con relación a este respecto, Cobern (1991, p. 20) cita a Kearney, quien expresa: "...que la mejor comprensión inmediata del comportamiento se ofrece por la comprensión de los pensamientos que subyacen el comportamiento y, lo mismo vale para otras áreas, la economía del pensamiento humano y de la naturaleza de la cultura son tales que las asunciones cognitivas en funcionamiento en un área de la vida, digamos la producción económica, también organizarán el pensamiento en otras áreas, digamos las ideas sobre la naturaleza humana".

¹⁸ Con relación a este punto y en el campo específico de la enseñanza, Cobern expresa que el argumento desde la visión de mundo es que en algunos casos no es que el estudiante falla en comprender lo que se está enseñando, sino que ellos simplemente no creen en eso. Por esta razón, hay ocasiones en las que una explicación epistemológica cuidadosa de un concepto no es suficiente para asegurar el aprendizaje. La instrucción debe también incluir una discusión de los fundamentos metafísicos que dan basamento a lo epistemológico.

Y continúa: "La principal asunción pedagógica de esta monografía es que los estudiantes tienen variaciones sutiles en las visiones de mundo; que estas variaciones en las visiones de mundo sostienen visiones o teorías válidas acerca del mundo que pueden o no estar científicamente orientadas; y que estas variaciones constituyen un importante factor en el desempeño en ciencia y en el desarrollo de actitudes entre los estudiantes. Por otra parte, el término más general educación en ciencias es utilizado en lugar del término más específico desempeño en ciencias; esto se basa en la posición de que actitud e interés tienen raíces cognitivas, y por esto están moldeadas por las presuposiciones de las visiones de mundo. El término educación en ciencias incorpora desempeño, interés y actitud". (Cobern, 1991, op. cit., p. 13)

A su vez, Moscovici expresa que:

"El pensamiento social es un pensamiento sesgado. Resulta evidente que una representación social compartida por los miembros de un grupo introduce un cierto prejuicio en su manera de ver las cosas y de actuar. Este prejuicio se manifiesta a través de la presencia de un desacuerdo, del sentimiento de que otros grupos no ven las mismas cosas, no piensan de la misma manera. Incluso los miembros de una misma cultura pueden tener una visión diferente de la realidad ... las representaciones están constantemente presentes en la menor percepción, en el más mínimo de los actos y emociones. Las representaciones están inscritas en los pliegues del cuerpo, en las disposiciones que tenemos y en los gestos que realizamos". (Moscovici et al. en Moscovici, 1986, p. 702)¹⁹

Es muy interesante destacar que Moscovici se refiere a Kuhn en distintas oportunidades relacionando de alguna manera las representaciones sociales a los paradigmas, como por ejemplo en las siguientes citas:

"Estas representaciones colectivas son impermeables a la experiencia. Esto sucede porque las consideremos sustentadas por la autoridad o por la tradición, y por lo tanto estén protegidas de la información que pueda falsearlas. También puede ser que los miembros del grupo nunca se enfrenten directamente a la experiencia, sino que lo hagan siempre por medio de categorías y sentimientos compartidos. En un sentido, estas representaciones son como paradigmas, es decir, son inconmensurables. Además, según Finis, la noción de inconmensurabilidad entre paradigmas surge de la idea de Lévy-Bruhl respecto de la impermeabilidad de la experiencia". (Moscovici en Castorina, 2003, p. 100)

"...los saltos cualitativos de las revoluciones de las representaciones tienen mucho en común con los cambios de paradigma de Kuhn". (Moscovici en Castorina, 2003, p. 106)

La relación entre Moscovici y Kuhn sin dudas podría ser un objeto de investigación de gran interés, en especial para los estudios sobre visión de mundo aplicados a conceptos de la física, como es el caso del presente trabajo de Tesis.²⁰

¹⁹ Esta cita tiene reminiscencias a la descripción kuhniana de la forma en que los científicos ven el mundo en épocas de preciencia (antes del período de ciencia normal, con un paradigma común) o bien cuando está en proceso una revolución científica.

²⁰ Es muy interesante notar que es posible que Kuhn (1922-1996) y Moscovici (1925-) hayan compartido momentos juntos (aunque ninguno de los dos autores lo explicita, lo que no resulta extraño ya que en aquellos primeros años de juventud ni Kuhn era *Kuhn* ni Moscovici era *Moscovici*), tal como puede interpretarse de las siguientes citas:

"Al mismo tiempo que trabajaba en la teoría de las representaciones sociales, yo también me ocupaba de la historia y la filosofía de las ciencias junto con el profesor Koyré. Mi primera visita a Estados Unidos se debió a mis estudios sobre historia de las ciencias y fui a trabajar en el Instituto de Estudios Superiores de Princeton. ... Comencé a estudiar a Galileo en Yale y Harvard y los seminarios con el profesor Koyré acerca de la revolución kepleriana me inspiraron las primeras ideas acerca de las minorías y la influencia de las minorías "heréticas" y activas. De los dos sistemas de Galileo tomé mi hipótesis fundamental de que la minoría ejerce un impacto significativo cuando crea y afronta un conflicto entre dos puntos de vista alternativos". (Moscovici, en Castorina, 2003, pp. 133-134)

"Mi primera oportunidad para ahondar en algunas de las ideas que expreso más adelante, me fue proporcionada a través de tres años como Junior Fellow de la Society of Fellows de la Universidad de Harvard. ... Parte de mi tiempo, durante esos años, fue dedicada a la historia de la ciencia propiamente dicha. Principalmente, continué el estudio de los escritos de Alexandre Koyré ... (ejercieron una influencia primordial Études Galiléennes, París, 1939)". (Kuhn, 1992, p. 10)

2.3.5. Dinámica de una representación social

Moscovici distinguió **dos procesos básicos** que explican cómo lo social transforma un conocimiento en representación colectiva y cómo esta misma modifica lo social: la **objetivación** y el **anclaje**. Estos conceptos se refieren a la elaboración y al funcionamiento de una representación social mostrando la interdependencia entre lo psicológico y los condicionantes sociales.

a) **Objetivación**. El proceso de objetivación va desde la selección y descontextualización de los elementos hasta formar un núcleo figurativo que se naturaliza enseguida. Es decir, lo abstracto como suma de elementos descontextualizados debe tornarse una imagen más o menos consistente en la que los aspectos metafóricos ayuden a identificarla con mayor nitidez. La objetivación lleva a hacer real un esquema conceptual, a duplicar una imagen con una contrapartida material.

En el caso de un objeto complejo, como es una teoría científica, la objetivación implica varias fases:

Fase de selección y descontextualización de los elementos de la teoría. Las informaciones serán objeto de una selección en función de criterios culturales y, sobre todo, en función de criterios normativos (tan sólo se retiene aquello que concuerda con el sistema ambiente de valores).²¹ Estas informaciones son separadas del campo científico al que pertenecen, del grupo de expertos que las ha concebido y son apropiadas por el público que, al proyectarlas como hechos de su propio universo, consigue dominarlas.

Fase de formación de un "núcleo figurativo". Una estructura de imagen reproducirá de manera visible una estructura conceptual. Los conceptos teóricos se constituyen en un conjunto gráfico y coherente que permite comprenderlos de forma individual y en sus relaciones.

Fase de naturalización. El modelo figurativo permitirá concretar, al coordinarlos, cada uno de los elementos que se transforman en seres de naturaleza. Las figuras se convierten en elementos de la realidad, referentes para el concepto. El modelo figurativo utilizado como si realmente demarcara fenómenos, adquiere un status de evidencia: una vez considerado como adquirido, integra los elementos de la ciencia en una realidad de sentido común.

Moscovici concluye con su análisis de la objetivación apuntando hacia la realización del objeto de representación en sus nexos con los valores, la ideología y los parámetros de la realidad social. La actividad discriminativa y estructurante que se va dando por medio de la objetivación, se explica precisamente por sus tintes normativos: la representación social adquiere una armazón de valores. En estas combinaciones incipientes de experiencias y estructuras simbólicas puede percibirse un realismo semejante al de los niños que dibujan no sólo lo que ven de un objeto, sino también lo que saben de él. La imagen es objetivada junto con una carga de afectos, valores y condiciones de naturalidad. Los conceptos así naturalizados se transforman en auténticas categorías del lenguaje y del entendimiento.

²¹ Kuhn analiza un fenómeno social similar al decir que: "...¿es concebible que fuera un accidente el que los astrónomos occidentales vieran por primera vez cambios en el firmamento, que antes había sido considerado como inmutable, durante el medio siglo que siguió a la primera proposición del paradigma de Copérnico? Los chinos, cuyas creencias cosmológicas no excluían el cambio celeste, habían registrado en fecha muy anterior la aparición de muchas estrellas nuevas en el firmamento. Asimismo, incluso sin ayuda de telescopios, los chinos habían registrado sistemáticamente la aparición de manchas solares, siglos antes de que fueran observadas por Galileo y sus contemporáneos. Tampoco fueron las manchas solares y una nueva estrella los únicos ejemplos de cambios celestes que surgieron en el firmamento de los astrónomos occidentales, inmediatamente después de Copérnico." (Kuhn, 1992, p. 184)

La importancia de un proceso como el de la objetivación reside en que pone a disposición del público una imagen o esquema concreto, a partir de un ente abstracto o poco tangible como lo es una teoría o concepción científica. En este proceso, la intervención de lo social se traduce en *el agenciamiento y la forma* de los conocimientos relativos al objeto de una representación, articulándose con una característica del pensamiento social: la propiedad de hacer concreto lo abstracto, de materializar la palabra. De esta forma, la objetivización puede definirse como una operación formadora de imagen y estructurante. Objetivizar es reabsorber un exceso de significados materializándolos.

- b) Anclaje. Con el anclaje la representación social se liga con el marco de referencia de la colectividad y es un instrumento útil para interpretar la realidad y actuar sobre ella. Designa la inserción de una ciencia en la jerarquía de los valores y entre las operaciones realizadas por la sociedad. En otros términos, a través del proceso de anclaje, la sociedad cambia el objeto social por un instrumento del cual puede disponer, y este objeto se coloca en una escala de preferencia en las relaciones sociales existentes.

Al insertarse el esquema objetivado dentro de una red de significaciones, la representación social adquiere una funcionalidad reguladora de la interacción grupal, una relación global con los demás conocimientos del universo simbólico popular. Las figuras del núcleo de la representación son teñidas de significados que permiten utilizar a la representación como un sistema interpretativo que guía la conducta colectiva. Además, el anclaje implica la integración cognitiva del objeto de representación dentro del sistema preexistente del pensamiento y sus respectivas transformaciones. Se trata, en suma, de su inserción orgánica dentro de un pensamiento constituido.

El proceso de anclaje, situado en una relación dialéctica con la objetivización, articula las tres funciones básicas de la representación: función cognitiva de integración de la novedad, función de interpretación de la realidad y función de orientación de las conductas y las relaciones sociales. El proceso de anclaje se descompone en varias modalidades:

Modalidad 1: El anclaje como asignación de sentido. La jerarquía de valores que se impone en la sociedad y sus diferentes grupos contribuye a crear una 'red de significados' a través de la cual son situadas socialmente y evaluadas como hecho social. Este juego de significados externos tiene incidencia sobre las relaciones establecidas entre los diferentes elementos de la representación.

Modalidad 2: El anclaje como instrumentalización del saber. Esta modalidad permite comprender cómo los elementos de la representación no sólo expresan relaciones sociales, sino que también contribuyen a constituir las. Esta modalidad transforma la ciencia en saber útil para todos, confiriéndole un valor funcional en la comprensión e interpretación de nosotros mismos y de aquellos que nos rodean.

Modalidad 3: El anclaje como enraizamiento en el sistema de pensamiento. Así como no surge de la nada, la representación no se inscribe sobre una tabla rasa, sino que siempre encuentra 'algo que ya había sido pensado', latente o manifiesto. El contacto entre la novedad y el sistema de representación preexistente se halla en el origen de dos órdenes de fenómenos, opuestos de cierta manera, que dan a las representaciones una dualidad en ocasiones sorprendente. Esta dualidad consiste en ser tanto innovadoras como rígidas, tanto movientes como permanentes, y en ocasiones, en el seno de un mismo sistema. Fenómeno al que S. Moscovici se refiere con la hipótesis de la 'polifasia cognitiva'.

De cierta manera, la incorporación social de la novedad puede ser estimulada por el carácter creador y autónomo de la representación social. A medida que la representación se extiende en el campo social, entra en contacto con otros sistemas de pensamiento, con otros marcos de interpretación. Estos, a su vez, se transformarán (y viceversa).

Moscovici habla de 'conversiones' de experiencias, de percepciones que conducirán a una nueva visión. De esta forma, el cambio cultural puede incidir sobre los modelos de pensamiento y de conducta que modifican de manera profunda las experiencias por mediación de las representaciones.²²

2.3.6. Procesos de la representación

Según Moscovici:

"... tenemos derecho a distinguir entre la capacidad de los hombres para aprender y su capacidad para representar. La primera designa su trabajo mental, destinado a almacenar y ordenar ... los conocimientos recopilados por los sentidos, percibidos en el mundo exterior. La segunda se refiere a las actividades por medio de las que reproducen de una modalidad a otra ... los diferentes conocimientos obtenidos a través de otra persona y de la realidad física. Pero también se refiere a la reproducción de los objetos ausentes, ficticios o extraños en forma de objetos presente, reales o conocidos. ... Desde luego, ambas capacidades tienen su importancia. Pero resulta evidente, desde el punto de vista cognitivo, que aprendemos principalmente lo que somos capaces de representar. ... (Los procesos informativos) se refieren a la organización y estabilización de los datos existentes. Hablando con mayor precisión, se trata de reducir los acontecimientos sensoriales y las observaciones perceptivas a alguna cognición o costumbre. (Los procesos transformativos) expresan literalmente una remodelación, una reestructuración de una experiencia o de una idea previa... Ninguna transformación puede ser descrita como algo regular, ya que cada una de ellas es tan única como una huella digital. (La actividad cognitiva) pone en juego un mayor número de procesos transformativos que de procesos informativos. ... Lo que caracteriza a los espíritus no es la información que es sometida a su atención, sino el cambio de perspectiva, la manera de representar las cosas. (Moscovici, 1986)

Dentro de los **procesos transformativos**, podemos discriminar dos tipos: **internos y externos**:

a) **Procesos externos**: Describen los cambios sufridos por las teorías de la ciencia a fin de convertirse en representaciones de sentido común; son divididos a su vez en tres tipos:

La *personificación* de los conocimientos y de los fenómenos es el primero y más impresionante. Se observa en particular en que cada teoría o ciencia está asociada a un individuo, designadas por su nombre y que se convierte en su símbolo: el psicoanálisis a Freud, la relatividad a Einstein, el condicionamiento a Pavlov, etc. He aquí lo que le da una existencia concreta y permite tratarla como si fuese una realidad social perceptible. Generalizando, es posible decir que existe una tendencia a transformar la marcha del conocimiento científico hacia lo impersonal en una marcha hacia lo personal.

La *figuración* está relacionada con la sustitución o con la superposición de imágenes a los conceptos. En efecto, en su contexto original, las nociones científicas constituyen puntos dentro de un sistema de proposiciones definidas mediante ecuaciones o razonamientos operatorios. En el marco de recepción del sentido común se convierten en cuasi-metáforas, en diagramas o en imágenes sensoriales. Casi pueden ser vistas. Por regla general, estas imágenes se imponen a las imágenes o ideas lejanas o abstractas.

²² Citando nuevamente a Kuhn: "...los científicos hablan con frecuencia de las 'vendajes que se les caen de los ojos' o de la 'iluminación repentina' que 'inunda' un enigma previamente oscuro, permitiendo que sus componentes se vean de una manera nueva que permite por primera vez su resolución." (Kuhn, 1992, pp. 192-193)

Así, el concepto de fuerza que, en mecánica 'erudita' se traduce en una relación entre la masa y la aceleración, en mecánica 'popular' adquiere el sentido de un esfuerzo o una tracción análogos al esfuerzo o la tracción musculares. De esta forma, nuestras audaces aventuras en el campo del pensamiento abstracto son llevadas más allá de los límites de la comprensión lineal, lógica, al campo del pensamiento figurativo. Al igual que en ciertos *media*, la información señalética se convierte en una información icónica, siendo recibida como tal. La vivacidad de la mayoría de los razonamientos y nociones del sentido común, es la consecuencia más evidente de la figuración. Toda representación participa, antes que nada, de nuestra imaginación, enriqueciéndola y concretizándola. De ahí proviene su excepcional poder sobre nuestros pensamientos y percepciones.

La *ontización*²³ de las relaciones lógicas o empíricas parece acompañar el paso del contenido propio de la ciencia al sentido común. Sabemos que la lógica de la ciencia es una lógica de las relaciones. Esta lógica evita en todo lo posible conferir, sin más, el status de sustancias o de cosas a los resultados de sus análisis y de sus observaciones. Algunos físicos incluso dudan a la hora de creer en la realidad de fenómenos materiales como las ondas o las partículas, los campos o los agujeros negros. Ahora bien, las representaciones son propensas a hacer corresponder cualidades, fuerzas y cosas a las ideas o a las palabras. Es decir, a ontizar lo que tan sólo es un ser lógico o incluso verbal.

Conjuntamente, estos procesos externos hacen que una ciencia entrada en cultura y que haya establecido núcleos en el medio social en el que vive cada individuo, tenga otra estructura, otra racionalidad y otro impacto que aquellos que posee en su institución de origen y en los círculos profesionales.

b) Procesos internos: Conciernen a las transformaciones registradas en el interior de estas mismas representaciones.

A fin de comprender los procesos internos hay que recordar que las representaciones son teorías o representan el papel de tales. Por consiguiente, en esta cualidad deben mostrar 'cómo suceden las cosas'. Dicho de otra manera, las **representaciones tienen por misión**: primero, **describir**; después, **clasificar**, y por último, **explicar**.

Fuera del marco propio de las disciplinas científicas, los individuos tienden a sobreestimar la certeza y la consistencia de la ciencia. Así, manifiestan una cierta inclinación a dar un contenido unitario para cada representación, pasando sin transición de las respuestas al 'qué' a las respuestas al 'cómo', y de éstas a las respuestas al 'por qué'. La representación tiene por finalidad englobarlas, como si, en oposición con lo que sucede en la ciencia, una 'teoría' no pudiese seguir siendo únicamente descriptiva, clasificadora o explicativa.

Teniendo en cuenta este rasgo particular se comprende que se haya reservado a la causación el lugar principal dentro de la psicología del sentido común y que los sociólogos le reconozcan un importante papel dentro de la ideología. Por consiguiente, resulta evidente que **el proceso interno se traduce en la transformación casi automática de la descripción en explicación**. (Moscovici, 1986)

Comprender es también explicar. La búsqueda de causalidad es un importante aspecto lógico del pensamiento social. Ante un nuevo acontecimiento o un nuevo objeto sobre el que no disponemos de conocimiento alguno, explicar mediante una causalidad es una manera de representárselo. Pero esta explicación no se hace únicamente en base a las informaciones y observaciones de que disponemos: no procedemos tan sólo por inferencia, sino también por deducción. Por esta razón, S. Moscovici hace que coexistan, dentro de la manera de pensar la realidad cotidiana, dos tipos de causalidad: la causalidad por atribución, eficiente, atribución de una causa a un efecto, como en el procedimiento científico, y la causalidad por imputación, que busca las intenciones que hay detrás de los actos, el por qué de su finalidad.

²³ Proceso por el cual se da "realidad ontológica", es decir, se les da características de entes reales, a las ideas o imágenes producidas por las personas. Nótese la similitud con los procesos de "proyección" y "reificación" expuestos por Michael Kearney como parte de la construcción de una visión de mundo (nota al pie, punto 2.2.7.).

Este último tipo de causalidad es movilizado cuando un acto no concuerda con las representaciones de quien lo observa. Este observador buscará la intención y el anclaje servirá para encontrar su sentido, definiendo la categoría a la que pertenece. En el pensamiento social a menudo se produce un deslizamiento de un tipo de causalidad al otro y una transformación de la intención en causa o una transformación de la causa en intención. (Jodelet, 1986)

Al final, la representación se ha hecho, por decirlo así, completa. Esto le confiere una fuerza apremiante. Parece tener respuesta para todo y estar en condiciones de saturar cualquier campo de realidad. En pocas palabras, mientras que en la ciencia tiende a dominar el componente descriptivo, el más próximo de la observación, en el conocimiento del sentido común es el componente explicativo, el más alejado, el que predomina. Pero también el que va más directamente al corazón del hombre. (Moscovici, 1986)

2.3.7. La imputación de realidad en las representaciones sociales

Moscovici (2003) expresa que hay que suponer que existe un método, un proceso de *imputación de realidad* para una parte de las palabras, de las imágenes y de las informaciones que se recogen. Los índices que imputan un cierto grado de realidad a los elementos de una representación son:

- a) La *autoridad* de una persona, de un grupo o de una obra que, en virtud de su competencia, declara que una información traduce un estado de hecho y que a una noción corresponde una cosa. Pero esto se da a condición de que sea indiscutible. Es decir, en nuestra sociedad la ciencia está investida con una autoridad infalible; por esa razón, toda imagen, toda idea, toda noción proveniente de la ciencia está provista inmediatamente de una realidad. Por imperceptible que sea para los sentidos, por incomprensible que sea para la inteligencia y por paradójica que resulte para el sentido común, nos precipitamos a reconocerle una existencia más sólida de la que le concederían los propios científicos. Le imputamos un carácter fáctico y una materialidad análogos, si no es que mayores, que a los objetos o a los seres que percibimos de forma directa.
- b) La *reducción* a la matriz de las nociones e imágenes de una representación social. A fin de que una información reciba una carga de realidad, tiene que ser asociada a una autoridad reconocida. Esta condición es necesaria. Además, debe poder ser reemplazada en una serie de otras informaciones que ya han recibido esta carga. Esta condición es suficiente. La persona intenta diversas maniobras: la primera consistiría en establecer una equivalencia entre esta información y un elemento de representación que se haya convertido en parte del sentido común; la segunda maniobra consiste en minimizar las diferencias entre la versión de la información en la ciencia y su versión en el sentido común; y la tercera maniobra se refiere a que cada representación posee un 'esquema de reducción' que comprende varias imágenes o nociones que se intenta aplicar a toda información. Por medio de la equivalencia, de la minimización de las diferencias y la aplicación de un esquema de reducción se imputa una realidad a una parte de la información. Y otra parte es tratada como 'poco concluyente', 'imaginaria', 'subjetiva', etc. La prevalencia de la reductibilidad explica el conservadurismo, a menudo subrayado, de las representaciones sociales y del sentido común en general.
- c) La *positividad* significa la repetición en forma afirmativa de una información, minimizando sus aspectos negativos y sus calificaciones particulares. Esta afirmación que en ocasiones llega a ser obsesiva, elimina al sujeto o al autor de una información o de una noción y le da un carácter impersonal, y entonces, en la medida en que no puede ser imputada a alguien, es imputada a algo real y existente.

2.3.8. Las representaciones sociales como teoría genética (Duveen, Lloyd, 2003)

La concepción de representaciones sociales supone una perspectiva genética, ya que la estructura de cualquier representación social es una construcción y, por lo tanto, es el resultado de un proceso de desarrollo. Aún cuando las representaciones sociales como estructuras no cumplan con los criterios formales estrictos que propone Piaget, de todos modos constituyen totalidades organizadas que tienen la función específica de permitir la comunicación y la comprensión.

Concebido de este modo, el concepto de representación social parece tener una aplicación general como medio para comprender el modo de influencia psicológica de las estructuras socioepistémicas. Sin embargo, para captar las complejidades subsumidas en este concepto puede resultar útil distinguir tres tipos de transformaciones que se asocian a la representación social. Los procesos de transformación son los siguientes:

- a) Sociogénesis, tiene que ver con la construcción y transformación de las representaciones sociales de los grupos respecto de objetos específicos. La sociogénesis es el proceso mediante el cual se generan las representaciones sociales. La sociogénesis se produce en el tiempo, de modo que aún cuando se investiguen las representaciones sociales en un momento determinado, la descripción resultante debe considerarse desde una perspectiva diacrónica. Vale decir entonces que la sociogénesis también pone en evidencia la dimensión histórica de las representaciones sociales.
- b) Ontogénesis, relacionada con el desarrollo de los individuos y las representaciones sociales. Los bebés humanos nacen en un mundo social construido en términos de las representaciones sociales de sus padres, hermanos, maestros, etc. Estas también estructuran las interacciones de estas otras personas con el niño. Si, tal como sostiene Moscovici, la sociedad en que los niños nacen es una "sociedad pensante", las representaciones sociales son las que constituyen el "entorno pensante" para el niño. Al desarrollar la competencia para participar como actores en esta sociedad pensante, los niños pueden adquirir el acceso a las representaciones sociales de su comunidad. Cabe destacar que la ontogénesis como proceso no está limitada a la infancia, sino que puede producirse cada vez que los individuos, niños o adultos, se involucran con nuevas representaciones sociales que les permiten participar de la vida de un grupo.

"Una explicación adecuada de la ontogénesis debe describir la manera en que las representaciones sociales se activan psicológicamente en los individuos. ...ya hemos postulado que la ontogénesis es un proceso a través del cual los individuos reconstruyen las representaciones sociales y, al hacerlo, elaboran identidades sociales concretas. Precisamente, las representaciones sociales se activan psicológicamente en los individuos bajo la forma de identidades sociales. Podemos afirmar entonces que los individuos, para expresar o afirmar una identidad social, se basan en los recursos que ponen a su disposición las representaciones sociales." (Duveen, Lloyd, 2003)

- c) Microgénesis, relacionada con la evocación de las representaciones sociales en la interacción social.

"...aparece en la interacción social, en la cual los individuos se encuentran, hablan, debaten, resuelven conflictos, es decir, se comunican entre sí. En las interacciones sociales se evocan las representaciones sociales a través de las identidades sociales que se ponen en juego en la interacción entre los individuos. Sin embargo, estas no son atributos fijos que los individuos aportan a cada interacción y que permanecen sin variaciones a través de ellas. Por el contrario, se construyen durante el transcurso de las interacciones o a través de encuentros sucesivos que configuran la historia de una determinada relación interpersonal. En todas las interacciones sociales en que se elaboran y negocian las identidades sociales y las representaciones en que se basan, hay un proceso genético presente. Llamamos microgénesis a este proceso de las representaciones sociales. ...la microgénesis es siempre un proceso de cambio". (Duveen, Lloyd, 2003)

Como ejemplo, pensemos en un científico que presenta una nueva teoría, y supongamos que se trata de un Einstein o un Freud, que propone una interpretación totalmente nueva de la situación o la experiencia humanas. A través de diversas formas de interacción social (publicaciones o conferencias) el científico intenta comunicar esta teoría a sus colegas. La comunicación habrá sido eficaz en la medida en que los otros científicos hayan comprendido los conceptos que se proponen y que los hayan aceptado como fundamentales y válidos. El resultado serán transformaciones ontogenéticas en las representaciones de estos científicos como individuos y una transformación sociogenética en las representaciones de la comunidad científica como grupo social.

Por el contrario, pensemos en el desarrollo del niño, particularmente en el proceso que lo lleva a adoptar alguna representación social de su comunidad. Para que este desarrollo se produzca, el niño debe recibir alguna comunicación a través de sus interacciones con los adultos, con otros niños o con las representaciones que presentan los medios. Estos procesos microgenéticos llevarán a transformaciones ontogenéticas en las representaciones que el niño tiene del mundo, pero las representaciones sociales de la comunidad probablemente no recibirán influencias de ellos. En este caso se produce ontogénesis sin sociogénesis, una situación que es un rasgo característico de la niñez, dada la escasa influencia que ejercen los niños sobre las representaciones de su comunidad.

En ambos ejemplos, la ontogénesis y la sociogénesis son consecuencia de procesos microgenéticos. La microgénesis constituye, por lo tanto, un verdadero motor para las transformaciones genéticas de las representaciones sociales.

2.3.9. Procedencia de la información en una representación social (Araya Umaña, 2002)

Metodológicamente, la identificación de los elementos de las representaciones sociales se hace de acuerdo a la escuela "procesual" de Jodelet, con una metodología cualitativa, basada fundamentalmente en entrevistas y en el análisis de los medios de difusión. El enfoque procesual descansa en postulados cualitativos y privilegia el análisis de lo social, de la cultura y de las interacciones sociales, en general.

En particular, Denise Jodelet analizó las **fuentes de información** de las cuales los sujetos obtienen sus datos para la construcción de una representación social, dando cuatro fuentes globales de procedencia de la información extendidas desde lo más personal hasta lo más impersonal:

- **la vivencia del propio sujeto**; las personas utilizan en sus expresiones pronombres personales (yo, mi, me, conmigo) o bien el indeterminado "uno" e igualmente por medio de algunos verbos como sentir, gozar, sufrir, etc. El sujeto de la oración es la persona misma.
- **lo que piensa el sujeto sobre sí**; producto de los papeles que las personas le atribuyeron al cuerpo como condición necesaria para la existencia y realización de sí mismas. En estos casos, el sujeto de la oración es el cuerpo.
- **lo adquirido a través de la comunicación social y la observación (refranes y creencias populares)**; el sujeto de la oración son los amigos y las amigas, la familia y la gente que se observa. Asimismo agrupa los contenidos procedentes de refranes y creencias populares.
- **los conocimientos adquiridos a través de los medios más bien formales, como estudios, lecturas, profesión**; el sujeto es más abstracto, pues refiere a un concepto, una idea, una teoría, problemas de orden científico, moral, cultural, filosófico o técnico.

2.3.10. Las representaciones sociales y la educación en ciencias

Jodelet (2003) expresa que en la concepción misma de la teoría de las representaciones sociales, en cuanto a la educación en ciencias, existen lazos con la teoría de Piaget, en particular debido a la intención de la teoría por dar cuenta de las relaciones que existen entre el sistema de pensamiento de sentido común y el sistema de pensamiento científico, y de los efectos que pueden tener la difusión y penetración de la ciencia en la esfera social en la transformación del sentido común. Y, al revés, las posibilidades de transformación del saber científico por su asimilación en la sociedad y la contribución del sentido común a la formación del saber científico y a su control. También expresa que existe una relación histórica entre la teoría de las representaciones sociales y la educación en ciencias, dada por los trabajos sobre la didáctica de las ciencias que ponen el acento sobre el papel de las representaciones socialmente compartidas en los procesos de comprensión y de asimilación de los saberes científicos, representaciones que pueden obstaculizar o facilitar la asimilación del conocimiento dentro de la escuela y/o de la sociedad civil.

Farr expresa que Moscovici se interesa particularmente en las representaciones legas de la ciencia. Se trata de una representación correspondiente a un universo de discurso (por ejemplo, la ciencia) dentro de otro universo de discurso (por ejemplo, las conversaciones cotidianas). Una teoría y las representaciones de esa teoría pueden guardar entre ellas escasa o ninguna relación. Esto interesa más a los docentes de la ciencia que a los científicos sociales. Se trata de una virtud peculiar de la teoría de las representaciones sociales: nos permiten entender la comprensión que el público tiene de la ciencia. (Farr, en Castorina, 2003, p. 158)

En cuanto a la influencia de los medios masivos de difusión, Farr aclara que las representaciones están en los medios tanto como en la mente de las personas y por esta razón es necesario interceptarlas, ejemplificarlas y analizarlas en ambos lugares. La teoría confiere significación a los medios masivos de comunicación y a sus contenidos. Las representaciones no sólo forman parte de la cognición sino también de la cultura. Están disponibles colectivamente tanto en el momento en que se las transmite como más tarde, en archivos y bibliotecas. (Farr, en Castorina, 2003, p. 160)

En palabras de Moscovici:

“Lo que se denomina sentido común aparece en dos formas. Primero, en tanto que cuerpo de conocimientos producido de forma espontánea por los miembros de un grupo, basado en la tradición y el consenso. Siendo un conocimiento de primera mano, es en su terreno donde nace y prospera la ciencia. Segundo, en tanto que suma de imágenes mentales y de lazos de origen científico, consumidos y transformados para servir en la vida cotidiana. En este sentido, el sentido común es penetrado por la razón y sometido a la autoridad legítima de la ciencia. Este es un conocimiento de segunda mano que se extiende y establece constantemente un nuevo consenso acerca de cada descubrimiento y cada teoría. Añadamos que cada una de las formas tiene sus propios medios de comunicación. En todas partes, el antiguo sentido común sigue la vía oral, la de las conversaciones y los rumores. Es un pensamiento mediante palabras. El nuevo sentido común, situado a un lado de esa vía, se difunde a través de la imprenta y la película. Se convierte, de forma más completa, en un pensamiento a través de imágenes.” (Moscovici, 1986, pp. 685-686)

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA CITADA

1. ARAYA UMAÑA, Sandra, 2002. "Las representaciones sociales: Ejes teóricos para su discusión". CUADERNO DE CIENCIAS SOCIALES 127, Sede Académica, Costa Rica. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO).
<http://www.flacso.or.cr/fileadmin/documentos/FLACSO/Cuaderno127.pdf>
2. BANCHS, María Auxiliadora, 2000. "Aproximaciones procesuales y estructurales al estudio de las representaciones sociales". Papers on social representations, vol. 9, pp. 3.1-3.15. Peer Reviewed Online Journal. http://www.psr.jku.at/PSR2000/9_3Banch.pdf.
3. CAMINO, Néstor, 2005 a. "Los esquemas con conceptos de Thomas Kuhn". Actas de la Decimocuarta Reunión de Educación en la Física, REF14, Bariloche, octubre de 2005.
4. COBERN, William, 1991. World View Theory and Science Education Research. NARST Monog., N°3.
5. COBERN, William, 1993. "World View, Metaphysics, and Epistemology". Paper presented at the 1993 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA.
<http://www.wmich.edu/slcsp/106.htm>.
6. DUVEEN, Gerard, LLOYD, Bárbara, 2003. "Las representaciones sociales como una perspectiva de la psicología social". En CASTORINA, José Antonio (compilador), Representaciones sociales. Problemas teóricos y conocimientos infantiles. Editorial Gedisa, Barcelona.
7. FARR, Robert, 1986. "Las representaciones sociales". En Moscovici, Serge, Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. Editorial Paidós, Buenos Aires.
8. JODELET, Denise, 1986. "La representación social: fenómenos, concepto y teoría". En Moscovici, S., Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psic. social y problemas sociales. Ed. Paidós, BA.
9. KEARNEY, Michael, 1984. World View. Chandler and Sharp Publishers, Inc., Novato, CA, USA.
10. KUHN, Thomas S., 1992. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, Breviarios. Buenos Aires, Argentina. 4ª Reimpresión.
11. MORA, Martín, 2002. "La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici". Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social.
<http://antalya.uab.es/athenea/num2/mora.pdf>
12. MOSCOVICI, Serge, HEWSTONE, Miles, 1986. "De la ciencia al sentido común". En Moscovici, S., Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psic. social y problemas sociales. Ed. Paidós, BA.
13. PÉREZ RANSANZ, A. R., 1999. Kuhn y el cambio científico. Fondo de Cultura Económica, México.
14. WILLAMETTE University, 2005. "World Views Course 2005". www.willamette.edu/cla/wviews/athens/

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE REFERENCIA

1. ÁLVAREZ, Mauricio, 2002. "Teoría de las Representaciones Sociales de Serge Moscovici: Algunas Consideraciones Críticas". Presentación en el Tercer Encuentro Metropolitano de Psicología Social "Tradiciones de la Psicología Social y Relevancia Nacional", Seminario de psicología social de la Escuela de Psicología de la Universidad Bolivariana.
<http://members.fortunecity.es/matiasasun/mosco5encuentro.html>.
2. AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1983. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas, Segunda edición, México.
3. CAMINO, Néstor, 2005 a. "Los esquemas con conceptos de Thomas Kuhn". Memorias de la Decimocuarta Reunión de Educación en la Física, REF14, Bariloche, octubre de 2005. ISBN 987-22472-0-XREF14.
4. CAMINO, Néstor, 2005 b. "Una herramienta didáctica para acercar la Epistemología a las aulas de EGB y Polimodal. Análisis comparativo de distintas corrientes epistemológicas desde la perspectiva de Alan Chalmers en Qué es esa cosa llamada ciencia". Actas de la Decimocuarta Reunión de Educación en la Física, REF14, Bariloche, octubre de 2005.
5. CHALMERS, Alan, 1992. La ciencia y cómo se elabora. Siglo Veintiuno Editores, Madrid. 1ª Edición.
6. CHALMERS, Alan, 1997. Qué es esa cosa llamada ciencia. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. Siglo Veintiuno Editores, México. 19ª Edición.
7. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2000. "Scientific Worldviews: a Case Study of Four High School Science Teachers". Electronic Journal of Science Education, 5 2.
<http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev5n2.html>
8. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2001. "In Defense of Realism: It Really Is Commonsense". Paper presentation at the tri-annual International History, Philosophy and Science Teaching Group Meeting, Denver, CO. http://www.wmich.edu/slcsp/slcsp162/realism_defended_slcsp162.pdf.
9. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2001. "Defining 'Science' in a Multicultural World: Implications for Science Education", Science Education 85:50-67.
<http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP148/slcsp148.pdf>.
10. COBERN, William, GIBSON, Adrienne, UNDERWOOD, Scott, 1996. "The Different Worlds Of High School Biology And Physical Science Teachers". Paper presentation at the 1996 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.
<http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP139/SLCSP139a.pdf>.

11. COBERN, William, 1989. "Worldview Theory and Science Education Research: Fundamental Epistemological Structure as a Critical Factor in Science Learning and Attitude Development", <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP088/slcsp088.pdf> .
12. COBERN, William, ¿1993?. "Contextual constructivism: The impact of culture on the learning and teaching of science", <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP115/slcsp115.pdf>
13. COBERN, William, 1994. "Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education". A paper presented at the 1994 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Anaheim, CA, March 26-29. Revised August, 1995, for submission to Science Education. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP124/SLCSP-124.pdf> .
14. COBERN, William, ¿1998?. "Worldview, Science and the Understanding of Nature". <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP169/SLCSP169.pdf>
15. COBERN, William, AIKENHEAD, Glen, 1997. "Cultural Aspects of Learning Science". Paper presented at the 1997 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Chicago. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP121/slcsp121long.pdf> .
16. DURÁN, Cristóbal, RAMÍREZ, Loreto, ÁLVAREZ, Mauricio, 2002. "Consideraciones críticas sobre algunos aspectos teóricos de la obra de Serge Moscovici". Material Utilizado en el Seminario de Psicología Social de la Escuela de Psicología de la Universidad Bolivariana, Santiago de Chile. <http://members.fortunecity.es/matiasasun/mosco1obra.html> .
17. FERRATER MORA, José, 1986. Diccionario de Filosofía, Alianza Diccionarios, Alianza Editorial, Madrid. Quinta reimpresión, Tomos I a IV.
18. FLICHMAN, Eduardo, 2001. "Newton's dynamics, Kuhn and incommensurability". En "The Proceedings of the Twentieth Congress of Philosophy", Vol. 10 (Philosophy of Science), Tian Yu Cao (Editor del Vol. 10), Boston University. Publicado por el Philosophy Documentation Center, Bowling Green State University, USA.
19. FULLER, S., 2000. Thomas Kuhn. A philosophical history for our times. Univ. of Chicago Press, USA.
20. GÁLVEZ, Víctor, WALDEGG, Guillermina, 2003. "La negociación de significados asociados con la ciencia. Una metodología basada en ensayos individuales y la colaboración interpersonal". REVISTA LATINOAMERICANA DE ESTUDIOS EDUCATIVOS, Vol. XXXIII, nº 3. Centro de Estudios Educativos, CEE, pp. 159-166. <http://148.215.4.212/rev/270/27033308.pdf> .
21. HOYNINGEN-HUENE, Paul, 1993. Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science. The University of Chicago Press, USA.
22. JODELET, Denise, 2003. Conferencia dictada durante las Primeras Jornadas sobre Representaciones Sociales CBC-UBA. <http://www.cbc.uba.ar/dat/sbe/repso.html>
23. KUHN, Thomas S., 1982. La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia. Fondo de Cultura Económica, México.
24. KUHN, Thomas S., 1985. La revolución copernicana. Editorial Ariel S.A., Barcelona.
25. KUHN, Thomas S., 1989. ¿Qué son las revoluciones científicas? Ed. Paidós, Barcelona.
26. KUHN, Thomas S., 2002. El camino desde la estructura. Editorial Paidós, Barcelona.
27. JUNKKARINEN, Marko, (¿?) "World view and ideology as a subject of research". University of Joensuu. <http://www.uta.fi/laitokset/historia/tutkijakoulu/sivut/paperit/mjunk.htm> .
28. LÓPEZ BELTRÁN, Fidencio, 1996. "Representaciones sociales y formación de profesores. El caso de la UAS". Revista Mexicana de Investigación Educativa, vol 1, núm 2, pp. 391-407. <http://www.comie.org.mx/revista/Pdfs/Carpeta2/2invest7.pdf>
29. MENGASCINI, Adriana, MENEGAZ, Adriana, MURRIELLO, Sandra, PETRUCCI, Diego, 2004. "«...Yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.» Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas". *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 65-78.
30. NIEVA REYES, Blanca Cecilia, JÁCOME LIÉBANO, Sofía, 1998. "Representaciones sociales del proceso salud enfermedad oral en poblaciones urbano-marginales y su relación con los discursos y las prácticas institucionales". Revista de la Federación Odontológica Colombiana, N°194. http://www.encolombia.com/foc_indice.htm .
31. NOVAK, J., GOWIN, B., 1988. Aprendiendo a aprender. Ediciones Martínez Roca, Barcelona, España.
32. NOVAK, J., 1998. Learning, creating, and using knowledge. Lawr., Erlbaum Ass., Eds., NJ, USA.
33. *Science and Education*, 2000, 9, 1-2. Número especial dedicado a Thomas Kuhn.
34. ROUQUETTE, Michel-Louis, 1986. "La comunicación de masas". En Moscovici, Serge, Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. Ed. Paidós, B Aires.
35. YALAKI, Yalcin, 2004. "Science teachers' worldviews: a way to understand beliefs and practices". A Dissertation submitted to the Department of Middle and Secondary Education in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. <http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-05192004-181457/> .
36. ZACCAGNINI, Mario César, ¿2000?. "Tensiones, fracturas, continuidades y discontinuidades entre la epistemología de las prácticas educativas y la realidad social". OEI – Revista Iberoamericana de Educación. <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Zaccagnini.PDF> .

CAPÍTULO 3

EL CONCEPTO DE "CONCEPTO"

CAPÍTULO 3

EL CONCEPTO DE "CONCEPTO"

Un aspecto importante en la elaboración del Marco de Referencia Teórico de esta Tesis consiste en explicitar qué entiendo por "concepto", es decir, más específicamente, qué entiendo por formación y desarrollo de conceptos.

La importancia de tal elección radica en que las personas "vemos" el mundo (natural y social) con el que interactuamos a partir de ciertas estructuras de pensamiento, las cuales, de una manera u otra, están organizadas tomando como componentes básicos al conjunto de conceptos construidos por cada uno de nosotros durante su vida de aprendizajes (Kearney, 1984). Tal elección me permitirá enmarcar la discusión del trabajo sobre los datos obtenidos y las conclusiones finales de esta investigación dedicada a comprender las visiones de mundo de un conjunto de personas con relación al concepto de gravedad.

Las características esenciales de los conceptos han sido motivo de gran cantidad de investigaciones y teorías a través de los años (Colinvaux, 1996; Pozo, 1989), no sólo debido a la necesidad de definir tales características sino para comprender cómo se dan los procesos de aprendizaje y cómo aquellos evolucionan en el tiempo a medida que las personas maduran. La influencia del área de contenidos específicos sobre esta evolución como así también la carga social y cultural sobre los aprendizajes han sido preocupaciones que, aunque posteriores en la historia, hoy en día son trascendentales (Pozo, 1994; Pozo et alii, 2000) y no pueden dejar de considerarse en un estudio como el presente.

Para enmarcar una definición de concepto he tomado elementos de Piaget, Vygotsky y Ausubel, los autores de las teorías de aprendizaje más importantes y más utilizadas en el ámbito de la Enseñanza de las Ciencias.

3.1. EL CONCEPTO DE "CONCEPTO" EN LAS TEORÍAS DE PIAGET, VYGOTSKY Y AUSUBEL

La definición de concepto que adoptaré a los fines de esta Tesis será la presentada por Colinvaux (1996), definición de gran sencillez con mucho consenso entre los investigadores de la especialidad:

"... una forma de organizar nuestra experiencia del mundo ... en núcleos estables de significado."

Si bien esta definición puede ser considerada común en su esencia a las tres teorías citadas, pueden sin embargo abrirse un sinnúmero de variantes definidas por la raíz epistemológica, psicológica, cultural, etc., con la que se interprete y ponga en práctica aquella definición inicial.

Piaget, biólogo en su formación, buscó crear una epistemología científica. Para esto comenzó a incursionar en el estudio del razonamiento infantil y posteriormente en la Historia de las Ciencias:

"... en el programa de Piaget figuraba como central la indagación de la constitución de los conceptos científicos ... el término "concepto" se refiere a las grandes categorías que posibilitan la estructuración cognoscitiva y que no son identificables con los sistemas conceptuales específicos de un dominio de conocimiento, y mucho menos con su forma escolar." (Castorina, 1996, p. 33)

La cuestión principal en sus estudios era otra, más allá de los conceptos en sí mismos:

"Para él, los conceptos son productos de estas estructuras operatorias, que describen formas de pensamiento y, más precisamente, formas de razonamiento lógico. En otras palabras, el foco está en las estructuras operatorias que, cuando "puestas en acción" y ejercidas en cuanto al pensamiento, generan una interpretación del mundo que resulta, en último análisis, en sistemas de naturaleza conceptual." (Colinvaux, 1996, p. 4)

Además, es posible comprender cuál fue su compromiso epistemológico:

"... las estructuras operatorias ... describen formas de pensamiento lógico ... la lógica cuya psicogénesis investiga Piaget es la lógica proposicional ... base de las formalizaciones propias de las disciplinas científicas ..." (Colinvaux, 1996, p. 4)

"...para la perspectiva piagetiana, las estructuras operatorias viabilizan un proceso de significación que está en la base de la formación de los sistemas nocionales y, por lo tanto, de los conceptos propiamente dichos." (Colinvaux en Castorina, 2004, p. 54)

Según García (2000, pp. 102-103):

"La actividad cognoscitiva del sujeto consiste, desde el comienzo en la organización de sus acciones, en construir formas organizativas de sus propias acciones que le permiten ir incorporando nuevos elementos del entorno, los cuales irán adquiriendo nuevas significaciones puesto que en eso consiste la asimilación. El tan incomprendido 'estructuralismo' piagetiano tiene aquí sus raíces más profundas, porque las 'formas organizativas' no son otra cosa que estructuraciones, que constituyen sistemas de interrelaciones. Y la génesis de esas estructuraciones está -repetámoslo una vez más- en la coordinación de las acciones... la noción central del estructuralismo genético no es el sustantivo 'estructura' sino el verbo 'estructurar', sinónimo en este contexto del verbo 'organizar'."

Finalmente, el aprendizaje y el desarrollo conceptual son necesariamente dependientes de la existencia y evolución de las estructuras operatorias, esto como consecuencia natural de su propia concepción de lo que es un concepto.

Para Vygotsky, en cambio, el estudio de los conceptos en sí mismos revistió principal importancia. Para él, es posible hacer una separación entre los llamados "conceptos espontáneos", aquellos surgidos de la experiencia cotidiana, y los llamados "conceptos científicos", aquellos propios de la ciencia y sólo aprendidos en un contexto escolar.

Pero fundamentalmente el centro de su trabajo es que:

"... la formación y desarrollo de conceptos involucra, por un lado, una progresiva abstracción y generalización de lo real que es, por otro lado, operada a partir de la apropiación, también progresiva, por parte de los individuos, de los sistemas simbólicos disponibles en su medio cultural e histórico." (Colinvaux, 1996, p. 6)

Es decir, en concreto:

"...conceptuar consiste en partir de una realidad concreta para abstraer sus principales características y representarlas en términos generales; los conceptos así obtenidos son aplicados nuevamente a la realidad concreta, posibilitando su aprehensión más allá de lo aparente." (Colinvaux en Castorina, 2004, p. 57)

“...Vygotsky afirma la naturaleza sistémica de los conceptos, según la cual todos los conceptos reales mantienen entre sí relaciones de subordinación a niveles diferenciados de generalidad. Asimismo, caracteriza el grado de generalidad de un concepto a partir de dos dimensiones: su referencia objetiva –cuál es el “pedazo” de realidad representada- y su posición en un continuum que va de lo sensible/concreto a lo representado/abstracto. Las relaciones entre conceptos son entonces definidas como estructuras de generalidad, caracterizadas a partir de relaciones de subordinación y sobre-ordenación, es decir, de relaciones lógicas propias de un sistema de clasificación. Es importante destacar que es precisamente esta sistematización, en el sentido de inclusión de los conceptos en sistemas jerárquicos, la que permite diferenciar los conceptos espontáneos, originados en situaciones cotidianas, de los conceptos científicos que se aprehenden en contextos escolares”. (Colinvaux en Castorina, 2004, pp. 57-58)

En síntesis, es posible decir que tanto para Vygotsky, como para Piaget, el modelo de conocimiento era la ciencia de su época, que definía lo que ellos llamaron los “conceptos científicos”. En este sentido, ambos autores convergen en su visión de un sentido clásico de concepto (el expuesto anteriormente por Colinvaux), como así también en su referencia al conocimiento científico para investigar el desarrollo cognitivo.

Sí difieren en cómo recorrer el camino entre los “conceptos espontáneos” y los científicos:

“De un lado, para Piaget, la trayectoria en dirección al pensamiento científico parece ser una cuestión estricta de desarrollo, en la que predomina el plano endógeno de un movimiento interno al sujeto del conocimiento. Vygotsky argumenta que ese camino depende de las articulaciones necesarias entre desarrollo y aprendizaje e involucra, por lo tanto, intervenciones externas al niño.” (Colinvaux, 1996, p. 10)

Finalmente, son importantes además los dos párrafos que siguen:

“Para Piaget, las estructuras de pensamiento en desarrollo son constitutivas de la adquisición de sistemas conceptuales, incluyendo aquellos considerados por Vygotsky; por el contrario, para este último, el aprendizaje escolar de los sistemas conceptuales precede a la adquisición de la estructura lógica que les podría corresponder. Mientras Piaget focalizó su interés en la génesis de la lógica de los conceptos, de su sistematicidad operatoria, y en su explicación cognoscitiva, Vygotsky lo hizo sobre el contexto de su adquisición escolar.”

“Mientras que en Vygotsky hay una discontinuidad entre los conceptos cotidianos y los científicos por la diferencia respecto de su origen, de su consistencia o inconsistencia (admitiendo la interacción entre ellos), en Piaget hay una continuidad, en el sentido de que los mismos mecanismos parecen presidir su constitución y porque las adquisiciones lógicas son una condición organizadora para la formación de cualquier sistema de conceptos.” (Castorina, 1996, p. 33 y p. 34)

La convergencia de las teorías de Piaget y Vygotsky ha sido, y continúa siendo, ampliamente estudiada desde distintas perspectivas (ver Castorina, 2004) y existe cierto consenso en aceptar una gran complementariedad entre ambas, quizás originado esto en la coincidencia en la época histórica y en la concepción científico-epistemológica en la que estas teorías tuvieron origen. La convergencia a su vez entre la teoría de Ausubel y las de Piaget y Vygotsky, no contemporáneas al menos en sus orígenes, está menos desarrollada.

A este respecto Pozo (1989, p. 209) expresa que:

"Afortunadamente, en cuanto a las relaciones entre aprendizaje e instrucción sí disponemos de teorías que complementan la metateoría de Vygotsky. De entre ellas, la teoría del aprendizaje de Ausubel es, en nuestra opinión el mejor apoyo para las sugestivas, y en muchos casos geniales, ideas de Vygotsky."

En la misma obra, Pozo (1989, pp. 209-210) indica que:

"...Ausubel se ocupa específicamente de los procesos de aprendizaje/enseñanza de los conceptos científicos a partir de los conceptos previamente formados por el niño en su vida cotidiana. ... Ausubel pone el acento de su teoría en la organización del conocimiento en estructuras y en las reestructuraciones que se producen debido a la interacción entre esas estructuras presentes en el sujeto y la nueva información. Pero a diferencia de ... Piaget ..., Ausubel cree, al igual que Vygotsky, que, para que esa reestructuración se produzca se precisa de una instrucción formalmente establecida, que presente de modo organizado y explícito la información que debe desequilibrar las estructuras existentes."

En cuanto al proceso de formación y evolución de conceptos, Moreira (2000, pp. 20-22), explica que:

"Ausubel distingue tres tipos de aprendizaje significativo: ... representacional, de conceptos y proposicional."

El aprendizaje representacional ... supone la atribución de significados a determinados símbolos (típicamente palabras), es decir, la identificación, en significado, de símbolos que pasan a significar, para el individuo, aquello que sus referentes significan.

... El aprendizaje de conceptos es, en cierta forma, un aprendizaje representacional, pues los conceptos son, también, representados por símbolos particulares, pero son genéricos o categóricos dado que representan abstracciones de los atributos criterios (esenciales) de los referentes, es decir, representan regularidades en objetos o eventos. Ausubel define conceptos como 'objetos, eventos, situaciones o propiedades que poseen atributos criterios comunes y se designan en una cultura dada, por algún signo o símbolo aceptado'. ... los conceptos son adquiridos a través de dos procesos: formación y asimilación. La formación de conceptos se produce, primordialmente, en niños en edad pre-escolar en cuanto que el aprendizaje de conceptos por asimilación predomina en niños en edad escolar y en adultos. En la formación de conceptos, los atributos criterios de los conceptos se adquieren a través de experiencia directa, por medio de sucesivas etapas de formulación y evaluación de hipótesis y generalización. ... a medida que el niño va adquiriendo una determinada cantidad de conceptos por ese proceso, se va haciendo capaz de aprender nuevos conceptos por asimilación, pues los atributos criterios de esos conceptos pueden presentarse ... en términos de nuevas combinaciones de conceptos (y referentes) ya existentes en la estructura cognitiva del niño.

... En el aprendizaje proposicional, en contraposición al representacional, la tarea no es aprender significativamente lo que representan palabras aisladas o combinadas, sino aprender el significado de ideas en forma de proposición. De un modo general, las palabras combinadas en una oración para constituir una proposición representan conceptos. La tarea, sin embargo, no es aprender el significado de los conceptos (aunque sea un pre-requisito) sino el significado de las ideas expresadas verbalmente, a través de esos conceptos, bajo la forma de una proposición. O sea, la tarea es aprender el significado que está más allá de la suma de los significados de las palabras o conceptos que componen la proposición".

Finalmente, Moreira especifica, citando a Ausubel, que (2000, p. 15):

"la esencia del proceso de aprendizaje significativo es que ideas expresadas simbólicamente se relacionen, de manera sustantiva (no literal) y no arbitraria, con lo que el aprendiz ya sabe, o sea, con algún aspecto de su estructura cognitiva específicamente relevante (i. e., un subsumidor) que puede ser, por ejemplo, una imagen, un símbolo, un concepto o una proposición ya significativa".

Para que esto se logre, aquellas ideas expresadas simbólicamente deben satisfacer una condición sine-qua-non: que tengan una estructura lógica interna "adecuada", al menos respecto de la capacidad humana de aprender; a los materiales que cumplan con esta condición se los denomina "lógicamente o potencialmente significativos", y de esa manera recién se podrá iniciar el proceso de aprendizaje significativo que además dependerá de la estructura de subsumidores específicos de que disponga el aprendiz para enfrentar al material (y de la disposición del mismo). Puede notarse que estas dos condiciones exigidas para el aprendizaje significativo de Ausubel pueden relacionarse directamente con las relaciones internas que configuran los sistemas conceptuales de Vygotsky, una especie de "condición de sintonía" entre el material externo con la potencial estructura del aprendiz.

3.2. OTRAS BÚSQUEDAS DE UNA DEFINICIÓN DE "CONCEPTO"

En otros ámbitos del quehacer científico distintos al de la Investigación Educativa, en particular en el ámbito de la Lingüística y dentro de ella de la Terminología, es posible encontrar similar preocupación por definir lo esencial de un concepto. Pérez Hernández (2003) expresa que:

"...el concepto de concepto es, posiblemente, uno de los más escurridizos y difíciles de definir, aunque deberíamos tener una noción muy clara de lo que es, pues de otro modo estaríamos construyendo un gigante con pies de barro, al basar toda una disciplina en algo que no se sabe muy bien lo que es".

En ese mismo artículo, Pérez Hernández comenta que otro investigador (Sager, 1990) recogió las siguientes definiciones de concepto formuladas por varios comités estandarizadores:

- *Los conceptos son constructos mentales, abstracciones que se pueden emplear para clasificar los distintos objetos del mundo exterior e interior. (Recomendación Estándar Británica para la selección, formación y definición de términos técnicos).*
- *Los objetos de todos los campos de conocimiento y actividades humanas, las cosas, sus propiedades, cualidades, fenómenos, etc. se representan mediante conceptos. (Propuesta de revisión del Reino Unido para el documento de la ISO R 704).*
- *Un concepto es un constructo mental para la clasificación de objetos individuales del mundo exterior e interior por medio de una abstracción más o menos arbitraria. (Borrador de 1968 del estándar ISO 704).*
- *Un concepto es una unidad de pensamiento, generada mediante la agrupación de objetos individuales relacionados entre sí por características comunes. (Borrador de documento DIN alemán).*
- *Un concepto es un grupo coherente de juicios sobre un objeto cuyo núcleo se compone de aquellos juicios que reflejan las características inherentes del objeto. (Propuesta de la Unión Soviética para la revisión del documento ISO 704).*
- *Un concepto es una unidad de pensamiento.*
- *Un concepto se usa para estructurar el conocimiento y percepción del mundo circundante y no necesita ser expresado.*
- *Distintas escuelas de pensamiento tienen definiciones diferentes del concepto "concepto". (Versión final del Draft International Standard ISO/DIS 704, 1985).*

Sager finalmente propone que, dada la gran diversidad de opiniones, para los propósitos de la Terminología, "[...] 'concept' be considered another axiomatic primitive, like 'word' or 'sentence', conveniently left undefined." ("concepto" sea considerado otro primitivo axiomático, como "palabra" u "oración", convenientemente dejado sin definir").

Los párrafos finales del artículo de Pérez Hernández se transcriben a continuación:

"En efecto, es muy difícil definir un concepto que, como se deduce de lo expuesto por Sager tiene un carácter axiomático. Sin embargo, no estamos tratando de definir lo que es un concepto sin un contexto y aplicación concretos, lo cual nos llevaría a multitud de problemas de índole filosófica, cuya discusión queda fuera de nuestro ámbito de investigación. En realidad, lo que nos interesa es adoptar una definición que sea válida para nuestros propósitos, fundamentalmente la estructuración de un cuerpo de conocimiento de naturaleza abstracta que se manifiesta en forma de unidades léxicas en las diversas lenguas naturales."

"Una característica común a todas estas definiciones es que son individualizadas, es decir, no tienen en cuenta lo que probablemente hace que un concepto sea tal: las relaciones con los demás conceptos. Efectivamente, si pensamos en cualquier campo de conocimiento humano, lo que hace que un determinado concepto sea distinguido de los demás son tanto sus propiedades distintivas como las relaciones que guarda con los demás conceptos. En nuestra opinión, es imprescindible incluir el carácter relacional de los conceptos en su definición."

"Otra característica a la que las definiciones recogidas por Sager no hacen mención, pero que es extremadamente relevante para la Terminología, es el hecho de que un concepto lleva normalmente asignada una representación física concreta, normalmente una realización fónica u ortográfica con la que se manifiesta en una lengua determinada."

"Según lo que hemos expuesto, por tanto, podríamos reformular, o mejor dicho resituar el concepto de concepto en la siguiente definición provisional:

Un concepto es una abstracción de un conjunto de objetos, propiedades o eventos existentes en el mundo real o un mundo posible, que puede poseer una realización física en una lengua natural o sistema de representación determinados, al cual se puede hacer referencia mediante un símbolo arbitrario, aunque necesariamente único, dentro de un sistema representacional. Como constructo, posee ciertas propiedades distintivas de los demás conceptos, con los que guarda diversos tipos de relaciones. Tanto sus propiedades intrínsecas como sus relaciones con los demás conceptos deben ser evidentes, y por tanto susceptibles de ser especificados de forma explícita."

"Esta definición ... incluye las conceptualizaciones de las propiedades y los eventos como conceptos (y no sólo los objetos), haciendo énfasis en la posibilidad de que sean representados y explicitados por medio de sus propiedades y sus relaciones."

"Posiblemente, la mayor diferencia con respecto a las definiciones que mostramos anteriormente venga dada por la última afirmación: la posibilidad de especificar de forma explícita (y formalizada) las propiedades y relaciones de los conceptos."

"Sin embargo, en estos sistemas no se representan explícitamente dos aspectos determinantes para la diferenciación entre conceptos: las propiedades o características distintivas de los conceptos y las relaciones conceptuales. En los sistemas que permiten establecer relaciones entre conceptos, éstas no son más que punteros o enlaces a otros conceptos, sin que el tipo de relación sea considerada en sí misma un concepto y por tanto, sólo queda especificada por la definición en lenguaje natural que contiene el enlace, y por tanto necesariamente interpretable."

Lo descrito en este apartado nos muestra que, aunque en un ámbito muy diferente al de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales, la búsqueda por una definición de concepto es una preocupación común y que las conclusiones a que se llegan con un cierto consenso no difieren en mucho de aquellas a las que se construyen en nuestra especialidad, tal como las expuse en el inicio de este Capítulo.

3.3. A MODO DE SÍNTESIS: UN “CONCEPTO” PARA LA TESIS

En base a lo desarrollado en este apartado, puedo entonces sintetizar mi imagen de lo que considero que será el conjunto de características que definen a un concepto y al proceso de su formación y desarrollo, marco de referencia para la investigación realizada con objeto de esta Tesis:

A cierta edad, cada persona estará en una cierta estructura operatoria, dependiendo de su madurez psicogenética. Asimismo, a cierta edad cada persona habrá construido un conjunto de conceptos y múltiples relaciones entre los mismos, organizados en una cierta estructura conceptual.

Las características particulares de esa estructura conceptual serán dependientes de la edad madurativa de la persona, como así también de las experiencias que haya vivido en el mundo natural y de su idiosincrasia cultural y social.

Los conceptos y estructuras conceptuales construidos en la vida de una persona son altamente significativos para ella y en general tienen una estructura interna que los hace muy estables y difíciles de ser modificados. Sin embargo, esa estructura lógica interna en general no coincide con la propia del conocimiento científico en las mismas áreas conceptuales.

Los conceptos y las estructuras conceptuales no son estáticos ni rígidos y varían en el tiempo a partir de la interacción con nuevas experiencias en el mundo natural y a partir del aprendizaje, ya sea éste informal (en la comunidad, en el grupo de pares, en la familia, en los medios de difusión, etc.) o formal (la escuela).

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA CITADA

1. CASTORINA, José Antonio, LENZI, Alicia, FERNÁNDEZ, Susana, CASÁVOLA, Horacio, KAUFMAN, Ana María, PALAU, Gladis, 1984. Psicología genética. Aspectos metodológicos e implicancias pedagógicas. Miño y Dávila Editores, Buenos Aires.
2. CASTORINA, José Antonio, FERREIRO, Emilia, KOHL de OLIVEIRA, Marta, LERNER, Delia, 1996. Piaget-Vygotsky: contribuciones para replantear el debate. Paidós Educador, B. A.
3. CASTORINA, José Antonio, DUBROVSKY, Silvia, (compiladores), 2004. Psicología, Cultura y Educación. Perspectivas desde la obra de Vigotski. Noveduc, Buenos Aires.
4. COLINVAUX, Dominique, 1996. “Como as crianças desenvolvem seus conceitos. As respostas de Piaget e Vygotsky”. Trabajo presentado en la Second Conference for Socio-Cultural Research: Vygotsky/Piaget, Ginebra, Suiza, septiembre de 1996, bajo el título “Concept Formation: From Logical Classes to Meaning Provinces”.
5. GARCÍA, Rolando, 2000. El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos. Ed. Gedisa, Barcelona.
6. MOREIRA, Marco A., 2000. Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Ed. Visor, Madrid.
7. PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Chantal, 2003. “Explotación de los corpórea textuales informatizados para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento”, en Estudios de Lingüística Española (ELiEs), Vol. 18.
8. POZO, Juan Ignacio, 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ed. Morata, Madrid, España.
9. POZO, Juan Ignacio, 1994. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Editorial Visor, Madrid, España. Segunda Edición.
10. POZO, Juan Ignacio, GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel, 2000. Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata, Madrid, España. Segunda Edición.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE REFERENCIA

1. AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1983. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas, Segunda edición, México.
 2. AUSUBEL, D., SULLIVAN, E., 1983. El desarrollo infantil. Tomo I: Teorías. Los comienzos del desarrollo. Ediciones Paidós, Barcelona, España.
 3. AUSUBEL, D., SULLIVAN, E., 1983. El desarrollo infantil. Tomo II: El desarrollo de la personalidad. Ediciones Paidós, Barcelona, España.
 4. AUSUBEL, D., SULLIVAN, E., 1983. El desarrollo infantil. Tomo III: Aspectos lingüísticos, cognitivos y físicos. Ediciones Paidós, Barcelona, España.
 5. AUSUBEL, D., 1983. Adquisición y retención el conocimiento. Ed. Trillas, Seg. Ed., México.
 6. BANKS-LEITE, Luci, 1997. Percursos piagetianos. Cortez Editora, SP, Brasil.
 7. COLINVAUX, Dominique, 1992. A formação do conhecimento físico. Um estudo da causalidade em Jean Piaget. EDUFF, Brasil.
 8. FERREIRO, Emilia, (¿). Piaget. Página/12, Serie "Los Hombres. La historia universal a través de sus protagonistas", Buenos Aires.
 9. INHELDER, B., PIAGET, J., 1972. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidós, Buenos Aires.
 10. PIAGET, Jean, Introducción a la Epistemología Genética. Tomo 2: El pensamiento físico. Paidós, Buenos Aires, 1975.
 11. PIAGET, Jean, La representación del mundo en el niño. Ed. Morata, Barcelona, 1984.
 12. RIVIÈRE, Ángel, 1988. La psicología de Vygotski. Ed. Visor, Madrid, España. Tercera Ed.
 13. SPELKE, Elizabeth, 1991. "Physical knowledge in infancy: reflections on Piaget's theory. In CAREY, Susan, GELMAN, Rochel (Eds.). The epigenesis of mind: essays on biology and cognition. Lawrence Erlbaum Ass., Pub., NJ, USA.
 14. VYGOTSKI, Lev, 1979. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Ed. Crítica, Barcelona, España.
 15. VYGOTSKI, Lev, 1995. Pensamiento y lenguaje. Editorial Paidós, Barcelona, España.
 16. WERTSCH, James, 1988. Vygotsky y la formación social de la mente. Editorial Paidós, Barcelona, España.
-

CAPÍTULO 4

EL CONCEPTO DE "GRAVEDAD"

CAPÍTULO 4

EL CONCEPTO DE "GRAVEDAD"

Desarrollaré en el presente Capítulo, en forma breve, una descripción de la forma en que la Ciencia conceptualizó la gravedad a lo largo de la Historia, llegando hasta nuestros días en que perviven dos visiones: la newtoniana y la einsteniana.

Estas dos cosmovisiones gravitatorias, inconmensurables en términos kuhnianos (Kuhn, 1992), se utilizan en nuestros días en forma plena aunque en contextos distintos: la newtoniana prácticamente en todo lo que respecta al mundo cotidiano (vida común, ingeniería, biología, ciencias del espacio, tecnología, etc., así como en buena parte de la Física y la Astronomía); la einsteniana, restringida a ciertos estudios de altas energías y grandes velocidades (física de plasmas y de partículas, astronomía estelar, etc.), o en estudios cosmológicos (agujeros negros, etc.).

Por su importancia, describiré en la parte final de este Capítulo las características fundamentales de ambas concepciones de la gravedad, prestando especial atención a la visión newtoniana, ya que es la referencia fundamental para las entrevistas realizadas para la presente Tesis (ver Capítulos 6 y 7).

4.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE GRAVEDAD

El concepto de gravedad ha sido, y seguramente sigue siendo, uno de los más cotidianos (en el sentido de su influencia) y a la vez más inasibles (en el sentido de su comprensión) en la historia del pensamiento científico de la Humanidad.

Quizás por esto mismo, distintos pensadores a través del tiempo han intentado responder a las preguntas sobre lo "evidente" de la gravedad como ineludible compañera de todo lo que sucede en la Tierra y el Universo.

Sin embargo, pareciera ser que con la gravedad no pasó lo que sí ocurrió con la concepción heliocéntrica del Universo. El modelo de Aristarco (quien recoge una tradición que se había desarrollado durante dos o tres siglos antes), es esencialmente el mismo que el de Copérnico; sin embargo, la época en la que aquel pensador vivió no fue permeable a la idea de la rotación de la Tierra sino que predominó la concepción geocéntrica que, aunque más "primitiva", sobrevivió durante casi dieciocho siglos (no ocurrió, por ejemplo, que la concepción de campo gravitatorio hubiera surgido en alguna mente visionaria de una época no permeable para esa imagen, como podría haber sido la Edad Media).

La evolución conceptual de la gravedad, visto este proceso desde nuestra perspectiva actual, parece haber seguido los pasos "necesarios", no sólo desde la Física sino también desde la Educación. Pareciera como si los Hombres hubiéramos seguido respetuosamente, paso a paso, la secuencia conceptual más "adecuada" para comprender la gravedad, con concepciones cada vez más complejas a medida que íbamos comprendiendo las anteriores y encontrándoles sus "defectos" o, al menos, identificando nuestras propias insatisfacciones para explicar el entorno natural en el que vivimos, construyendo gradualmente los "pre-requisitos" (los conceptos de espacio, tiempo, materia, movimiento, etc.) necesarios para nuevas y más complejas concepciones de gravedad.

Al presentar esta síntesis soy consciente de correr el riesgo de caer en lo que muchos autores y especialmente Kuhn han criticado fuertemente, es decir, leer la Historia desde el presente, induciendo sobre los hechos e ideas del pasado una línea evolutiva teleológica. Quiero enfatizar que no es esa mi concepción, y deseo que no sea así considerada por el Lector al leer este apartado.

Sin embargo, y al menos en lo que puede deducirse a partir de la bibliografía estudiada, las ideas que sobre gravedad surgieron en los distintos períodos analizados nunca establecieron una competencia, en el sentido kuhniano, tal como para producir algún conflicto o anomalía con la cosmovisión predominante. Cabe destacar que siempre, en cualquier período histórico que podamos elegir tanto como en cualquier área conceptual bajo estudio, es posible hallar pensadores que han tenido ideas brillantes, visionarias, futuristas. Sin embargo, eso no implica que llegaran a elaborar una teoría y mucho menos que se establecieran en alternativa para algún grupo o comunidad de lo que hoy podríamos llamar científicos.

Es importante notar entonces que las revoluciones científicas descritas por Kuhn no fueron nunca producidas por un cambio en el concepto de gravedad sino por rupturas de otro tipo, aunque en todas ellas la gravedad era parte del conjunto de conceptos y relaciones afectados por la crisis. En ese proceso histórico, el concepto de gravedad ha evolucionado desde lo más concreto relacionado con la experiencia sensorial inmediata (la caída de los graves), hasta una concepción muy abstracta (deformación del espacio-tiempo) que no tiene ningún tipo de relación directa con la experiencia humana sensorial concreta.

Es posible indicar además que en ciertos períodos de la historia predominaron algunas características particulares de la gravedad. Si bien es cierto que la evolución de las ideas se hace en base al trabajo de muchos pensadores, es posible indicar también para cada período a algunas personas que pueden considerarse como los más representativos o los emergentes de la época bajo estudio.

Se desprende además del análisis de la evolución histórica de la gravedad que éste es un concepto de alto nivel; es decir, para su comprensión plena es necesario diferenciar y comprender los conceptos de espacio, tiempo, materia, forma del planeta Tierra, etc. (Desarrollaré algunas de las consecuencias de esto sobre el aprendizaje en el CAPÍTULO 6).

Daré en la página siguiente una síntesis (Tabla 4.1) en la cual es importante hacer la salvedad de que la mención en cada período de algunos pensadores no implica una concepción de "cadena de superhéroes" en la evolución de la Ciencia, sino únicamente una indicación de quiénes fueron las personas más representativas de cada época, tomados como emergentes de un proceso social, con contribuciones individuales trascendentes.

Por último y como comentario previo a dar lugar a la citada Tabla, quiero llamar la atención sobre el hecho de que la organización de concepciones sobre la gravedad, períodos y pensadores allí presentada debe considerarse una visión parcial de la evolución histórica de la gravedad, y de ninguna manera como algo con intenciones de "definitivo" ni "exhaustivo".

Esto es así en particular debido a que no es posible, dada la riqueza y complejidad de ideas a través de tantos siglos, poder clasificar ideas y personas sin amplias "zonas grises", tanto en fechas como en concepciones. Como ejemplos valen los siguientes: Galileo marca la ruptura con el universo aristotélico, pero aún conserva mucho de él (Koyré, 1980); Newton fue una especie de "bisagra" en cuanto a que convivieron en él creencias antiguas con concepciones revolucionarias (Boido, Flichman y Boido, inéditos); las primeras ideas similares a un campo pueden rastrearse en Descartes, cuya teoría fue elaborada por Leibniz, luego en el siglo XVIII por los hermanos Bernoulli, retomada de nuevo por Euler, y más tarde por Boscovich, Kant y Oersted (Berkson, 1985).

Fue necesario además no nombrar a otros pensadores cuyas contribuciones fueron en muchos casos brillantes, como por ejemplo Nicolás de Oresme (*"quizá la tierra no tienda naturalmente al centro (del universo), sino hacia otros fragmentos de tierra próximos. Nuestra tierra tiene un centro, y tal vez sea hacia él, independientemente de la posición que ocupe dentro del universo, donde se dirigen todas las piedras abandonadas libremente"*, 1325-1382); o Giles de Roberval: *"El peso es la fuerza por la cual cada miembro individual del conjunto tiende hacia el centro. Para el sistema terrestre hay una gravedad terrestre, tanto como para el sistema lunar hay una gravedad lunar y para el sistema de Júpiter una gravedad joviana"*, 1602-1675); entre muchos otros.

EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA FORMA DE CONCEPTUALIZAR LA GRAVEDAD					
	LUGARES NATURALES	CAUSA EXTERNA	FUERZA A DISTANCIA	CAMPO GRAVITATORIO	MODIFICACIÓN DEL ESPACIO-TIEMPO
PERÍODO	S. -IV a XV	S. XVI a XVII	S. XVII a S. XVIII	S. XVIII a S. XIX	S. XX
PRINCIPALES PENSADORES	Aristóteles (384-322 AC)	Giordano Bruno (1548-1600) Nicolás Copérnico (1473-1543) Galileo Galilei (1564-1642) René Descartes (1596-1650)	Johannes Kepler (1571-1630) Christiaan Huygens (1629-1695) Robert Hooke (1635-1703) Isaac Newton (1642-1727)	Michael Faraday (1791-1867) J. C. Maxwell (1831-1879) Oliver Heaviside (1850-1925)	Albert Einstein (1879-1955)
BREVE SÍNTESIS	<p>La teoría de Aristóteles es mucho más que la elaboración del sentido común: es, sobre todo, una concepción general de la realidad física, concepción cuyas piezas maestras parecen ser: a) la creencia en la existencia de «naturalezas» bien determinadas, y b) la creencia en la existencia de un Cosmos, es decir, la creencia en la existencia de principios de orden en virtud de los cuales el conjunto de los entes reales forma un todo (naturalmente) bien ordenado. El movimiento natural de una piedra sólo está regido por el espacio y no por su relación con otros cuerpos. ... Por ejemplo, una piedra lanzada verticalmente hacia arriba se aleja del suelo y retorna a él a lo largo de una línea recta fijada de una vez por todas en el espacio, y si la tierra se mueve mientras la piedra está por los aires no caerá sobre el mismo punto del que partió. (Koyré, 1980)</p> <p>Cabe destacar que Aristóteles desapareció de Occidente luego de la caída del Imperio Romano de Occidente. Sólo quedó su Lógica y algunas obras más. Recién fue recuperado cuando los árabes y judíos lo introdujeron en España en plena Edad Media, y por Dante (1265-1321) en su Divina Comedia. Hubo varios siglos en los que la filosofía occidental estaba dominada por Platón cristianizado por San Agustín: la patristica. (<i>Comentario a partir de una comunicación personal con Eduardo Flichman.</i>)</p>	<p>“La infinitud del Universo de Bruno implica la completa geometrización del espacio: no más «lugares» ni direcciones privilegiados”.</p> <p>“El desigual movimiento aparente de los planetas y la variación de sus distancias con respecto a la tierra nos demuestran que ésta no es el centro de todas las revoluciones. Puesto que hay varios centros; es decir, un centro para todos los movimientos orbitales, un centro para la propia tierra, y quizás incluso otros varios centros no está de más preguntarse si el centro del mundo es el de la gravedad terrestre o cualquier otro”. Copérnico, <i>De Revolutionibus</i>, 1543.</p> <p>Galileo es sin dudas quien profundiza definitivamente el camino de ruptura con el finalismo característico de las concepciones predominantes desde Aristóteles, que llegan hasta la Edad Media prácticamente sin debilitarse. Sin embargo, “todavía existe, para él, «un lugar natural», uno solo: el centro del mundo; hay un movimiento natural, también uno solo: el que va hacia ese centro. Hay incluso, todavía, un residuo de orden cósmico: los cuerpos pesados se sitúan efectivamente en el -o cerca del- centro del mundo.” Puede verse aquí la transformación que va ocurriendo en relación a la concepción de gravedad, no sólo en la mente de Galileo sino fundamentalmente en lo que a la época respecta: “El centro del Universo continúa ahí, pero la esfera del Cosmos se amplía... sería suficiente que deviniera infinita para que en el espacio, en lo sucesivo homogéneo, desapareciera todo vestigio del antiguo Cosmos, desapareciera todo «lugar» y toda dirección privilegiados. Galileo no traspasó el límite. Sólo Bruno – que no era astrónomo ni físico- pudo dar el paso decisivo”. También perdura en Galileo la confusión entre gravedad y masa: la gravedad no es para él una «fuerza» que actúa sobre el cuerpo; es algo a lo que el cuerpo está «sometido», algo que pertenece al propio cuerpo”.</p> <p>Para Descartes, “la gravedad, cualidad esencial del cuerpo que a cada instante engendra un nuevo ímpetus, empuja al cuerpo hacia abajo... la gravedad acompaña eternamente al cuerpo en el que está”. Descartes ha elegido una noción “internalista”, aunque no finalista o aristotélica de la gravedad, antes que una noción de “acción a distancia”.</p> <p>(Todas las citas en esta columna son de Koyré, 1980).</p>	<p>“El espacio kepleriano es ya lo bastante homogéneo como para que cada cuerpo permanezca en su «lugar natural» hasta que una fuerza lo saque de allí”. La gravedad es una interacción connatural a la materia, es una fuerza universal y proporcional a su masa”. (Koyré, 1980)</p> <p>Huygens creía que la fuerza de gravedad está presente en todo lugar, que no es posible encontrar un lugar donde ella no actúe. (Westfall, 1971)</p> <p>Para Hooke existe un principio de atracción o una fuerza que opera entre el sol y cada uno de los planetas, la que desviaría a los planetas de su movimiento inercial rectilíneo atrayéndolos hacia el sol, que es todo lo que exigen sus órbitas copernicanas. (Westfall, 1971)</p> <p>La concepción de Newton es semejante a la teoría de Demócrito: el mundo está constituido por «corpúsculos» sólidos y por espacio vacío, y una tercera entidad, la fuerza. Cada corpúsculo posee la propiedad de «actuar a distancia» y ejercer fuerzas directamente y al instante sobre otros cuerpos del universo. En los Principia, la correlación del movimiento de la luna con la aceleración de la gravedad proveyó la conexión crucial entre el cosmos y la fuerza sobre la superficie de la tierra: la denominación de ésta se generalizó y la concepción de ‘gravitación universal’ se justificó. (Westfall, 1971)</p>	<p>“Existen líneas de fuerza reales en el espacio, y toda distinción entre materia y fuerza queda abolida. El mundo físico está constituido por un campo de fuerzas. Todas las fuerzas son de la misma clase; no hay fuerzas eléctricas, magnéticas ni gravitatorias, sino variaciones de un sólo tipo de fuerza subyacente. Se aspiraba a hallar una teoría del campo unificado. Toda acción radiante requiere un tiempo, y no se sabe de ningún experimento del que se pueda deducir si la acción gravitatoria tiene un tiempo finito de propagación o si actúa instantáneamente. La gravedad parece ser la única fuerza que no interacciona con otras, y es por tanto un reto a la doctrina de la unidad de las fuerzas. El espacio que rodea a un cuerpo está ya en cierta condición de afectar a los cuerpos próximos”. (Michael Faraday)</p> <p>“La gravedad tendría que poder explicarse mediante un mecanismo de acción contigua, y el primer objetivo fue la eliminación de la acción a distancia en el electromagnetismo”. (James Clerk Maxwell)</p> <p>“Todas las perturbaciones conocidas se propagan o electromagnética o gravitacionalmente. En el primer caso, la velocidad de propagación es finita; en el segundo puede que sea también finita la velocidad, incluso tener el mismo valor”. (Oliver Heaviside)</p> <p>(Todas las citas de esta columna son de Berkson, 1985)</p>	<p>Se rechaza la sustancialidad de la materia y del campo y, siguiendo el principio de la relatividad, se trata de construir una nueva teoría de campos. El nuevo concepto de campo nació para explicar la gravitación, y se basa en la idea de la curvatura del espacio. La Teoría de la Relatividad Especial considera aún al espacio-tiempo como isotrópico y homogéneo; años después se desarrolla la Teoría General de la Relatividad, en la que se propone que la gravedad puede explicarse admitiendo que hay regiones espacio-temporales no homogéneas. Las propiedades toman diferentes valores en sistemas de referencia distintos, y todos son igualmente reales. Como todas las perturbaciones del campo viajan a la velocidad de la luz, según la Relatividad Especial, hay que rechazar por completo la base de acción a distancia de la gravedad.</p> <p>(Berkson, 1985)</p>

TABLA 4.1
Principales pensadores y expresiones representativas de las concepciones de gravedad en los distintos períodos históricos.

Describiré a continuación, en forma muy sintética, las principales características que la gravedad toma a partir del marco de referencia adoptado.

- ☛ **El Espacio se describe como un espacio R^3 , euclídeo, homogéneo e isótropo**; de ello se desprenden los Principios de Conservación de la Cantidad de Movimiento y de la Cantidad de Movimiento Angular. **El Tiempo se describe como un espacio R^1 , euclídeo, homogéneo e isótropo**; de ello se desprende el Principio de Conservación de la Energía.
- ☛ **Espacio y Tiempo son independientes; sin embargo, son inseparables.** Es decir, no hay ningún fenómeno natural que pueda darse en el Espacio y no en el Tiempo, o viceversa, aunque Espacio y Tiempo puedan ser separados conceptualmente.
- ☛ **El Universo es finito pero ilimitado.** Esta afirmación se fundamenta en que en el modelo newtoniano original el Universo es infinito, pero de acuerdo con la Teoría del Big Bang el mismo tiene una cierta edad y un cierto tamaño acorde con esa edad.
- ☛ **"c" (la velocidad de la luz en el vacío) es la máxima velocidad para la propagación de la Materia y los Campos en el Universo.** No hay acción instantánea de ninguna clase (en el modelo newtoniano original, de "fuerzas a distancia", las interacciones sí eran instantáneas).
- ☛ **La Materia tiene dos propiedades esenciales: Carga y Masa, que son independientes.**
- ☛ **La Masa** perturba las propiedades esenciales del Espacio y el Tiempo produciendo lo que se denomina el **Campo Gravitatorio**. **La Carga** (en sus diferentes estados de movimiento) perturba las propiedades esenciales del Espacio y el Tiempo produciendo lo que se denomina el **Campo Electromagnético**.
- ☛ Tanto como la Masa y la Carga son independientes, **el Campo Gravitatorio y el Campo Electromagnético son independientes.**
- ☛ **La Masa tiene un único signo, por lo que el Campo Gravitatorio no puede ser apantallado.** La Carga tiene dos signos, por lo que el Campo Electromagnético puede ser apantallado. ²⁴ Corolario: **El Campo Gravitatorio "llena" todo el Universo**, sin excepción.

²⁴ A los fines de comprender un poco mejor esta imposibilidad de "bloqueo" o apantallamiento del campo gravitatorio, es posible realizar una comparación, por analogía, entre el campo gravitatorio producido por masas, de simetría esférica, con el campo eléctrico producido por dos cargas eléctricas, también de simetría esférica, de distinto signo que permanezcan en reposo con respecto al sistema de referencia espaciotemporal (lo que se denomina un campo electrostático). Imaginemos, por ejemplo, un planeta y analicemos los campos que éste produce en algún punto lejano del espacio que lo rodea. La materia que forma el planeta está, a su vez, constituida por átomos, los que están a su vez formados por núcleos con cierta masa (la de los protones y las de los neutrones) y con cierta carga (sólo la + de los protones), y por los muchos electrones que rodean a los núcleos, cada electrón con su masa y su carga (-). Visto el planeta desde el punto en el espacio donde queremos calcular los campos que produce, como la materia está organizada por átomos con igual cantidad de cargas positivas que negativas todo el planeta aparece, a lo lejos, como neutro eléctricamente (es decir, con una carga eléctrica neta igual a cero). Por esta razón, no producirá ningún tipo de campo eléctrico. Sin embargo, y por no existir dos "signos" de masa gravitatoria, cada electrón, cada protón y cada neutrón que forman el planeta contribuirá con sus campos de baja intensidad a que, en definitiva, en el punto del espacio en cuestión el resultado sea, por sumatoria de cada una de esas contribuciones, un gran campo gravitatorio. Así, es posible decir que en el universo, a gran escala, es la gravedad la interacción fundamental, a pesar de que la materia también esté constituida por cargas eléctricas que producen campos eléctricos muy intensos. No existe entonces posibilidad alguna de lograr "masa gravitatoria neutra", ni en pequeña ni en gran escala, y es por esta razón que no existe lugar en el universo en el que no haya campo gravitatorio y, por consiguiente, ante la presencia de una masa cualquiera (un hombre, una piedra, un cometa, etc.) las fuerzas de origen gravitatorio se harán presentes sin excepción.

☞ ***El Campo es la entidad fundamental*** derivada de Espacio, Tiempo y Materia. Es decir, las Interacciones están supeditadas a la existencia del Campo y no su viceversa. Corolario: Es posible imaginar un campo gravitatorio en un Universo sin interacciones, vacío a los fines materiales excepto por la Masa que generó el campo.²⁵

☞ ***La interacción de una Masa con un Campo Gravitatorio produce la Fuerza Gravitatoria.***

Este modelo de universo newtoniano es entonces parte del marco teórico de referencia que elegí para utilizar durante mi trabajo de investigación para esta Tesis. Esto implica que el Diseño del Protocolo de las entrevistas (Cap. 5), así como también el Análisis y Discusión (Cap. 6) de los datos obtenidos, estuvieron enmarcados exclusivamente en el modelo descripto.

Sin embargo, debía prepararme para que, en caso de que durante una entrevista surgiera una idea no newtoniana, yo pudiera seguir la evolución de la misma y comprender qué concepción podría estar manifestando el entrevistado (vale aclarar que esto no ocurrió, pero era necesario estar preparado para tal caso).

Tomando a la Teoría General de la Relatividad como la teoría de la gravitación universal post-Newton más importante, y actualmente en vigencia, me interesa marcar a continuación algunas características. En forma aún más sintética que con Newton, puedo decir que Einstein propone (Friedman, 1991; Hamity, 2000; Ohanian et al, 1994; Wheeler, 1994), que:

☞ Espacio y Tiempo ya no son independientes sino que forman un ***continuo Espacio-Tiempo.***

☞ ***Espacio-Tiempo y Materia, conjuntamente, producen Gravedad.***

☞ ***La Masa modifica al Espacio-Tiempo curvándolo.***

☞ ***El Espacio-Tiempo modifica la dinámica de la Masa.***

☞ ***"c" es la máxima velocidad de propagación en el Universo.***

☞ ***El estado de movimiento natural*** de un cuerpo en este Universo ***es la flotación gravitacional libre.***

Dos aspectos a tener en cuenta como complemento de lo descripto antes son que:

☞ ***El (Espacio-Tiempo) de Einstein y el (Espacio, Tiempo) de Newton son ambos curvos.***

☞ ***El Universo*** tal como lo vemos hoy ***puede explicarse con la Teoría del Big Bang.***

Por último y como un comentario muy importante, quiero destacar enfáticamente que comprender en profundidad la Teoría General de la Relatividad y sus múltiples consecuencias no fue el objetivo de esta Tesis ni mucho menos de la investigación educativa realizada; sin embargo, sí será un horizonte posible para las proyecciones didácticas que realizaré en el Capítulo 7 el generar estrategias para el trabajo didáctico que lleven gradualmente a introducir en la enseñanza básica (Formación Docente, EGB y Polimodal) elementos de esta teoría.

²⁵ Vale aquí recordar lo expresado por Alexander Koyré (1980, p.195), con relación al Movimiento Rectilíneo Uniforme y la Primera Ley de Newton: "Se trata, propiamente hablando, de explicar lo que *es* a partir de lo que *no es*, de lo que no es nunca. E incluso a partir de lo que *no puede nunca ser*". Y también lo expresado por Alan Chalmers (1997, p. 216), haciendo referencia a lo mismo: "Ciertamente, ningún cuerpo se ha movido jamás de una forma que ejemplifique perfectamente esta ley. Sin embargo, si la ley es correcta, todos los cuerpos la obedecen, aunque rara vez tengan la posibilidad de demostrarlo".

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA CITADA

1. BERKSON, William, 1985. Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein. Alianza Universidad, Madrid. Segunda Edición.
2. BOIDO, Guillermo, (inédito). "Arrianismo y éter en el último Newton: triste, solitario y final".
3. BOIDO, Guillermo, FLICHTMAN, Eduardo, (inédito). "Dos corrientes en la tradición mecanicista: el caso Newton".
4. FRIEDMAN, Michel, 1991. Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo. Alianza Universidad, Madrid.
5. HAMITY, Hugo, diciembre de 2000. Materiales no editados, comunicación personal.
6. HAMITY, Hugo, MARTÍNEZ, Juan Manuel, CAMINO, Néstor, et alii, 1998, "Espacio, Tiempo, Materia, Simetría e Interacciones. Ingredientes básicos en el aprendizaje contemporáneo de la Física (primera parte)". Actas del IV Simposio sobre Investigación en la Enseñanza de la Física, Asociación de Profesores de Física de la Argentina, La Plata.
7. HAMITY, Hugo, MARTÍNEZ, Juan Manuel, CAMINO, Néstor, et alii, 2000, "Espacio-tiempo, materia, simetría e interacciones, ingredientes básicos para el aprendizaje contemporáneo de la Física (segunda parte)". Actas del V Simposio de Investigadores en Educación en Física, Asociación de Profesores de Física de la Argentina, Santa Fe.
8. KOYRÉ, Alexandre, 1980. Estudios galileanos. Siglo XXI, Madrid.
9. OHANIAN, Hans, RUFFINI, Remo, 1994. Gravitation and Spacetime. W. W. Norton and Co., London. Second Edition.
10. WESTFALL, Richard, 1971. Force in Newton's physics. The science of dynamics in the seventeenth century. Neale Watson Academic Pub., Inc., New York.
11. WHEELER, John Archibald, 1994. Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo. Alianza Editorial, Madrid.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE REFERENCIA

1. BOIDO, Guillermo, 1996. Noticias del planeta tierra. Galileo Galilei y la revolución científica. A-Z Editora, Buenos Aires.
2. BOIDO, Guillermo, FLICHTMAN, Eduardo, (inédito). "La tragedia del Mecanicismo en el siglo XIX".
3. CHALMERS, Alan, 1992. La ciencia y cómo se elabora. Siglo Veintiuno Editores, Madrid. 1ª Edición.
4. CHALMERS, Alan, 1997. Qué es esa cosa llamada ciencia. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. Siglo Veintiuno Editores, México. 19ª Edición.
5. FERRATER MORA, José, 1986. Diccionario de Filosofía. Alianza Diccionarios, Alianza Editorial, Madrid. Quinta reimpresión, Tomos I a IV.
6. FLICHTMAN, Eduardo, et alii (Editores), 1998. Las raíces y los frutos. EudeBA, Buenos Aires.
7. FLICHTMAN, Eduardo, 2001. "Newton's dynamics, Kuhn and incommensurability". En "The Proceedings of the Twentieth Congress of Philosophy", Vol. 10 (Philosophy of Science), Tian Yu Cao (Editor del Vol. 10), Boston University. Publicado por el Philosophy Documentation Center, Bowling Green State University, USA.
8. FREUD, Sigmund, 1986. Obras completas. Tomo XXII. Conferencia N°35: "En torno de una cosmovisión". Amorrortu Editores, Buenos Aires.
9. FULLER, Steve, 2000. Thomas Kuhn. A philosophical history for our times. The University of Chicago Press, USA.
10. HANSON, Norwood Russell, 1969, Perception and Discovery. An Introduction to Scientific Discovery. Freeman, Coper and Co., San Francisco, USA.
11. HANSON, Norwood Russell, 1969, Patterns of Discovery. Cambridge University Press, NY, USA.
12. HANSON, Norwood Russell, 1978, Constelaciones y conjeturas. Alianza, Madrid.
13. HOLTON, Gerald, BRUSCH, Stephen, 1984. Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Editorial Reverté, Barcelona, España.
14. HOYNINGEN-HUENE, Paul, 1993. Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science. The University of Chicago Press, USA.
15. KLIMOVSKY, Gregorio, 2001. Las desventajas del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. AZ Editora, Buenos Aires. 5ª edición.
16. KÖESTLER, Arthur, 1963. Los sonámbulos. EudeBA, Buenos Aires.
17. KOYRÉ, Alexandre, 1984. Newtonian Studies. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
18. KOYRÉ, Alexandre, 2000. Del mundo cerrado al universo infinito. Siglo XXI, Madrid. 11ª Edición.
19. KUHN, Thomas S., 1985. La revolución copernicana. Editorial Ariel S.A., Barcelona.
20. ProCiencia-CONICET, 1994. Pensamiento Científico. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires. Tomos 1 y 2.
21. ProCiencia-CONICET, 1995. Pensamiento Científico. La polémica epistemológica actual. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires.

22. ProCiencia-CONICET, 1996. Pensamiento Científico. Historia de la idea de progreso. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires.
 23. ProCiencia-CONICET, 1997. Pensamiento Científico. Método y conocimiento en ciencias sociales. Humanismo y ciencia. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, B. A.
 24. RIOJA, Ana, ORDÓÑEZ, Javier, 1999. Teorías del universo. Vol. I: de los Pitagóricos a Galileo. Ed. Síntesis, Madrid.
 25. RIOJA, Ana, ORDÓÑEZ, Javier, 1999. Teorías del universo. Vol. II: de Galileo a Newton. Ed. Síntesis, Madrid.
 26. SELVÁTICO, Luis, (inédito). Extractos de su Tesis doctoral.
 27. SANTALÓ, Luis, 1969. Geometrías no euclidianas. EudeBA, Buenos Aires. Cuarta Edición.
 28. WESTFALL, Richard, 1996. Isaac Newton: una vida. Cambridge University Press, Londres.
-

SEGUNDA PARTE

DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 5

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Presento en este Capítulo los criterios a partir de los cuales diseñé el proceso de investigación que llevé a cabo para la presente Tesis.

Expondré los criterios metodológicos que identifican a esta investigación dentro de una metodología cualitativa de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales, para llegar después a la explicitación de los objetivos de la Tesis.

Particular atención merecerán, por último, el diseño del Protocolo de entrevistas utilizado y la elección del conjunto de personas entrevistadas, aspectos que desarrollaré en la parte final de este Capítulo.

5.1. ELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La elección de una cierta metodología de investigación es, de algún modo, una declaración personal (ideológica), epistemológica, por parte del investigador sobre sus concepciones acerca de la ciencia, del objeto de estudio de la misma y de sus métodos, y de la valoración de los resultados obtenidos.

Así, mi elección es utilizar una *metodología cualitativa* de investigación, por creer que los resultados que de su aplicación se obtienen en la evaluación de los aprendizajes conceptuales son más fructíferos que los que se podrían obtener mediante otros medios u otra concepción sobre la investigación científica (cuantitativa), al menos en lo que respecta a mis motivaciones y en especial en lo que respecta a la inserción de tales resultados en nuestra realidad patagónica y latinoamericana.

A su vez, dentro del amplio campo de la investigación cualitativa la presente investigación se enmarca en lo que se conoce como "enfoque interpretativo" La propuesta interpretativa implica conocer los "significados subjetivos" de las acciones que los sujetos realizan en un contexto específico. Dentro de este enfoque, los estudios planteados buscan desarrollar conceptos, intelecciones y comprensiones partiendo de pautas de los datos, y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidos. El análisis de los datos cualitativos implica la existencia de varias etapas (lectura repetida de los datos; seguimiento de pistas de temas, intuiciones, interpretaciones e ideas; búsqueda de temas emergentes; elaboración de tipologías; desarrollo de conceptos y proposiciones teóricas; lectura de material documental y bibliográfico) y procedimientos diversos, atendiendo a los diferentes tipos de informaciones recolectadas (cuestionarios, entrevistas, notas de campo, materiales producidos por docentes y alumnos, registros en grabaciones, material documental). (Rodríguez Gómez et alii, 1996)

Además de lo expuesto antes, según William Cobern (1991, p. 97) "la investigación sobre visión de mundo puede ser sólo desarrollada en forma cualitativa". La investigación sobre visión de mundo trata inherentemente sobre ideas y creencias, pertenezcan éstas a los estudiantes o a los docentes. La distinción que debemos tener en mente es que la investigación en visión de mundo concierne fundamentalmente a categorías que anteceden al conocimiento, lo que es típicamente estudiado por los investigadores en Educación en Ciencias Naturales, y es además acerca del conocimiento en un contexto cultural.

La metodología para una investigación en visión de mundo es similar a la de la antropología, en especial la etnográfica, ya que se focaliza en la gente ubicada en su propia forma de vida, en su cultura, en lo que hacen y creen, y en por qué hacen y creen en esas cosas. Es cualitativa debido a que se focaliza en cómo son los eventos de la vida y en qué contextos suceden, más que en la medición cuantitativa de esos eventos. Lo distintivo de la metodología cualitativa es la sensibilidad contextual. Los investigadores cualitativos rechazan la noción de generalizaciones universales, libres del contexto. (Cobern, 1991, op. cit., p. 106)

Es de destacar además que “el mapa no es el territorio”. “Visión de mundo” es un constructo que “mapea” una cierta perspectiva. Sin embargo, sin importar cuán completa haya sido nuestra investigación, este constructo nunca es sinónimo de la visión de mundo “real” sostenida por una persona o grupo de personas particulares.

Finalmente, y en lo que respecta a la investigación sobre representaciones sociales, Araya Umaña (2002) afirma que la metodología más adecuada es la cualitativa, con la utilización de distintas técnicas (entrevistas, cuestionarios, etc.). En particular, la autora expresa que un recurso importante es la utilización de dibujos y soportes gráficos. Y continúa:

“Esta técnica abarca tres fases: a) la producción de dibujos, b) la verbalización de las personas a partir de esos dibujos, c) un análisis —cuantificable— de los elementos constituyentes de la producción gráfica. El interés de este análisis es — además de poner en evidencia elementos constitutivos de la representación— penetrar con cierta facilidad en los elementos organizadores de la producción, es decir en la significación central de la representación producida. Efectivamente, en la mayoría de los casos, los dibujos no son, por supuesto, una yuxtaposición de elementos, sino un conjunto estructurado y organizado alrededor de elementos o significaciones centrales que permiten identificar el contenido y formular hipótesis sobre los elementos centrales de la representación”.

La bibliografía que utilicé como marco general con relación al tipo de investigación que realizaría y a la consecuente metodología a utilizar fue: Gabel, 1994; Rodríguez Gómez et alii., 1996 y Wittrock, 1989.

Indicaré a continuación los puntos principales sobre los que he definido los aspectos metodológicos de esta investigación:

- He definido **el universo de personas** bajo estudio exclusivamente dentro de la ciudad **de Esquel**. Cabe destacar que la investigación realizada para esta Tesis es también un inicio para acciones didácticas en la Patagonia, lugar en donde resido y trabajo hace veinte años. Aquí continuaré trabajando siempre en forma muy cercana a los estudiantes y especialmente a los docentes y formadores de docentes, por lo que entonces todo este trabajo será un profundo diagnóstico de la realidad actual, lo que dará mayor relevancia a los resultados de esta Tesis.
- Si bien mis **conclusiones** serán de alguna manera **“evolutivas”**, tal significado no es estrictamente real ya que el estudio no fue desarrollado siguiendo la evolución de uno o más chicos a medida que crecen, sino que lo fue a través del estudio de las ideas de muchas personas en grupos por rangos de edades, lo que constituye una forma de proceder muy utilizada en estudios cualitativos sobre aprendizaje.
- La **herramienta para la toma de datos** utilizada fue la **“entrevista individual”**, de tipo piagetiano (clínicas), con un protocolo no rígido, definido a priori, y diseñado de acuerdo con los Fundamentos y con los Objetivos que esta investigación tiene. En todos los casos las entrevistas fueron voluntarias, protegiendo la identidad del entrevistado, y se audiograbaron con la explícita aceptación de los mismos; todas se transcribieron literalmente (ver ANEXO). La bibliografía que utilicé con relación a las entrevistas fue la siguiente: Ault et alii, 1988; Bleger, 1985; Castorina et alii., 1984; Erickson, 1979; Linder et al, 1989; Moreira et al., 1989; Nahoum, 1961; Pines et alii., 1978 y Posner et al., 1982.
- **Un elemento auxiliar** muy importante durante el desarrollo de las entrevistas fue **la realización de dibujos**, ya que de esta manera los entrevistados expresaban mucho mejor sus ideas. En muchos casos fue posible comprender lo que pensaban gracias al dibujo y no a lo que expresaban verbalmente (ver Camino, 1998).

☛ **El análisis de los datos se realizó definiendo un conjunto de categorías** (basadas en el modelo lógico-estructural de visión de mundo de Kearney). A partir de las lecturas y relecturas de la totalidad de las entrevistas obtenidas, se seleccionaron aquellos extractos en los que estuvieran claramente expresados los conceptos, sus características y/o sus relaciones con otros conceptos. Finalmente, se elaboraron las conclusiones correspondientes a partir de la comparación de los resultados obtenidos entre sí y con la bibliografía disponible, comentándose el grado en que la Hipótesis de esta investigación pudo corroborarse (ver Capítulo 8). (**No se tomaron otro tipo de datos**, más allá de los de identidad que figuran en el encabezado de cada entrevista).

5.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La Hipótesis de trabajo a partir de la cual desarrollé la investigación reportada en esta Tesis tomó finalmente la siguiente forma:

La concepción de gravedad existente en la mayoría de las personas, especialmente en los chicos, se remite casi exclusivamente al planeta Tierra, no se la traslada a otros cuerpos a escala astronómica o al espacio libre, y prácticamente no evoluciona más allá de la noción que se haya construido desde la infancia hasta los primeros años (13-14) de la adolescencia, condicionando esto por consiguiente las visiones de mundo que estas personas hayan construido a lo largo de sus vidas.

5.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo expuesto en los puntos anteriores, los **Objetivos** para la investigación realizada a los fines de la presente Tesis fueron los siguientes:

- ☛ Realizar una **exhaustiva búsqueda bibliográfica** internacional para enmarcar adecuadamente la investigación propuesta de modo que sus conclusiones tuvieran validez lo más amplia y relevante posible.
- ☛ **Relevar las ideas sobre el concepto de gravedad (terrestre y astronómica)** en personas de Esquel según las siguientes características: chicos de 13/14 años; adolescentes de 17/18 años; adultos docentes de EGB; adultos no especialistas.
- ☛ **Caracterizar las visiones de mundo del grupo de personas** participantes que engloben o abarquen sus concepciones sobre la gravedad.
- ☛ **Realizar recomendaciones** para la formación docente y para la implementación de nuevas estrategias **didácticas** en EGB y Polimodal que permitan el aprendizaje del concepto de gravedad de manera diferente a la actualmente en vigencia.

5.4. DISEÑO DEL PROTOCOLO DE ENTREVISTAS

Para la realización de las entrevistas diseñé un protocolo sencillo, fundamentado en la bibliografía estudiada y en la Hipótesis y los Objetivos de la Tesis. Todas las preguntas fueron hechas a los entrevistados, aunque no estrictamente en el orden en que se indican a continuación, el cual podía cambiar según el devenir de la charla durante la entrevista:

PROTOCOLO DE ENTREVISTAS SOBRE GRAVEDAD		
PREGUNTAS		BUSCANDO QUÉ CONCEPCIONES
01	¿Cómo definirías "gravedad"? ¿Cómo la describirías?	Primeras características asignadas a la gravedad. Lo-Otro, Causalidad.
02	Hacé un dibujo que represente tu imagen sobre gravedad.	Primeras imágenes sobre la gravedad, sistemas de referencia, etc. Espacio, Sí-Mismo.
03	Secuencia de soltar una piedra en la Tierra/Luna, con túneles, etc.	"Puesta a cero" de la Hipótesis. Espacio, Causalidad.
04	Secuencia de soltar una piedra en el espacio.	Hipótesis de trabajo sobre falta de gravedad en el espacio. Causalidad, Espacio.
05	Si quito el Sol, ¿qué pasa con los planetas?	Hipótesis de trabajo sobre gravedad espacial absoluta y paralelo con el esquema evolutivo de Nussbaum. Causalidad.
06	Retomar comparativamente los puntos 03, 04, 05.	Inconsistencias de la imagen de gravedad debajo de la atmósfera y en el espacio. Lo-Otro, Clasificación, Espacio.
07	¿Qué deberías hacer para alterar la gravedad en un lugar?	Búsqueda de imagen de campo gravitatorio. Lo-Otro, Relación, Espacio.
08	¿Por qué es producida la gravedad?	Modelo newtoniano. Causalidad, Lo-otro, Relación.
09	¿Podés imaginar cómo sería un lugar sin gravedad?	Búsqueda de imágenes sobre propiedades del espacio y la gravedad. Posibilidad de bloqueo el campo gravitatorio. Causalidad, Sí-Mismo.
10	¿En qué situaciones, lugares, etc., oíste hablar sobre gravedad?	Influencia del medio cultural y educativo. Lo-otro. Crítica didáctica a la TV, diarios, textos, aulas, etc.
11	En tu vida, ¿alguna vez fuiste conciente de tu interacción con la gravedad? ¿Viviste algo que te hiciera pensar en su existencia o siempre fue algo natural, dado por hecho?	Sí-Mismo, Lo-Otro. "La gravedad no se siente", conceptos "primitivos", etc. Influencia del medio socio cultural. Proyección didáctica.

TABLA 5.1
Listado de preguntas del Protocolo utilizado durante las entrevistas

En todos los casos las preguntas fueron de tipo "generativas" (Vosniadou, 1994): preguntas que requieren del entrevistado exponer al máximo su estructura conceptual con relación al tema de la entrevista y no únicamente dar información sobre el mismo.²⁶

Cabe destacar que el Protocolo diseñado tiene una lógica interna que me permite "navegar" sin fallas de continuidad durante el desarrollo de las entrevistas. Según la modalidad de cada entrevistado y según qué respondiera a la pregunta inicial, yo podía variar el orden de las consignas del Protocolo sin perder coherencia interna y sin alejarme de los objetivos de la entrevista. Asimismo, podría haber desviado la estructura conceptual física propiamente dicha, sin dificultades, pasando de una concepción newtoniana a una einsteniana, en caso de que el entrevistado expusiera tal variante; sin embargo esto no sucedió.

²⁶ "Las preguntas generativas, la clase de preguntas que requieren la explicación de fenómenos no directamente observados y no del tipo que han sido presentados a través de la instrucción directa, tienen un mayor potencial para revelar información acerca de las estructuras conceptuales subyacentes que las preguntas sobre hechos, las cuales obtienen información que pudo haber sido memorizada superficialmente a través de la instrucción". (Vosniadou, 1994, p. 415)

Por otra parte, el Protocolo incluye consignas interconectadas de modo de permitir la generación de conflictos con las ideas que el entrevistado va exponiendo. Por ejemplo, al preguntar sobre la gravedad terrestre y más adelante sobre la espacial, surgieron conflictos entre, por ejemplo, al considerar la relación atmósfera-gravedad (en donde no hay atmósfera no hay gravedad) con respecto a la situación dentro de una nave espacial (en la que los entrevistados saben que hay atmósfera porque han visto a los astronautas sin escafandras, en un lugar en el cual ellos creían que “no hay gravedad”).

En general, si no había ninguna variante particular por parte del entrevistado, traté de respetar el orden indicado en la Tabla 5.1. De todos modos, en todas las entrevistas siempre respeté el orden de la primera y la última consignas del Protocolo diseñado.

Otro aspecto importante es que no tuve necesidad de recurrir a preguntas distintas de las diseñadas. Es decir, para los fines de la investigación realizada el Protocolo diseñado fue suficiente y exhaustivo.

5.5. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

El conjunto de personas a entrevistar fue determinado a partir de tomar cuatro grupos con idiosincrasias distintas: tres grupos por edad (chicos, adolescentes y adultos), subdividiendo el grupo de adultos en dos subgrupos (educadores y no especialistas). Los criterios utilizados para esta selección fueron los siguientes:

- a) La edad de los chicos **del primer grupo** debía corresponderse con aquella del último grupo relevado en el trabajo original de Nussbaum; es decir, a partir de los 13/14 años (recordar que los estadios IV y V de su clasificación son los específicos de gravedad). Esta edad corresponde aproximadamente al 8° año de EGB3 o al 1° de Secundario, e incluiría entonces a los adolescentes que ya finalizaron su formación por el Nivel Primario, el único obligatorio antes de la Reforma de nuestro Sistema Educativo. El objetivo de esta elección fue relevar qué concepto de gravedad evidenciaban tener los chicos con la base principal de escolarización en nuestro país. Se tomaron seis (6) entrevistas; se designan como Enseñanza General Básica, **EGB**.
- b) **El segundo grupo** por edad elegido tomaba a aquellos adolescentes escolarizados a punto de finalizar el Nivel Polimodal o Secundario (aproximadamente 18 años). El objetivo fue similar al anterior: relevar qué concepto de gravedad evidenciaban tener los chicos que, finalizando el segundo nivel de escolarización en nuestro país, estaban a punto de insertarse en la Sociedad con roles de mayor compromiso (trabajo, estudios terciarios, etc.). Se tomaron seis (6) entrevistas; se designan como Polimodal, **POL**.
- c) **El tercer grupo** relevado corresponde a adultos de edades varias, cuya función en la Sociedad fuera la de educadores. Fueron relevados docentes de EGB, exclusivamente; todos ellos debían tener además títulos específicos (docentes de carrera, no idóneos o habilitantes). Fueron relevados docentes de los tres ciclos de EGB, cuidando que estuvieran representadas la mayor cantidad de áreas conceptuales y de años de cada Nivel (téngase en cuenta que los docentes pueden ocupar cargos en cualquier Área y en cualquier año de EGB, por lo que en algún momento de sus carreras podrían dar contenidos conceptuales relacionados con gravedad sin más preparación que la que ya tienen). Se tomaron diez (10) entrevistas; se designan como Docentes, **DOC**.
- d) **El cuarto grupo** relevado corresponde también a adultos de edades varias. El criterio utilizado fue que su función actual en la Sociedad fuera distinta a la de educadores y que la misma (trabajo, estudio, etc.) no tuviera ninguna relación con el concepto de gravedad. Se trató además de que los roles de las personas en este grupo fueran lo más variados posibles: empleados, universitarios, obreros, empresarios, artistas, etc. Se tomaron diez (10) entrevistas; se designan como No Especialistas, **NSP**.

- e) Se trató de que tanto los chicos como los docentes entrevistados pertenecieran a la mayor cantidad de escuelas posible, de modo de no tener un sesgo "institucional" en los datos.
- f) Un criterio importante en el contexto de la Comunidad de Esquel y con relación al cuidado en la toma de los datos para esta Tesis fue que en ningún caso los docentes y alumnos entrevistados debían haber interactuado previamente conmigo. Este criterio no es tan trivial como podría pensarse debido a que mi función docente y de investigación se desarrolla en Esquel desde hace veinte años y ha sido muy intensa y amplia, por lo que hay muchos docentes y alumnos que ya conocen mi forma de trabajo y han recibido cierta carga conceptual previa, lo que hubiera dado cierto sesgo a la charla durante la entrevista.
- g) En los cuatro grupos se trató de equilibrar la relación varones-mujeres; no fue posible hacerlo en el caso de los docentes ya que la enorme mayoría de docentes con formación específica y en ejercicio son mujeres; los únicos varones disponibles pertenecían al nivel Polimodal y no tenían título docente, o habían realizado ya alguna actividad específica conmigo en el marco de cursos en la Universidad, y por estas razones no fueron seleccionados.
- h) La cantidad de personas entrevistadas en cada grupo se determinó en base a un criterio de "saturación" (Rodríguez Gómez el alii., 1996). Es decir, cuando ya luego de la cuarta entrevista (EGB y Polimodal) y de la sexta entrevista (docentes y no especialistas) las respuestas al Protocolo diseñado comenzaban a dejar de tener cierta variedad, consideré que con pocas entrevistas más ya sería suficiente para tomar como representado significativamente al grupo en cuestión.

En todos los casos los entrevistados aceptaron participar en forma voluntaria. Todas las entrevistas fueron audio grabadas y transcritas literalmente. El tiempo que demandó cada entrevista fue variable, dependiendo de las características del entrevistado. Los lugares en los que se realizaron las entrevistas fueron los propios de las actividades de los entrevistados; es decir, sus lugares de trabajo (negocios, oficinas, etc.), las escuelas durante el horario de clases, sus hogares, etc.

El investigador entregaba las hojas de papel y dibujaba con una lapicera de tinta roja, haciendo lo propio el entrevistado (escribir o dibujar) con una lapicera de tinta negra o azul.

La totalidad de las entrevistas fue realizada durante septiembre y octubre de 2002.

El detalle completo de los treinta y dos (32) entrevistados y la duración de cada una de las entrevistas realizadas se da en la página siguiente (Tabla 5.2).

En el Anexo al cuerpo principal de esta Tesis se da la transcripción completa de una entrevista por cada grupo de entrevistados. La totalidad de las transcripciones se da en el CD que se adjunta a esta presentación escrita.

N°	Gr.	NOMBRE	EDAD	ESTUDIOS	OCUPACIÓN	DURACIÓN
01	EGB	Carlina	13 años 11 meses	1° Secundario	Estudiante	32 min
02		Eugenia	13 años 09 meses	8° EGB 3	Estudiante	23 min
03		Nicolás	13 años 06 meses	8° EGB 3	Estudiante	33 min
04		Luisa	13 años 06 meses	8° EGB 3	Estudiante	25 min
05		Federico	13 años 07 meses	8° EGB 3	Estudiante	19 min
06		Javier	14 años 07 meses	8° EGB 3	Estudiante	19 min
07	POL	Noelia	18 años 02 meses	3° Polimodal – Diseño	Estudiante	24 min
08		Héctor	17 años 05 meses	3° Polimodal – Diseño	Estudiante	14 min
09		Rut	18 años 03 meses	3° Polimodal – Cs. Sociales	Estudiante	24 min
10		Marcos	19 años 06 meses	3° Polimodal – Cs. Sociales	Estudiante	23 min
11		José	17 años 05 meses	3° Polimodal – Industrial	Estudiante	15 min
12		Natalia	18 años 01 meses	3° Polimodal – Construcciones	Estudiante	17 min
13	DOC	Graciela	37 años 09 meses	Maestra Provincial	3° EGB 1	22 min
14		Marina	33 años 02 meses	Profesora Enseñanza Primaria	3° EGB 1	30 min
15		Ma. Luisa	38 años 06 meses	Profesora Enseñanza Primaria	Cs. Soc. 7° EGB 3	26 min
16		Claudia	30 años 07 meses	Maestra Provincial	2° EGB 1	19 min
17		Verónica	30 años 03 meses	Maestra Educ. Primaria	Lengua 4° EGB 2	16 min
18		Gloria	38 años 05 meses	P. E. P. + Est. Prof. Cs. Nats.	Cs. Nats. 9° EGB 3	22 min
19		Diana	30 años 05 meses	Maestra Provincial	Cs. Soc. 6° EGB 2	21 min
20		Ana Teresa	41 años 11 meses	Profesora Nivel Primario	Cs. Nats. 6° EGB 2	19 min
21		Mª Mercedes	46 años 07 meses	Maestra Normal Superior	Cs. Nats. 6° EGB 2	28 min
22		Yolanda	41 años 08 meses	Maestra Normal Superior	Cs. Nats. 7° EGB 3	23 min
23	NSP	Sonia	29 años 04 meses	Secundario Inc.	Ninguno	29 min
24		Jorge	31 años 08 meses	Secundario Inc.	Secretario Univ.	27 min
25		Adriana	40 años 09 meses	Secundario	Kioskera	19 min
26		Jaime	40 años 06 meses	50% Letras	Actor	15 min
27		Rosalía	37 años 07 meses	Secundario	Comerciante	15 min
28		Elsa	53 años 11 meses	Secundario	Secretaria Univ.	24 min
29		Miguel	55 años 10 meses	Secundario	Gerente Terminal	16 min
30		Marcelina	33 años 11 meses	Lic. en Ciencias Políticas	Concejal + Prof. Un.	25 min
31		Omar	43 años 03 meses	M. M. Obras + 3° Ingeniería	Empresario	26 min
32		Germán	41 años 02 meses	Lic. en Psicología	Psicólogo	37 min

TABLA 5.2
Detalle de las entrevistas realizadas
(datos personales, grupo de pertenencia, estudios, ocupación, duración)

5.6. APORTES DE LA PRESENTE TESIS A LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA SOBRE EL CONCEPTO DE GRAVEDAD

Luego de la presentación que realicé en el Capítulo 1 sobre el "estado del arte" de la Investigación en Educación en Ciencias Naturales con relación al concepto de gravedad, y habiendo desarrollado en los Capítulos 2, 3 y 4 el marco teórico, y en el presente Capítulo el marco metodológico de la presente Tesis, considero que es oportuno explicitar brevemente en este apartado cuáles son los aportes que la misma espera brindar a nuestra comunidad científica.

- ☛ Permitirá analizar, en forma comparativa, las concepciones de adolescentes mayores de 13 años y de adultos, tanto de aquellos formados como docentes como de aquellos sin formación específica con relación a la gravedad, debido en particular a que el protocolo de investigación es exactamente el mismo para todas las personas participantes en el estudio.
- ☛ Es un estudio completamente cualitativo, focalizado sobre una muestra muy significativa de la población de Esquel, aunque fácilmente replicable en otras comunidades.
- ☛ Releva, y luego toma como insumo, los resultados de la gran mayoría de trabajos en el mundo. Es decir, encuentra que aproximadamente a partir de los 14 años las personas disponen ya de una concepción científicamente adecuada de las propiedades geométricas de la gravedad terrestre, y proyecta la investigación de las concepciones sobre gravedad hacia sus propiedades físicas en entornos espaciales poco explorados en la bibliografía.
- ☛ Releva un rico conjunto de concepciones alternativas sobre la gravedad en sus aspectos "astronómicos" que servirán, sin dudas, como insumo para nuevas investigaciones.
- ☛ El tema bajo estudio, la gravedad en distintos entornos espaciales y las visiones de mundo asociadas, es un campo fructífero aún muy poco explorado en la investigación educativa en Ciencias Naturales; sin embargo, estos temas tienen amplia difusión en los medios de comunicación y son de gran interés para la mayoría de las personas, en particular debido a su conexión con las modernas teorías de explicación del universo.
- ☛ Brinda un análisis integrado de una parte muy importante de la bibliografía específica disponible por los medios tradicionales en el mundo, lo que seguramente servirá de fuente de referencia para futuros estudios de postgrado y para nuevas investigaciones.
- ☛ Es quizás el primer estudio de postgrado de esta naturaleza en español, lo que facilitará que muchos jóvenes investigadores, especialmente de Latinoamérica, puedan acceder al estudio de la gravedad astronómica, de las cosmovisiones asociadas y de su transposición didáctica.
- ☛ Propone líneas de proyección didáctica que, una vez exploradas, podrán mostrar toda su potencialidad especialmente en las aulas de nuestros profesorados y escuelas, tan necesitadas de didácticas específicas, fundamentadas y sobre contenidos conceptuales tratados rigurosamente y con adecuada actualización científica.
- ☛ Por último, el presente estudio aportará a la comprensión de las visiones de mundo que tiene un conjunto de adolescentes y adultos, visiones de mundo construidas a partir de cómo han dado significado a lo largo de su vida, en las múltiples interacciones con el medio natural y con el medio social, al concepto de gravedad.

Esta forma integradora de analizar las concepciones de las personas trasciende lo conceptual propiamente dicho y permite tomar en cuenta distintas dimensiones complementarias (afectivas, etc.) ante la posibilidad, cierta y necesaria, de diseñar didácticas específicas para que el conocimiento científico y el conocimiento de sentido común no estén tan distanciados entre sí, lo que está de acuerdo con las palabras de David Palmer (2001, pp. 702, 703):

"Si bien es cierto que es importante identificar las concepciones alternativas de los estudiantes, debe recordarse que éstas pueden representar sólo una parte de la comprensión del estudiante sobre un concepto. Concentrar nuestra atención solamente sobre las concepciones alternativas no nos dará entonces una precisa representación de la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos científicos. Una mejora sería describir sus concepciones alternativas y sus concepciones científicamente aceptables y sus creencias acerca de los contextos particulares a los cuales cada una de esas concepciones se aplican. ...la importancia de estudiar cómo los estudiantes aplican sus comprensiones a diferentes tipos de situaciones físicas no puede ser subestimada. Uno de los principales objetivos de la educación en ciencias es que los estudiantes aprendan a comprender el mundo natural y físico a su alrededor. Este mundo está hecho de miríadas de contextos, o de situaciones físicas diferentes, muchas de las cuales pueden ser consideradas por los estudiantes como críticamente importantes para determinar si un cierto concepto científico se aplica o no. Hasta que no tengamos una mejor comprensión de cómo los estudiantes ven el mundo de esta manera, tendremos severamente limitada nuestra habilidad para ayudarlos a aprender cómo generalizar adecuadamente los principios científicos".

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA CITADA

1. AULT, C., NOVACK, J., GOWIN, B., 1988, Constructing Vee maps for clinical interviews on energy concepts. *Sci. Ed.*, vol. 72, num. 4, pp. 515-545.
2. BLEGER, J., 1985, Temas de psicología. Cap. Método Clínico. Ed. Nueva Visión SAIC, Bs. As., Argentina.
3. CAMINO, Néstor, 1998. "Un Palimpsesto en el Cielo Nocturno. Algunas Consideraciones sobre Investigaciones Educativas Basadas en Dibujos" en Investigación e innovación en la enseñanza de las Ciencias, Ed. Poblagrafic, Barcelona, España. ISBN 84-95095-01-1. pp. 91 a 101.
4. CASTORINA, José Antonio, LENZI, Alicia, FERNÁNDEZ, Susana, CASAVOLA, Horacio, KAUFMAN, Ana María, PALAU, Gladis, 1984. Psicología genética. Aspectos metodológicos e implicancias pedagógicas. Miño y Dávila Editores, Buenos Aires.
5. DUMRAUF, Ana, 2003. "¿De quién es el fracaso en el fracaso escolar? Una mirada basada en los aportes de la investigación en educación en ciencias". Conferencia invitada al Congreso de Educación "Prácticas pedagógicas y fracaso escolar". Unidad Académica "Emilio V. Alavedra". Maipú, Buenos Aires.
6. ERICKSON, G., 1979, Children's conceptions of heat and temperature. *Sci. Ed.*, vol. 63, num. 2, pp. 221-230.
7. GABEL, Dorothy (Ed.), 1994. Handbook of research on science teaching and learning. MacMillan, NY, USA.
8. LINDER, C., ERICKSON, G., 1989, A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound. *Science Education*, 11 Sp. Issue, pp. 491-501.
9. MOREIRA, Marco Antonio, DOMINGUEZ, M. E., 1989, A entrevista clínica como técnica de pesquisa em ensino. *Pub. Int.*, (UFRGS, Brasil).
10. NAHOUM, Ch., 1961, La entrevista psicológica. Ed. Kapelus, Bs. As., Argentina.
11. PINES, J., NOVACK, J., POSNER, G., VANKIRK, J., 1978, The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure. Research report 6, Dpt. of Educ., Cornell Un.
12. POSNER, G., GERTZOG, W., 1982, The clinical interview and the measurement of conceptual change. *Sci. Ed.*, vol. 66, num. 2, pp. 195-209.
13. RODRÍGUEZ GÓMEZ, G., GIL FLORES, J., GARCÍA JIMÉNEZ, E., Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe, 1996, Málaga, España.
14. VOSNIADOU, Stella, 1991. "Conceptual development in Astronomy". Glynn-Yeanny-Britton (Eds.), The psychology of learning science, Lawrence-Erlbaum, 149-177.
15. VOSNIADOU, Stella, BREWER, William, 1992. "Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood". *Cognitive Psychology*, 535-585.
16. WITTRICK, M., 1989. La investigación en la enseñanza. Ed. Paidós, Buenos Aires.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA DE REFERENCIA

1. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°2, pp. 183-208.
 2. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°3, pp. 388-402.
 3. DRIVER, R., 1981, "Pupils alternative frameworks in science". *Eur. J. Sci. Ed.*, vol. 3, num. 1, pp. 93-101.
 4. DRIVER, R., EASLEY, J., 1978. "Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students". *Studies in Science Education*, vol. 5, 61-84.
 5. GILBERT, John, WATTS, Michael, 1983. "Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education". *Studies in Science Education*, vol. 10, 61-98.
 6. MOREIRA, Marco Antonio, 2004. "Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal". Aceptado para su publicación en la *Revista Chilena de Educación en Ciencias*.
 7. POZO, Juan Ignacio, 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ediciones Morata, Madrid, España.
-

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollaré en este Capítulo el análisis de los datos obtenidos durante el proceso de investigación realizado para la presente Tesis.

Discutiré además cómo los resultados obtenidos permiten comprender la forma en que los entrevistados "ven el mundo" desde una perspectiva gravitatoria.

Utilizaré como categorías de análisis los universales definidos por Michael Kearney en su modelo lógico-estructural de visión de mundo, presentados más adelante en este mismo capítulo: Sí-mismo, Lo-otro, Clasificación, Causalidad, Relación, Espacio y Tiempo. Analizaré luego los extractos de entrevistas que, en cada caso, permitan una mayor comprensión de las ideas de las personas participantes de este estudio.

Luego, sintetizaré los elementos más importantes que permiten configurar una visión de mundo grupal (construida a partir de las distintas entrevistas individuales) y la compararé con la visión de mundo propia de una concepción newtoniana de la gravedad, analizando sus diferencias o puntos de contacto.

Posteriormente, y con el fin de comprender de qué manera las personas entrevistadas funcionan en el mundo "gravitatorio" cuando acceden a él desde la visión de mundo relevada, analizaré en tres situaciones físicas concretas la forma en que los entrevistados imaginan su resolución, variando en cada caso los entornos espaciales desde lo más local (terrestre) hasta lo más general (el espacio abierto).

Las situaciones planteadas serán las siguientes:

- Soltar una piedra.
- Soltar una piedra a través de un túnel que pasa por el centro de la Tierra.
- Quitar el centro de atracción.

Haré por último algunos comentarios acerca de la manera en que han sido imaginadas estas situaciones, dejando para el Capítulo final de esta Tesis la elaboración de las Conclusiones generales.

6.1. LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS A PARTIR DEL MODELO DE KEARNEY

De acuerdo con lo desarrollado en el Capítulo 2 sobre las visiones de mundo, he organizado el análisis y la discusión de los datos obtenidos durante el proceso de investigación que llevé a cabo para esta Tesis siguiendo el modelo lógico-estructural de Michael Kearney.

Es decir, describiré en profundidad de qué manera se puede comprender la visión de mundo de los entrevistados con relación al concepto de gravedad analizando las características de cada uno de los universales de Kearney, y sus múltiples relaciones, según se desprende de los extractos de las entrevistas realizadas.

A los fines de que el Lector comprenda mejor la organización interna del análisis y la discusión que siguen en el resto de este Capítulo, presento en la página siguiente (Gráfico 6.1) el esquema original de Kearney "expandido" según el tratamiento dado para esta Tesis.

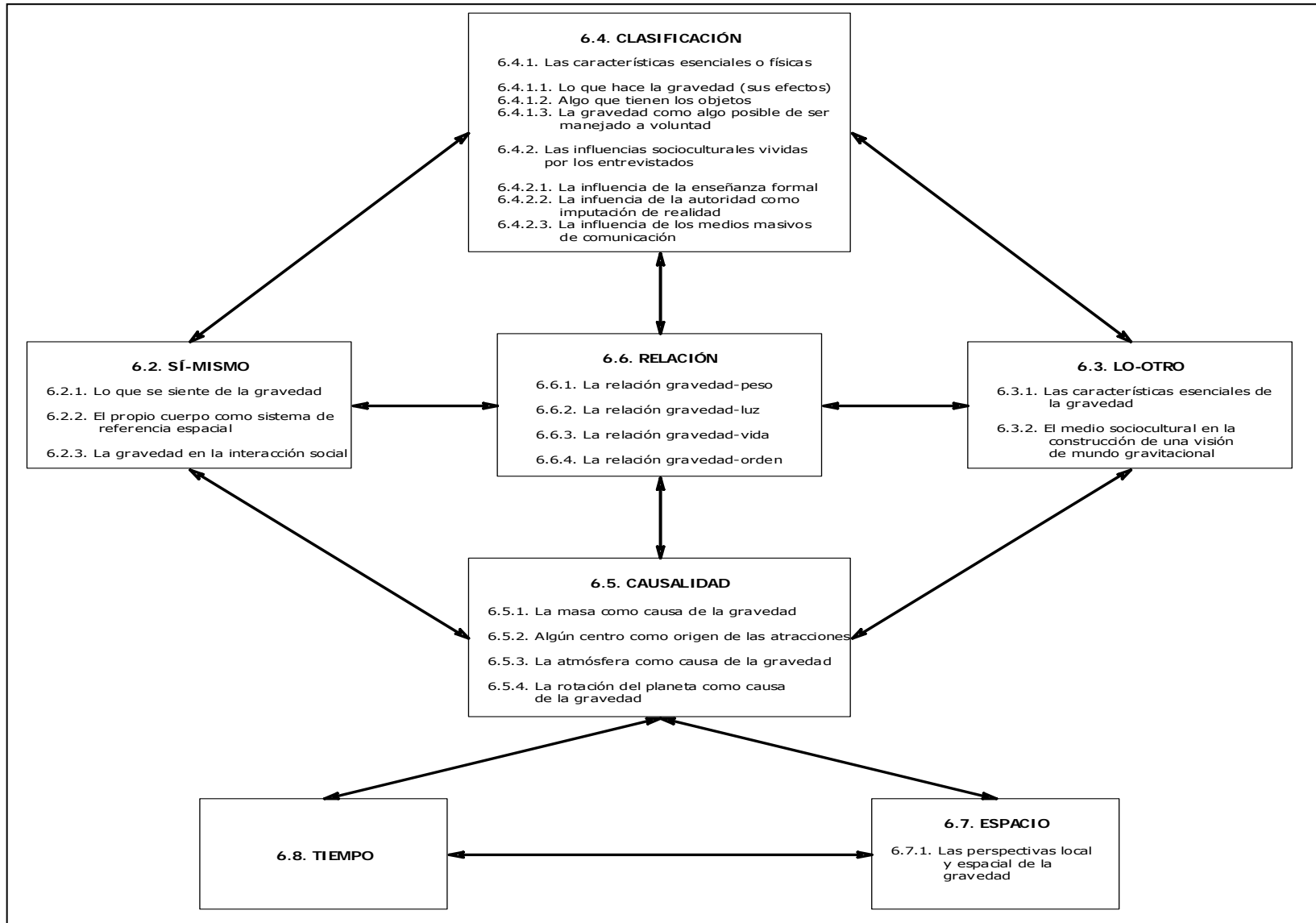


FIGURA 6.1
Categorías para el análisis y discusión de los datos a partir del modelo lógico-estructural de M. Kearney

6.2. SÍ MISMO

6.2.1. Lo que se siente de la gravedad

Recordemos las palabras de Alexander Koyré (1980) cuando expresa que ***“no existe el dios de la gravedad”***. Esta expresión tan sencilla guarda una sabiduría especial con importantes implicaciones para esta Tesis, tanto en lo que respecta a los elementos de las visiones de mundo que busco relevar como a las proyecciones didácticas que luego haré: los pueblos antiguos endiosaban aquello del mundo natural que se manifestaba de alguna manera y era cambiante en el tiempo (las tormentas, los eclipses, los terremotos, las inundaciones, etc.). ***La gravedad nunca se manifiesta en sí misma, de ninguna manera***; así, perdió su oportunidad de tener un dios propio. ***Sin embargo, absolutamente todo en el mundo natural está afectado por la gravedad*** (las nubes, la Luna y el Sol, las montañas, el agua).

Pero también perdió su oportunidad de convertirse en motivo de experimentación didáctica y mucho más de ser un divertido juego. Galili (1993), citando a Einstein, expresa que ***“no sentimos la gravedad”***. Tanto como la gravedad no se manifiesta en sí misma sino por los efectos que produce en otros objetos, ni es posible sentirla, ***tampoco es posible “manejar” la gravedad*** de alguna manera. Es decir, no podemos aumentar o disminuir la gravedad para jugar con el efecto resultante tal como lo hacemos cuando aumentamos o disminuimos la intensidad de luz en un cierto lugar; no tenemos “párpados gravitatorios” para jugar a no sentir la gravedad como sí tenemos párpados para no detectar la luz; no podemos construir dispositivos para “desviar” la dirección gravitatoria como sí podemos construir espejos para desviar la luz; y habrían muchos más ejemplos. A los educadores, preocupados por generar didácticas específicas para la enseñanza del concepto de gravedad, sólo nos queda entonces hacer de “ilusionistas” (ver Capítulo 6).

Es claro que todas estas dificultades para la comprensión de la gravedad son producidas esencialmente por la naturaleza última del campo gravitatorio (newtonianamente hablando): el campo gravitatorio no puede ser bloqueado; la intensidad del campo gravitatorio que nuestro propio cuerpo genera no produce efectos visibles sobre lo que nos rodea (así que obviamente nunca se consideró que lo producía); y nuestra vida y la de todo el ecosistema terrestre está evolutivamente ligada al campo gravitatorio terrestre, enorme y omnipresente (que prácticamente no ha cambiado desde la formación de la Tierra, mucho antes del inicio de la vida en nuestro planeta).

Lo único que podemos vivenciar con relación a la gravedad en nuestra interacción con el mundo natural son dos sensaciones:

⊕ **La sensación del peso (propio y de los demás objetos).**

⊕ **La sensación de “caída libre”.**

La diferencia fundamental entre ambas sensaciones radica en la interacción con otros objetos, especialmente con el suelo.

La sensación del peso lo es en tanto hay un objeto que reacciona sobre el cuerpo humano al estar en contacto con él. Galili (1993) comenta que en realidad se siente nuestro peso como el esfuerzo que hacemos por prevenir la caída al apoyarnos sobre otros cuerpos; del mismo modo, el peso de los demás objetos se siente como el esfuerzo que hacemos por prevenir que los mismos no se caigan sosteniéndolos, por ejemplo, con nuestras manos.

En la caída libre no se está en contacto con ningún objeto; sólo se interactúa con la gravedad terrestre (con la cual la interacción no es un “contacto”), por lo que aquella sensación del peso queda eliminada, al menos por unos instantes.

Es importante destacar que, para la mayoría de la gente, sus "caídas libres" han ocurrido en ascensores, en "lomos de burro", con suerte en una montaña rusa y con mucha menor frecuencia en un "pozo de aire" en un avión. Aún así, esos estados de movimiento no fueron realmente una caída libre ya que las personas nunca dejaron de interactuar con algún objeto (actuando de soporte), y la duración de los mismos fue de partes de segundos, no más.

Para relevar los recuerdos que los entrevistados podrían tener acerca de lo que han sentido con relación a la gravedad, realicé una pregunta específica en la parte final del Protocolo de entrevistas; la misma fue: *En tu vida, ¿alguna vez fuiste conciente de tu interacción con la gravedad? ¿Viviste algo que te hiciera pensar en su existencia o siempre fue algo natural, dado por hecho?*

Es interesante notar que la conciencia (al menos el recuerdo) de lo vivencial gravitatorio está fuertemente ligada en los más chicos a las pequeñas "caídas libres" desde un árbol o en los juegos.

E: Y, una vez me caí de un árbol...

Carlina, EGB, 13 años 11 meses

E: Muy pocas veces, por ahí, tirando algo para arriba, y "ah, cae demasiado rápido", y ahí sí pensaba.

I: ¿Y realmente pensaste que era por la gravedad?

E: Sí, porque me imaginaba "ay, qué bueno sería a veces poder tirarlo y que se quede un tiempo arriba".

I: Ahá, ¿y en alguna otra vez, en alguna otra situación?

E: Saltando en una colchoneta. ...porque caía para abajo, y tenía que hacer fuerza para subir otra vez.

I: ¿Y ahí qué pensabas?

E: (Que la gravedad) me hacía caerme, cuando saltaba.

Eugenia, EGB, 13 años 09 meses

Los adolescentes de polimodal tienen en general recuerdos un tanto diferentes:

E: Por ahí cuando, no sé, estoy cansado y me siento más pesado, digo "para qué existe la gravedad", o cosas así, podría estar flotando uno...

Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

E: Por ejemplo, en algunos parques, cuando vos te subís en los juegos, por ejemplo "el bote", no sé si alguna vez lo viste, y que vos tenés para agarrar y por lo cual podés mantenerte, ¿no es cierto?, pero hay un punto en el que llegás allá arriba, que vos te pareciera que estuvieras flotando.

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

Aunque en algunos casos ni siquiera se han puesto a pensar en la gravedad.

E: Y, conciente así, porque sé que va a caer, porque cae, de chico tiré de todo, pero, como lo estudié acá en el colegio sé que hay fuerza de gravedad, nada más, después nunca estuve en esa situación de estar pensando en la fuerza de gravedad, si no hubiese estudiado no me hubiese dado cuenta.

José, Polimodal, 17 años 05 meses

E: Y, no, es algo que generalmente uno lo toma como normal entonces no se lo plantea.

Natalia, Polimodal, 18 años 01 meses

Los adultos recuerdan desde las sensaciones más externas ("sentir el cielo", aunque muchas veces se asocia esto al clima y a la presión atmosférica):

E: ...de repente sí se me da cuando estoy a campo abierto, que es donde se puede ver más el cielo, acercarme hacia el cielo. Mi papá era una de las personas que le gustaba sentarse en el patio de mi casa e ir mostrándome dónde estaba cada estrella...

Adriana, No Esp., kioskera, 40 años 09 meses

E: Suelo tener mucho contacto con la presión de la atmósfera, cuando la presión está baja creo que es, suelo sentir mucho en el cuerpo esa pesadumbre que me lleva hacia la Tierra, digamos.

I: Pero eso cuando lo sentís, ¿lo relacionás a la gravedad?

E: ¿Si lo relaciono con la gravedad? Sí, por algo te lo estoy mencionando, porque tengo como unido el tema de la presión a la gravedad. No sé si es correcto, erróneo, o no.

Jaime, No Esp., actor, 40 años 06 meses

hasta las más internas (dentro del propio cuerpo, una exclusividad femenina):

E: Cuando me levanté la primera vez después de tener a Juan, de parir a Juan.

I: ¿Y qué sentiste y qué pensaste?

E: Se me acomodaron todos los órganos, o sea, yo me paré y sentí que todos los órganos bajaban así, (onomatopeya), pero fue una sensación bien sinestésica.

I: ¿Y realmente pensaste que era por la gravedad?

E: Sí. No sé si por la gravedad, sino por las condiciones de vida que tienen que ver con yo parada en la Tierra, cómo funciona, tenía todo desacomodado, había engordado veinticinco kilos, estaba todo desplazado, todo subido, aparte había parido por abajo así que se había corrido para arriba, y se bajaron, la diferencia de peso, cuando yo lo parí perdí once kilos en dos días, esa diferencia de peso me hizo tener conciencia...

Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

Las caídas desde escalones, badenes, ascensores, montañas y aviones hacen pensar en la gravedad, aunque en general en forma no placentera y con explicaciones no satisfactorias desde el paradigma newtoniano (tema que retomaré más adelante).

E: Sí, cuando vos hacés un paso creyendo que tenés un escalón a equis centímetros y lo tenés más bajo, ahí sentís que todo lo interno se te sube porque mentalmente estás preparado para que el pie llegue, en la ruta por ejemplo cuando agarrás un badén, o cuando agarrás un salto hay momentos en que quedás con mucha menos gravedad, con algunos juegos, en un ascensor, en un avión, en esos juegos de los parques, en todos esos lugares he sentido que se modifica la gravedad.

Miguel, No Esp., gerente, 55 años 10 meses

E: Lo que siempre me provocó desagrado fue ir a un parque de diversiones. Jamás busqué, me he subido, eso me da la seguridad que no me gusta, ¿sí?, ir a una montaña rusa o a algún juego que te genere cambio de velocidades y te provoque algún desagrado, a mí eso me provoca desagrado. Después una en particular, una situación en un viaje aéreo, para evitar una tormenta descendieron muy violentamente, un descenso muy violento, y la sensación de escaparte del asiento.

I: Hmm. ¿Y esa sensación la relacionás con la gravedad?

E: Sí. ...una desaceleración absoluta y una sensación de que no sabés para dónde vas.

I: ¿Y eso es placentero?

E: No.

I: ¿Y hay alguna otra cosa que hayas vivenciado relacionada con gravedad que haya sido placentera?

E: Sí, que sería agradable sentir la sensación de un astronauta, por ejemplo, al no experimentar, o al experimentar la falta de gravedad. Eso sí siempre me resultó atractivo, placentero.

Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses

E: En la montaña lo he sentido montón de veces, más liviandad menos liviandad. ...esquiando, cuando vas a saltar, la sensación esa de caída digamos, larga...

I: En estos momentos que estás cayendo, ¿alguna vez te pasó de relacionarlo con la gravedad?

E: Sí, sí, con la historia de la caída, o sea la caída libre... Sí, en la caída libre...

Germán, No Esp., psicólogo, 34 años 09 meses

6.2.2. El propio cuerpo como sistema de referencia espacial

En muchas de las situaciones planteadas, pero especialmente en aquellas que ocurrían en el espacio abierto, los entrevistados recurrían a su propio cuerpo para establecer un sistema de referencia que les permitiera imaginar lo que ocurriría.

Esta construcción de un sistema de referencia propio es de gran interés porque remite a la conciencia de la realidad física del cuerpo como último recurso ante una situación extrema como lo es la de imaginarse a uno mismo aislado en un entorno espacial a gran escala, en el centro del universo.

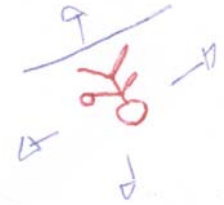
Más allá de lo significativo de referir las direcciones a la geometría del cuerpo, esta forma de explicar lo imaginado en el espacio evidencia un criterio antropocéntrico, fuertemente ligado a sí mismo y no a un sistema exterior como por ejemplo las estrellas visibles (en el cual el arriba-abajo dejaría de tener sentido).

La situación planteada fue la de soltar una piedra en el espacio y pedir a los entrevistados que analizaran qué sucedería con su movimiento:

E: Se va. Supongo que se puede ir hacia cualquier lado, no precisamente hacia arriba, pero nunca hacia abajo.

I: ¿Y hay un arriba y un abajo que vos podrías marcar?

E: Sí, en la posición donde yo esté si yo miro para arriba es para arriba, no importa que esté en un abismo, que no haya nada... (dibuja) Esta sería mi para arriba, esto sería arriba, y esto serían los costados. Y la piedra puede ir para cualquier lugar, me da la sensación, pero nunca para abajo. Porque no hay gravedad.



Adriana, No Esp., kioskera, 40 años 09 meses

En el extracto que sigue, más allá de que Claudia fuerza la existencia de algún campo o cuerpo para dirigir el movimiento de la piedra, el arriba y el abajo ligados a su cuerpo es lo que finalmente define la descripción del movimiento imaginado:

E: Y, la piedra queda en el aire, se desplaza hacia arriba, apunta a la dirección de arriba.

I: ¿Y cómo sabés en el espacio cuál es la dirección para arriba?

E: Y porque busca algún campo magnético. En la Tierra como está en el centro va hacia abajo, en cambio acá lo busca en algún cuerpo material.

I: ¿A qué llamás arriba?

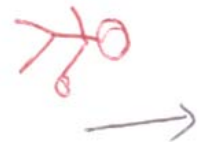
E: Porque esto es el espacio habíamos dicho, entonces como no está sobre nada, no está apoyado sobre alguna base.

I: Pero, si no está apoyado sobre ninguna base, ¿da lo mismo que se mueva para los costados o para acá, que para arriba como lo hiciste vos?

E: Sí, yo creo que sí, pero generalmente es como que va hacia arriba, no sé por qué tengo esa imagen de arriba.

I: O sea, ¿pero la imagen seguro hacia los pies no?

E: No, y, no.



Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

6.2.3. La gravedad en la interacción social

Ser conscientes de qué efectos produce la gravedad sobre nosotros y en qué situaciones hemos oído hablar sobre la gravedad nos permitirá comprender mejor por qué pensamos como lo hacemos con relación a este concepto (según Vosniadou, 1991, sería el inicio de la denominada "metacognición").

Otra de las preguntas de la parte final del Protocolo de las entrevistas estaba dirigida a relevar en qué situaciones del entorno socio cultural los entrevistados pudieron obtener algún tipo de información que les permitiera tomar conciencia sobre la existencia de la gravedad y de sus efectos (ver punto 2.3.3. Dimensiones de las representaciones sociales, página 52 de esta Tesis). La pregunta fue: *¿En qué situaciones, lugares, etc., oíste hablar sobre gravedad?*

La Escuela, los medios de difusión, los pares (amigos, etc.), la familia, son los agentes sociales que la mayoría de los entrevistados recuerdan que al menos alguna vez trataron sobre la gravedad. Sin embargo, tal influencia no siempre coincide con lo científicamente aceptado, como puede verse en los dos extractos que siguen:

E: En películas, en libros, en, no sé, por ahí así charlando con alguien sale que "ah, sí, por la gravedad", bueno, en la tele...

I: ¿En la escuela trabajaste alguna vez sobre gravedad específicamente?

E: No, creo que no.

I: Y cuando decís charlando con alguien sale "ah, sí, por la gravedad", ¿en qué puede salir?

E: Y, que estás hablando, no sé, de un astronauta, "ah, sí, porque estaba flotando, ¿por qué?, porque no hay gravedad".

Eugenia, EGB, 13 años 09 meses

E: Cuando estudié en Naturales. En el texto.

I: ¿Y decían los textos algo parecido a lo que charlamos acá?

E: Claro, que en el espacio no existe la fuerza de gravedad, en la Tierra sí.

Javier, EGB, 14 años 07 meses

En el extracto que sigue puede verse cómo Marcos, el entrevistado, recuerda perfectamente en qué texto leyó sobre gravedad, a pesar de los años transcurridos. Pero lo que es quizás más importante, y refuerza lo que más adelante retomaré, es la autoridad de un texto con connotaciones religiosas. El texto adjunto fue tomado de la p. 132 del libro La vida... ¿cómo se presentó aquí? ¿Por evolución, o por creación?, 1985, Int. Bible Students Ass., NY, USA.; este libro, que días después de la entrevista Marcos encontró y me regaló, indicándome cuál era el texto que él recordaba, es un material de estudio utilizado por quienes profesan su religión.

E: Cuando estuve en la primaria, un poco, no sé, pocas veces. Y después por ejemplo lo que yo te decía del movimiento, también lo leí, así, que el movimiento, que el movimiento continuo que hiciera que la Tierra girara, y que por eso mismo deduje que la gravedad existirá, por eso.

I: ¿Y dónde lo leíste?

E: Sí, en un libro que se llamaba (...), Creación..., ay, no me acuerdo ahora.

I: ¿Y de qué se trata?

E: El libro trata sobre la evolución, los conceptos evolucionistas que hay, ...también trata de ver los abismos que hay entre la evolución y lo que pasa en la realidad, analizando por ejemplo el hecho de si venimos de los monos, y después singularizando lo que es la Creación en sí, si responde o no a que haya habido una evolución, y ahí analiza el tema de los planetas, de las estaciones.

I: ¿Y ahí está donde vos decís que asigna que el giro produce la gravedad?

E: Claro.

I: ¿Vos lo tenés a ese libro todavía?

E: Sí. El libro, en un punto específico, no sé si me lo acuerdo todavía bien, dice que la gravedad se da porque giran los planetas, pero sí menciona que el movimiento es constante de la Tierra.

* A medida que describe una órbita alrededor del Sol una vez al año, la Tierra viaja a una velocidad de aproximadamente 107.200 kilómetros (66.600 millas) por hora. Esa velocidad es precisamente la apropiada para contrarrestar la atracción gravitatoria del Sol y mantener a la Tierra a la distancia debida. Si se disminuyera esa velocidad, la Tierra sería atraída hacia el Sol. Con el tiempo, la Tierra pudiera llegar a ser un lugar chamuscado y desierto como Mercurio, el planeta más cercano al Sol. La temperatura diurna de Mercurio es de más de 300 grados centígrado o Celsius (más de 600 grados Fahrenheit). Sin embargo, si la velocidad orbital de la Tierra fuera aumentada, la Tierra se alejaría más del Sol, y pudiera llegar a ser un lugar vacío y helado como Plutón, el planeta cuya órbita alcanza la distancia más retirada del Sol. La temperatura de Plutón es de unos 150 grados bajo cero Celsius (300 grados bajo cero Fahrenheit).

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

Los docentes en general son mucho más concientes, y pueden recordar ejemplos de su paso por la primaria o por la secundaria y de qué manera se trató el tema de gravedad (las causas que se citan en los extractos que siguen serán retomadas más adelante en el punto 6.5.).

E: (...) Las veces que vi el concepto de gravedad fue de refilón, como una cosa preexistente e incuestionable y que estaba para que otras cosas pudieran suceder, digo, en la escuela, en lo que es académico, así, es un presupuesto básico, entonces todo lo demás que estudiamos, fórmulas de lo que sea, de movimiento, de fuerza, de lo que sea, presuponían la gravedad, pero no la trabajamos la gravedad, no, fue como algo preexistente.

Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

E: ¿Sobre gravedad? Y, en la escuela primaria, sí, por lo general en la escuela primaria, en la televisión, en mi casa.

I: ¿Y tratado siempre con algo relacionado con lo que charlamos acá?

E: Sí, sí. Gravedad, magnetismo, cuerpos suspendidos.

Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

Muchos de ellos recuerdan claramente de qué manera trataron el tema en su formación terciaria.

E: Debo haber estudiado en el secundario, seguramente. No lo tengo muy presente, no.

I: ¿Y en el profesorado?

E: Menos, no, ahí estoy segura que no me enseñaron nada. Ahí sí que esto no lo trabajamos.

Verónica, Docente EGB, 30 años 03 meses

E: Nosotros estuvimos trabajando en el profesorado sobre gravedad, centro de gravedad, problemas en Física relacionados con la gravedad. Por ejemplo ejercicios de resolver la caída de los cuerpos...

Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

E: Y, en el Magisterio ... no, poca, todo este tipo de temas es como que tenés que estudiarlo vos, lo que más te enseñan a hacer es proyectos, y el contenido, bueno, uno lo tiene que tomar de los libros...

María Mercedes, Docente EGB, 46 años 07 meses

Otros tienen muy presente el tema ya que intentan incorporarlo en sus clases en EGB:

I: Y en tu trabajo en el área, ¿tocás algún tema que esté relacionado con esto?

E: Sí, la gravedad. ... realizando pequeñas experiencias, ¿no es cierto?, y tratando de demostrar que todo cuerpo tiene un cierto peso. (Y) que a mayor distancia de la Tierra, hay menos presión, menos fuerza, menos peso.

I: Menos presión, ¿a qué te referís?

E: Presión de la gravedad.

Ana Teresa, Docente EGB, 41 años 11 meses

Los adultos no especialistas tienen una gama más variada de recuerdos acerca de cómo obtuvieron información sobre la gravedad. Se nota nuevamente la gran influencia de los medios de difusión y cómo ciertos estereotipos (la caída de la manzana) quedan grabados más allá de la comprensión. Los dos extractos que siguen muestran estas influencias:

E: Bueno, en la secundaria lo que nos enseñaron de gravedad fue a partir de la manzana esa que cae y ahí se encuentra, que no me acuerdo cómo se llama, que por qué caía la manzana por su propio peso, y demás, y bueno esa era una definición de gravedad, por eso que la tengo presente, pero después no, no sé.

Elsa, No Esp., secretaria, 53 años 11 meses

E: Bueno, que leí cosas de la gravedad y todo eso obviamente en la secundaria y, ahora que está todo el día el televisor en Discovery Channel, con mi hijo, suelen tener bastante información al respecto, hay programas específicos y que le gustan mucho y uno se prende.

Jorge, No Esp., secretario, 31 años 08 meses

La fantasía, a través de la Ciencia Ficción, y la ilusión de sentir diferente a lo de todos los días, es un recuerdo significativo para Rosalía:

E: ... todo lo que sea ver películas de Ciencia Ficción o de astronautas, de personas que llegan a otro planeta, me encanta ver cómo juegan con la no gravedad, con la ausencia de gravedad, con los elementos, es fantástico poder verlo cómo otro lo puede disfrutar, ¿no?

Rosalía, No Esp., comerciante, 37 años 07 meses

En algunos pocos casos, la toma de conciencia sobre la gravedad está ligada a la literatura o a la divulgación científica de gran calidad

E: Y, desde que leí a Julio Verne, Viaje al centro de la Tierra, que era muy chico, y después, no, científicamente nunca, al único a que me acerqué fue a este difusor Carl Sagan, que lo veía a través de su programa de TV, que solía hablar de temas de este tipo, y alguna novela seguramente habré curtido que tenía que ver con esto, pero desde lo literario, ¿no?

Jaime, No Esp., actor, 40 años 06 meses

6.3. LO-OTRO

De acuerdo con Kearney, citado por Cobern (1991), todo lo que no es Sí-mismo es Lo-otro, el resto del universo en todos los sentidos posibles. A los fines de esta Tesis consideraré que Lo-otro está constituido por el entorno físico y por el entorno socio-cultural (no analizaré lo que podríamos denominar lo "trascendente": lo metafísico, Dios, etc., un posible tercer componente de Lo-otro).

De esta manera, las características físicas de la gravedad y las representaciones sociales, en sentido amplio, asociadas a este concepto serán los dos grandes factores que participarán influyendo la construcción de una visión de mundo asociada al concepto de gravedad.

Sin embargo, cabe destacar que tales influencias no necesariamente deberán coincidir con lo aceptado científicamente para describir la gravedad. Es decir, ante todo y para comprender qué "visión gravitatoria de mundo" tienen nuestros entrevistados, deberé, por un lado, analizar cuál es el conjunto de características físicas que ellos asocian con la gravedad, y por otro, deberé también relevar cuáles fueron las influencias socio culturales más importantes que los mismos recuerdan haber tenido a lo largo de su vida.

A continuación comentaré qué entiendo por ambos conjuntos de características (físicas y socio culturales), dejando para el próximo apartado la clasificación (un universal de segundo orden) de esas distintas características, de acuerdo con el modelo lógico-estructural de Kearney.

6.3.1. Las características esenciales de la gravedad

De acuerdo con la "estructura significativa" (Duveen, Lloyd, op. cit., 2003)²⁷ que he elegido, es decir, la Teoría de la Gravitación Universal de Newton, y de acuerdo también con aquella primera y muy sencilla definición de "concepto" que desarrollé en los Fundamentos de esta Tesis, es decir, "*una forma de organizar nuestra experiencia del mundo en núcleos estables de significado*" (Colinvaux, 1996), el concepto de gravedad tiene un conjunto de características esenciales muy bien definidas que caracterizan "Lo-Otro gravitacional" desde la percepción del "Sí-mismo material", adaptando los términos de la teoría de visión de mundo de Kearney al presente estudio.

Sin embargo, las características esenciales que los entrevistados asignan al concepto de gravedad no son las mismas que las que le asigna a este concepto la Física newtoniana.

²⁷ El concepto de estructura significativa está tomado de la siguiente cita: "*En el universo consensual de la vida social no existe un punto de vista privilegiado que nos ofrezca una perspectiva objetiva desde la cual podamos orientar una investigación. Sin embargo, en algunas circunstancias, los investigadores de las representaciones sociales pueden ubicar un punto de referencia comparable a la perspectiva "objetivada" de la que dispuso Piaget. El estudio de Moscovici acerca del psicoanálisis, por ejemplo, toma a la teoría psicoanalítica surgida del trabajo de Freud como un punto de referencia objetivado que sirve para comparar y contrastar las representaciones del psicoanálisis que construyeron distintos grupos sociales. Este autor pudo observar la transformación de este cuerpo de conocimiento a medida que se lo reconstituía dentro de la red de representaciones de los distintos grupos. Nuevamente, sin acceso a la teoría psicoanalítica hubiese sido difícil comprender e interpretar las respuestas de los miembros de distintos grupos sociales a las preguntas sobre el psicoanálisis. El estudio de las representaciones sociales del psicoanálisis es un ejemplo de la manera en que el universo reificado de la ciencia se representa en el mundo consensual del conocimiento cotidiano. Sin embargo, no todas las representaciones sociales dan origen a un cuerpo de conocimiento en el universo reificado del discurso científico. La cuestión que aquí esbozamos es metodológica, ya que tiene que ver con la relación entre la posición epistemológica y la investigación empírica, pero se trata más bien de un problema estratégico para la investigación acerca de las representaciones sociales y no de una cuestión de técnicas específicas. En cada caso, el investigador debe identificar lo que Lucien Goldmann llama estructura significativa, aludiendo a una estructura que tiene importancia funcional para un determinado grupo. Las representaciones sociales como estructuras significativas identifican tanto al grupo que construye una representación como al contenido representado". (Duveen, Lloyd, 2003, p. 33)*

A los fines de poder más adelante comparar las características científicas, esenciales o físicas, con las dadas por los entrevistados al concepto de gravedad, es importante recordarlas brevemente (ya fueron descritas en los Fundamentos de esta Tesis):

- ☛ **La Masa** (una propiedad de la Materia) perturba las propiedades esenciales del Espacio y el Tiempo produciendo lo que se denomina el **Campo Gravitatorio** (o, simplemente, **la gravedad**).
- ☛ **No existe ningún ente físico (materia, campos, energía) que se propague a mayor velocidad que “c”** (la velocidad de la luz en el vacío).
- ☛ **La Masa tiene un único signo, por lo que el Campo Gravitatorio no puede ser apantallado o bloqueado**; por consiguiente, **el Campo Gravitatorio llena todo el Universo**, sin excepción.
- ☛ **El Campo es la entidad fundamental** derivada de Espacio, Tiempo y Materia. Es decir, las Interacciones están supeditadas a la existencia del Campo y no su viceversa.
- ☛ **La interacción de una Masa con un Campo Gravitatorio produce la Fuerza Gravitatoria.**

6.3.2. El medio socio cultural en la construcción de una visión de mundo gravitacional

Tan ineludible como la influencia gravitatoria del mundo natural, la influencia del medio socio cultural es esencial también a la construcción de una visión de mundo asociada al concepto de gravedad.

Así, puedo indicar tres grandes factores del mundo socio cultural que afectan a quien aprende:

- ☛ **La enseñanza formal**, dentro del ámbito de las instituciones educativas.
- ☛ **La “autoridad” en la enseñanza no formal**, tanto en la familia como en el grupo de pares u otras personas reconocidas por su actividad profesional o social.
- ☛ **Los medios masivos de difusión**, en todas sus variantes (electrónica, oral, escrita, etc.).

Del mismo modo que lo indicado en el punto anterior, desarrollaré con mayor profundidad las características fundamentales de esta clasificación en el apartado siguiente.

6.4. CLASIFICACIÓN

De acuerdo con el modelo lógico-estructural de Kearney, utilizado por Cobern en sus investigaciones en Educación en Ciencias Naturales, el universal “clasificación” se utiliza tanto a nivel de la primera y esencial separación entre Sí-mismo y Lo-otro, como en una gran variedad de subclasificaciones que pueden llegar a los últimos detalles de un tema, según sea el criterio y los objetivos del investigador/educador que lleva adelante algún estudio sobre visiones de mundo.

Por su naturaleza, este universal se solapa sobre los demás universales sin solución de continuidad, es decir, no funciona como un “compartimiento estanco” sino que pueden encontrarse clasificaciones en distinto grado y clase en todos los demás universales y relaciones existentes dentro del análisis de una visión de mundo.

A los fines de esta Tesis, he utilizado el universal "clasificación" en formas distintas, con el fin de comprender los distintos elementos que conforman las visiones de mundo desde lo gravitacional en el conjunto de personas entrevistadas, para luego, al final del presente Capítulo, analizar de qué manera estos elementos juegan en forma integrada al actuar en distintas situaciones reales o imaginarias propuestas durante el desarrollo de las entrevistas.

Las distintas clasificaciones que he utilizado son las que mejor satisfacen los objetivos del presente estudio, es decir, son aquellas que ponen en evidencia más explícitamente las concepciones que los entrevistados tienen sobre la gravedad. Las mismas se describen a continuación:

- La diferenciación básica entre los dos universales de primer orden: Sí-Mismo y Lo-Otro.
- Ya en el diálogo entre el Sí-Mismo y Lo-Otro, necesario para la construcción de una visión de mundo, existen dos niveles equivalentes de clasificación: dentro de Sí-Mismo está la diferenciación entre "lo que se siente", "el cuerpo como sistema de referencia" y "la toma de conciencia", y dentro de Lo-Otro está la diferenciación entre "las características esenciales" de la gravedad (el entorno físico) y "las influencias del medio" (el entorno socio cultural), eligiendo no hacer una subdivisión en tres incorporando "lo trascendente".
- A un nivel de mayor detalle, las características esenciales de la gravedad se estudiaron a través de "definir la gravedad" y de imaginar de qué manera sería posible "bloquear la gravedad". Cuáles son las causas físicas de la gravedad desde la visión de los entrevistados será analizado en el apartado correspondiente al universal de segundo orden Causalidad.
- Por lo expresado en el punto anterior, el universal Causalidad fue analizado a través de clasificar las distintas causas que los entrevistados asociaban a la gravedad (qué es lo que produce la gravedad): "masa", "núcleo", "atmósfera" y "rotación".²⁸
- Analicé el universal Relación mediante una subclasificación que consiste en tres clases: "la relación gravedad-peso", "la relación gravedad-luz", "la relación gravedad-vida", y "la relación gravedad-orden".
- Finalmente, dentro del universal Espacio, estudié dos clases de perspectivas espaciales, la "local" y la "espacial". El universal Tiempo no tiene ninguna subclasificación.

Describiré a continuación las componentes de las subclasificaciones correspondientes a Lo-otro, en sus dos principales aspectos: el entorno físico y el entorno socio cultural.

6.4.1. Clasificación de las características físicas esenciales de la gravedad en los entrevistados

La forma de relevar cuáles eran las características físicas esenciales que los entrevistados asignaban al concepto de gravedad fue a través de dos preguntas en el Protocolo de entrevistas, una más general dirigida a "definir" de alguna manera la gravedad y la otra más específica buscando la posibilidad de "bloquear" la gravedad, lo que contradice directamente las propiedades científicamente aceptadas del campo gravitatorio.

Así, las características físicas esenciales asignadas al concepto de gravedad por los entrevistados pueden resumirse básicamente en las tres clases siguientes:

²⁸ Debe entenderse "causalidad" en el sentido restringido de la causa física que produce cierto efecto, y no en el sentido de secuencia temporal u otro tipo de definición epistemológica.

6.4.1.1. Lo que hace la gravedad (sus efectos)

Esta característica "activa" de la gravedad, considerada esencial, es común a la mayoría de los entrevistados y es reportada en muchos trabajos de investigación en todo el mundo (ver por ejemplo NOCE, 1996); son definiciones que en general se asocian al planeta Tierra, únicamente, y describen lo que hace la gravedad y no definen lo que es en sí, como puede notarse en los siguientes extractos:

E: Gravedad, la fuerza que atrae los cuerpos hacia la Tierra, el suelo. ¿Gravedad? Y, lo que nos mantiene acá firmes, sería, más o menos.

Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

E: La gravedad, la fuerza que se ejerce sobre la materia, sobre los elementos. Sobre todos, sí. Forma parte del universo.

Graciela, Docente EGB, 37 años 09 meses

E: La fuerza que ejerce un planeta, un cuerpo celeste, como para mantenernos apoyados sobre la superficie.

Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses

6.4.1.2. Algo que tienen los objetos

En otras definiciones las propiedades de la gravedad son asignadas al cuerpo que está afectado por la misma, como por ejemplo al decir que es algo que hacen o tienen los objetos para que se queden sobre la Tierra (NOCE, 1998), y en general requiriendo el estar apoyados (BAR, 1994) para ser afectados por la gravedad.

E: ¿Gravedad? Y, como la fuerza que tienen los objetos de mantenerse en su estado normal, sin mantenerse volando. Estar sujeto al piso, no estar flotando ni nada, sino tener presión sobre el piso.

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

E: ¿Gravedad? ¡Uh! Es la fuerza que ejerce un cuerpo al caer. Cualquier tipo de cuerpos, con distintas propiedades, de distintos materiales.

Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

6.4.1.3. La gravedad como algo posible de ser manejado a voluntad

En otra clase de características pero no menos esenciales, la posibilidad de "dominar" la gravedad es algo que los entrevistados dan por hecho.

Así, graduar la intensidad de la gravedad (disminuir, aumentar o directamente anular) es a lo sumo un problema tecnológico, pero nunca una imposibilidad esencial de su naturaleza física última. A este respecto vale comentar que en muchos casos hay una especie de "cuestión de fe" con respecto a la ciencia, a la tecnología y a los científicos, como que "seguramente ellos ya lo lograron", aunque ninguno de los entrevistados lo sepa con certeza. También existe en estas personas una concepción sobre el quehacer científico como algo que no tiene barreras, pero que ese quehacer es inalcanzable para la gente común, como lo son ellos mismos. Estos aspectos cobran particular importancia si quienes tienen tal concepción son maestros en ejercicio, los que entonces seguramente transmitirán a sus alumnos una imagen de la ciencia, de los científicos, y de la actividad científica y sus productos viciada y "lejana".

Los siguientes extractos son representativos de que la mayoría de los entrevistados, coherentemente con las definiciones dadas en los puntos anteriores y con lo que más adelante (punto 6.5.) mostraré sobre la Causalidad, considera que es posible alterar la gravedad (Nardi et al., 1990).

Podría modificarse la gravedad quitando o eliminando el núcleo terrestre:

E: ...el núcleo, donde están todas las rocas, que tiene magnetismo concentrado, eso sacaría.

I: ¿A la Tierra le sacás eso y la gravedad cambiaría?

E: Sí, para mí sí.

I: ¿Aumenta o disminuye?

E: Disminuye.

Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

También contrarrestando "lo que hace" la gravedad, es decir, mediante otro efecto que anule el gravitatorio:

E: Sí. No sé cómo, científicamente tendría que haber algo que haga que bloquee la gravedad, y entonces así no tendríamos esa gravedad, o tendría en menor cantidad, pero tendría que ser una fuerza igual o superior a la gravedad.

I: ¿Y se podrá?

E: Yo creo que no, todavía creo que científicamente no se ha podido.

Marcelina, No Esp., Lic. Cs. Políticas, 33 años 11 meses

O quizás también aislando al planeta como un todo:

E: ...se podría aislarla ... rodearla y ponerle como una capa diferente.

I: ¿Una capa de qué?

E: Y, no sé, podría ser como una especie de paredes que aisle la Tierra, por ahí podría cambiar algo.

Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

O bien modificando la composición de la atmósfera o directamente haciendo el vacío:

E: (...) Cambiar los gases, sacar los gases.

María Luisa, Docente EGB, 30 años 06 meses

E: ¿Alterar? Sería muy difícil hacerlo abiertamente, sí se podría hacer en una cámara, si vos producís un vacío quitás la gravedad.

Miguel, No Esp., gerente, 55 años 10 meses

E: (...) Qué sé yo. Y bueno, podés crear un espacio artificial donde no haya atmósfera. ...o modifico ese centro de atracción o modifico el ambiente que permite que ese centro de atracción funcione, no sé cómo se llama, pero creás algo que no tenga gravedad, que no tenga atmósfera. ... El vacío, ¿el vacío será? Lo del vasito cuando lo das vuelta, que hacés vacío, no sé cómo es la historia, lo relaciono con esto, el agua queda arriba, no baja, y tendría que bajar por la gravedad, y no actúa.

Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

Por último, para quienes la gravedad está asociada a la rotación del planeta, modificando esta rotación sería una forma de alterar la gravedad:

E: Y si algo está en movimiento ... y si ese movimiento hace que produzca la gravedad, tendría que interrumpirlo, o modificarlo en algún cierto modo. O puede ser que ... girándolo al revés también pueda no existir la gravedad.

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

6.4.2. Clasificación de las influencias socio culturales vividas por los entrevistados

6.4.2.1. La influencia de la enseñanza formal

La enseñanza impartida en las instituciones educativas es quizás la influencia más importante en cuanto a que lleva implícitas una cierta estructura conceptual y una secuencia didáctica definida, se da en un entorno de autoridad especial, y además ocurre sistemáticamente durante los años más importantes de la vida de las personas en cuanto a la construcción de los aprendizajes. Lamentablemente, todo esto no siempre lleva a que los conceptos y sus relaciones aprendidos por los chicos estén de acuerdo con la visión aceptada y deseada, la que en general coincide con el conocimiento científico del momento.

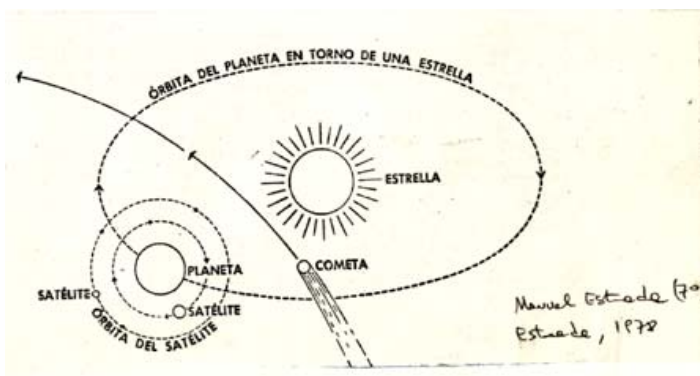
Si bien es cierto que la familia también influye en las construcciones conceptuales de los chicos, no analizaré tal influencia porque mi investigación no contempló esa posibilidad. Sí comentaré a continuación los demás factores que constituyen una influencia desde la enseñanza.

La influencia de los docentes sobre el aprendizaje de los chicos es, obviamente, trascendental. Las concepciones de los docentes fueron relevadas y comentadas con profundidad en los puntos anteriores de este mismo Capítulo. Es posible pensar que, en la práctica cotidiana, estos maestros pondrán naturalmente en juego el conjunto de ideas que hemos diagnosticado, lo que hará seguramente que los chicos vayan aprendiendo tales ideas y no las que consideramos debieran aprender.

Esto es una especie de "propagación" de las ideas previas, con la gran implicación que tiene debido al efecto multiplicador propio de los maestros, por diversas razones (sistematicidad de la enseñanza, edad de los chicos, autoridad de la figura del maestro, etc.). Esto trae también como consecuencia que los propios chicos tendrán condicionada de algún modo su "libertad" para construir ideas propias en relación a estos temas. (Camino, 1995)

Con relación a los textos utilizados en la enseñanza, daré únicamente dos ejemplos: un error de diseño gráfico (¿y conceptual de quién, del dibujante o del autor?) en un texto de nivel primario, y otro error de un texto de nivel polimodal/terciario:

En la figura siguiente puede notarse cómo el Sol queda hacia la parte convexa de la órbita del cometa. Esta clase de extraña gravedad puede inducir a los docentes que trabajan con estos manuales a incorporar estas ideas a su propia estructura conceptual. Una imagen muy similar a la del manual Estrada adjunta, producida por una docente, puede verse en CAMINO, 1995.



El centro de atracción gravitatoria, en este caso el Sol, debe estar hacia la parte cóncava de cualquier órbita debido a que es la interacción entre el cuerpo menor y la estrella la que produce una fuerza central, aplicada sobre el cuerpo y dirigida hacia el Sol, lo que hace que el planeta se aparte de un movimiento rectilíneo curvándose su trayectoria.

(con relación a Masa y Peso) "Ambas son proporcionales entre sí, pero mientras el peso se origina en la gravedad e incluso se anula cuando ésta desaparece, la masa es una propiedad del objeto mismo y nunca se anula."

Hecht, E., Física en perspectiva. Addison-Wesley Ib., 1987, p. 27.

Es claro que la influencia que los textos tienen sobre el aprendizaje guarda un cariz de autoridad insoslayable (KUHN, 1992). Todo error (por desconocimiento, por diseño gráfico no controlado, o quizás un "desliz" de redacción) se propaga fuertemente (rápido y significativamente) a quienes aprenden a partir de esos textos.

En otra clase de problemas asociados a los textos, y seguramente producidos por un involuntario descuido en el lenguaje utilizado, es posible encontrar también en artículos de investigación internacional ejemplos de "fraseos" que inducen a errores conceptuales, como por ejemplo los que siguen:

... "en una nave espacial sin gravedad y con aire". **BAR, 1997, pp. 1143, 1144 y 1151.**

(no existe lugar en el universo sin gravedad, debiera decir "sin peso")

... "las miles de atracciones y repulsiones de la gravedad". **MOSCOVICI, 2003, p. 710.**

(las fuerzas gravitatorias son únicamente atractivas, no existen "repulsiones" de la gravedad)

... "en el espacio interplanetario no hay ni aire ni gravedad". **RUGGIERO, 1985, p. 183.**

(no existe lugar en el universo sin gravedad, debiera decir "ni peso")

... "una figura en la cual una chica está dibujada patas para arriba en la parte baja de la Tierra". **VOSNIADOU, 1991, p. 163.**

(no existe el estar "patas para arriba" para la gravedad terrestre, debiera indicarse que la expresión es a los fines de posicionar el dibujo dentro de la hoja que se presenta al entrevistado)

En otro orden de cosas, pero sin dudas relacionado con el hecho de que aún los investigadores inducen con sus propios trabajos ciertas ideas en las personas con quienes trabajan, vale destacar que Albanese et alii. (1995) llaman la atención sobre lo inadecuado de utilizar modelos concretos inmersos en el campo gravitatorio terrestre para relevar ideas sobre la gravedad, tal como lo hicieron Nussbaum (1979) y Vosniadou et al (1992) en sus trabajos originales ya citados (estos autores utilizaron un modelo concreto de la Tierra con pequeños muñequitos y les pedían a los chicos que los ubicaran, continuándose a partir de allí con la entrevista). Es claro que en ese modelo sí, realmente, las piedras soltadas por los muñequitos "de abajo" caerán en una dirección que, para el modelo, es absoluta y dirigida verticalmente hacia un abajo externo al planeta y no hacia el centro de ese modelo concreto de Tierra.

6.4.2.2. La influencia de la "autoridad" como imputación de realidad

Noce (1988) y Berg (1991) ya mostraban que los medios de difusión son tomados como fuentes confiables de información por los estudiantes, particularmente aquellos programas en que aparecen astronautas.

En general, las personas consideran que los únicos que realmente "saben cómo es esto de la gravedad" son quienes han estado en el espacio, es decir, los astronautas. Son definitivamente "autoridades" en el tema, lo que ya Moscovici (2003) había indicado al hablar de la "imputación de realidad" en la construcción de una representación social.

Pero la unión de los medios de difusión con la autoridad de una imagen en la que hay astronautas hacen muchas veces que se refuercen ideas no científicas: por ejemplo, que los astronautas pudieron caminar sobre la Luna sólo porque llevaban esos enormes y pesados zapatones; que la altísima tecnología disponible por la NASA hizo posible que se generaran zonas de no-gravedad para los entrenamientos (citando a la película Apollo 13, en que actores conocidos funcionan como astronautas "sin gravedad"), etc.

Es función de la Educación (y en parte también de los medios de difusión) discutir los distintos aspectos que son reales en las imágenes difundidas en cine y en televisión, analizando por ejemplo de qué manera fue posible hacer que los actores de Apollo 13 pudieran "flotar". Para ello, haría falta una adecuada formación docente que posibilitara a los educadores comprender los fundamentos físicos subyacentes a cada imagen, para luego explicar por qué razón un avión en caída libre reproduce casi fielmente el estado de microgravedad en una nave espacial; pero también haría falta que los propios medios de difusión destinaran parte de su tiempo a la divulgación de los conceptos científicos que hicieron posible la realización (documental o de ciencia ficción) de sus películas.

Es decir, nuevamente se marca la necesidad de un esfuerzo sistemático y compartido para lograr con el tiempo una satisfactoria formación científica de la sociedad.²⁹

Si bien es cierto que los astronautas son autoridades "vivenciales" en el tema de la Flotación Gravitacional Libre, su experiencia es intransferible para las aulas, al menos hasta tanto no contemos con didácticas específicas que permitan comprender correctamente el concepto de gravedad, e ir preparando el camino para que un video del trabajo a bordo de la Estación Espacial Internacional pueda ser interpretado adecuadamente.

Sin embargo, hay casos en que un chico entiende que en la Luna hay gravedad porque recuerda lo que vio de los astronautas:

I: ¿Y por qué te convence eso y no que el astronauta se queda flotando?

E: Porque lo he visto.

I: Ah, o sea vos viste que los astronautas...

E: Tocaban el piso. Y la nave se quedaba en el piso.

Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

6.4.2.3. La influencia de los medios masivos de difusión (diarios, televisión, etc.)

Como una generalización de lo discutido en el punto anterior, comentario aparte merecen los mensajes propagados a través de los medios de difusión en general, cualesquiera sean. Podríamos encontrar enorme cantidad y variedad de ejemplos en radio, televisión, revistas, diarios, etc.

Presentaré a continuación algunos de estos ejemplos con errores típicos, elegidos por ser "paradigmáticos" (en el sentido de que son ejemplares de lo que quiero mostrar).



Publicado en La Nación.

Nótese el "juego de palabras" entre la gravedad física y la gravedad de una situación; una de las entrevistadas de nivel EGB inició su entrevista con esta misma acepción del término gravedad, lo que recién luego de varios minutos de charla pudo focalizar hacia la acepción que era el objeto de estudio para esta investigación.

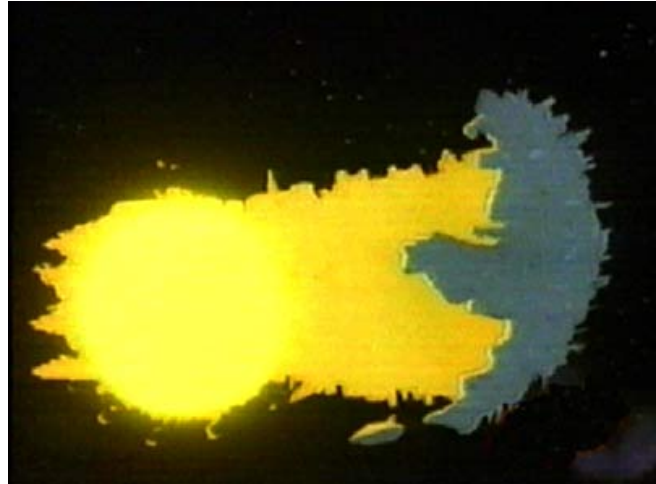
²⁹ Si bien no relacionado directamente al concepto de gravedad, pero sí a lo tratado en el párrafo anterior, es aún motivo de dudas en las aulas ciertas preguntas relacionadas a los viajes Apollo, como por ejemplo: ¿Los astronautas fueron a la Luna de día o de noche?, ¿En qué fase estaba la Luna cuando viajaron?, ¿La bandera que dejaron en suelo lunar estaba flameando? El sólo hecho de mirar las imágenes (con el cielo oscuro pero con los astronautas dando sombra, con una Tierra en el cielo medio iluminada, con la sensación de polvo dispersado por las pisadas, etc.) no alcanza para que tales imágenes en definitiva refuercen todas las concepciones alternativas que las personas tienen acerca de las fases lunares y de la gravedad en la Luna.

En el canal de TV Nickelodeon existe una serie denominada "Los castores cascarrabias", muy divertida y que gusta mucho a los chicos. En uno de los capítulos, los castores son enviados en una misión espacial dirigida al Sol, durante la cual deben realizar numerosos experimentos.

Cuando han concluido su rutina, se comunican con el Control en Tierra y preguntan cuándo regresan, a lo que se les responde que la misión no estaba diseñada para regresar sino para concluir chocando al Sol (ya que dos pequeños animalitos como ellos eran despreciables).

Los castores comienzan a pensar qué hacer, buscan información en la videoteca de la nave, y allí encuentran un video que les explica cómo funciona la gravedad haciendo una analogía entre el flujo de un río y la atracción gravitatoria del Sol. Se les ocurre entonces, como buenos castores, hacer un "dique gravitatorio" ya que, si funciona un dique para un río, es evidente que también tiene que funcionar para la gravedad solar, continuando con la analogía presentada en el video.

Aquí viene un momento muy divertido en el que los castores van colectando toda la chatarra espacial que encuentran (satélites, el Voyager, un plato volador, el Monolito de Odisea 2001, etc.) y finalmente construyen un dique gravitatorio.



En la imagen de la derecha arriba puede observarse el Sol y el dique, que por supuesto no sólo bloquea la gravedad sino también la luz. En la imagen de la derecha abajo pueden verse a los dos castores en una caminata espacial fuera de su nave, observando cómo un planeta se ha salido de su órbita debido a que el dique bloquea la gravedad solar. (NOTA: ambas imágenes son cuadros del video citado, ruego al Lector que imagine al planeta moviéndose en forma "descontrolada" por el espacio.)



La aventura finaliza cuando desde Control les piden que por favor quiten el dique, que están autorizados a regresar, porque todo el planeta Tierra está frío, sumido en la oscuridad y sin gravedad debido a su invento antigravitatorio.

El video (la parte gravitatoria), que no tiene desperdicio, puede verse en el sitio web del Complejo Plaza del Cielo, sector Investigación Educativa, apartado Recursos Didácticos, "Abriendo los ojos". (<http://www.plaza-del-cielo.org/RECURSOS%20abriendo%20VIDEOS.htm>).

Nótese que la representación que este video presenta a los chicos (y grandes) que ven televisión y siguen a estos personajes coincide plenamente con las ideas relevadas no sólo en el presente estudio sino en otros, ya citados, en todo el mundo: la gravedad puede ser bloqueada a voluntad, existe cierta relación entre la gravedad y la luz ya que ambas pueden bloquearse con los mismos dispositivos, el espacio sin gravedad es frío, oscuro y todo flota o se mueve en forma caótica; sin embargo, a pesar de todos los bloqueos sufridos, la señal electromagnética con la que se comunican no fue interrumpida.

Durante el período en que realicé las entrevistas para esta investigación recorrí muchas escuelas solicitándoles a algunos docentes la posibilidad de ser entrevistados. En una de estas escuelas me ocurrió que, esperando en la Secretaría a la docente a entrevistar, me llamó la atención un gran póster (63 cm x 94 cm) pegado en un lugar muy importante. En este póster (cuya reducción puede verse a la derecha) hay varios chicos, ubicados en distintos lugares del planeta Tierra y fuera de él, portando carteles con mensajes de valor positivo para la construcción de un mundo mejor. El mismo fue publicado como separata en una revista muy popular en las escuelas de EGB. La imagen en cuestión es casi una representación pictórica del Estadio III de la clasificación de Nussbaum. Cabe destacar que la escuela en cuestión es una muy importante institución de Esquel, con todos los niveles del Sistema y con un alto número de docentes.



Noción 3

Pedí a la Secretaria que me prestara el póster para escanearlo y lo retuve más días que lo pactado para evaluar qué tan importante era ese póster para la escuela, no ya seguramente por su concepción gravitatoria sino por su imagen y mensaje, pero de todos modos visualizado por todos los docentes y chicos, todos los días. Como lo preveía, rápidamente me solicitaron la devolución del póster, el cual una vez devuelto regresó a su lugar en la Secretaría.

Estadio III de Nussbaum
(de Driver et alii, 1989)

Junto con el póster elevé una nota al Director de la escuela explicándole el tipo de idea que transmitía el póster en cuestión, y le adjunté además la fotocopia del capítulo correspondiente a "La Tierra y su puesto en el cosmos", de Nussbaum, publicado en el clásico libro de Driver et alii (1989), Ideas científicas en la infancia y la adolescencia.

Le sugerí en esa nota que informara a sus docentes de la situación planteada, sugiriéndole respetuosamente que utilizaran el póster como herramienta didáctica para su crítica y trabajo en el aula con los alumnos, o bien que lo quitaran de ese lugar tan importante. Finalmente, le ofrecía mi colaboración para cualquier acción educativa que quisiera realizar al respecto.

El Director, Profesor de Física y Matemática, nunca distribuyó esa nota ni las fotocopias entre sus docentes. Esta es una muestra de otras formas, no siempre evidentes, de cómo algunas estructuras de poder en las escuelas impiden la transformación de lo que se enseña.





Por Miguel REP

Tres muestras de humor más sutil, que dejan traslucir ciertas concepciones (o, en el mejor de los casos, interés, ilusión y crítica) sobre la gravedad: la posibilidad de bloqueo y dos "sarcasmos" sobre las leyes que "rigen" el universo: "qué antes de Newton", por Rep; y "cuando la Ley de Gravitación Universal dejó de funcionar", por Caloi (nótese qué distinta manera de utilizar el Estadio III de Nussbaum).



Las siguientes imágenes materializan también el estadio III de la clasificación de Nussbaum. Ambas son imágenes públicas de gran difusión aunque de muy distinta naturaleza, y por esto seguramente ambas han tenido un alto impacto sobre la construcción de la representación social del concepto de gravedad.



La imagen de la izquierda es la identificación oficial de las pinturas Sherwin-Williams, aquellas que "cubren la tierra", y que hemos visto en innumerables afiches, latas de pintura y otros productos, desde hace más de cien años en todo el mundo. La imagen de la derecha fue la tapa de la edición del suplemento Futuro, del diario Página/12, del día sábado 27/11/04, cuyo tema principal era "Océanos extraterrestres: otros mundos, otros mares".

Finalmente, y a modo de síntesis, otra muestra del humor "gravitatorio" de Quino:



6.5. CAUSALIDAD

La concepción que una persona tenga sobre las causas de la gravedad es quizás uno de los factores más importantes en el proceso de construcción de una visión de mundo asociada a este concepto, ya que prácticamente todas las demás ideas relacionadas a la gravedad (efectos, etc.) estarán condicionadas por cuáles uno considera que son sus causas.

Por esta razón, es fundamental en primer lugar comprender qué causas asocian los entrevistados a la gravedad terrestre ya que luego esto condicionará lo que ellos imaginen para las causas de la gravedad en su carácter de entidad universal, más allá de la Tierra, lo que permitirá comprender un poco mejor lo que piensan que sucede en la Luna, en el Sistema Solar y en el universo en general.

A este respecto, cabe resaltar que los estudios realizados por Nussbaum y por otros investigadores en la misma línea no son suficientes para comprender cuál es la concepción que las personas tienen acerca de la gravedad en general, debido a que los mismos sólo toman en cuenta el funcionamiento geométrico de la gravedad terrestre y no investigan en profundidad sus causas. Es decir, es posible que las ideas de una persona sean caracterizadas en el último estadio de la clasificación de Nussbaum y que aún su conceptualización en general de la gravedad sea incompleta y/o errónea, especialmente en lo que respecta a sus causas.

Las causas asociadas a la gravedad pueden también relacionarse directamente con las ideas dominantes en las distintas épocas de la Historia, brindándonos un elemento más para analizar de qué manera ciertos procesos de construcción conceptual ocurridos en la Ciencia a través de los tiempos tienen ciertas similitudes con algunas ideas y estructuras conceptuales relevadas en las personas entrevistadas.

Por último, qué ideas sobre la causalidad asociada al concepto de gravedad tenga una persona afectará a los procesos educativos futuros en los que participe. Esto es así especialmente debido a que en tales procesos siempre se intentará posibilitar aprendizajes cuyo marco de referencia será el concepto aceptado científicamente, cuyas causas están claramente definidas: desde el paradigma newtoniano, la masa es la causa única de la gravedad, en un espacio-tiempo absoluto que sirve de "contenedor" universal; desde el paradigma einsteniano, la gravedad es el resultado de la relación masa-espaciotiempo.

Se transcriben a continuación los extractos de las entrevistas que permiten comprender las ideas predominantes sobre la causalidad asociada a la gravedad en el grupo de personas entrevistadas para el presente estudio.

6.5.1. La MASA como causa de la gravedad

Esta causa propia del paradigma newtoniano, *la MASA como la propiedad de la materia que genera la gravedad*, considerada correcta desde el punto de vista científico, *no fue expuesta por ningún entrevistado*, en ninguno de los contextos espaciales tratados (en la Tierra, en el Sistema Solar o en el espacio en general).

6.5.2. Algún centro como origen de las atracciones

Es posible considerar como satisfactorio cuando una persona dirige su atención al núcleo de la Tierra, o como en algunos otros casos al núcleo de la Luna, al centro del Sol o a un centro universal, para explicar la causa de la gravedad. Esta idea respetaría las características de la gravedad newtoniana como campo "central" o de simetría esférica ³⁰, aunque en muchos casos se considere que tal causa es producida por "magnetismo" u "otras energías" (Bar, 1997; Röald, 2000; Reynoso et alii., 1993) o por alguna razón "misteriosa", lo que permitiría trabajar en el futuro con estrategias didácticas específicas diseñadas para analizar en qué consisten las propiedades de esos núcleos o centros con relación a la gravedad.

En cuanto a la Tierra, la asociación de su núcleo a causas no newtonianas de la gravedad (es decir, a otras causas distintas de la masa del propio planeta) es clara, en algunos casos la gravedad terrestre es debida a cierta "energía":

E: Y, yo he leído, no sé si interpreté bien, pero la Tierra tiene una conformación de capas, de sustratos y en su interior, muy en su interior, tiene un núcleo, yo no me lo imagino cómo será ese núcleo, ¿no?, y que es incandescente, posee energía y que hace que se produzcan movimientos convectivos, ¿no?, y eso hace que haya atracción.

Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

Y en algunos otros debido a características más difusas, "electromagnéticas" o "químicas":

E: El centro de la Tierra, las cosas que hay ahí, no sé qué son, pero producen entre otras relaciones la gravedad...

I: ¿Y qué será lo que produce la gravedad entonces?

E: Y, la atracción, no sé si son cuestiones electromagnéticas o de formaciones químicas, o no sé qué, pero determinados elementos, relaciones entre elementos.

Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

³⁰ Según la teoría de Newton (ver punto 3.1 de esta Tesis), la masa de todo cuerpo extenso (un planeta, etc.) puede considerarse concentrada en su centro de simetría y calcular entonces la intensidad del campo gravitatorio que produce en cierto punto del espacio según la ecuación $\vec{g} = -\frac{G \cdot m}{r^2} \cdot \vec{r}$, (\vec{g} es lo que habitualmente se denomina

"gravedad"), con G la constante de gravitación universal, m la masa total considerada, \vec{r} el vector unidad que expresa la naturaleza vectorial del campo gravitatorio, dirigido desde el centro de la masa generadora hacia el punto del espacio que se considere, y r la distancia entre el centro de la masa y ese punto; el signo negativo indica la naturaleza atractiva del campo gravitatorio. En un punto cualquiera sobre la superficie terrestre, la intensidad del campo gravitatorio terrestre tiene un valor aproximado $g = 9.8 \frac{m}{s^2}$, dirigido radialmente hacia el centro del planeta. Según la Segunda Ley de Newton, una masa cualquiera (una persona, por ejemplo), en interacción con este campo gravitatorio, tendrá aplicada sobre su propio centro de masas una fuerza gravitatoria $\vec{F}_{grav} = m \cdot \vec{g}$. Es a esta fuerza de interacción gravitatoria aplicada sobre un cuerpo en la zona de influencia del campo terrestre a la que habitualmente denominamos "peso" (en este caso, el peso de la persona de masa m). Esta definición trae muchas consecuencias, en general no deseadas, para la comprensión de las relaciones entre los conceptos de peso, masa, gravedad y fuerza gravitatoria, tal como lo reportan Galili et al (1996), entre otros.

En muchos otros casos, predomina la asociación del magnetismo al núcleo y consecuentemente a la gravedad:

E: Acá estaría todo el espacio exterior, esta sería la Tierra (dibuja), y con el metal, o sea, el núcleo nos atraería, no nos dejaría escapar. ... Por la atracción del núcleo, ¿cómo se dice?, magnetizado.

I: A ver, cuando vos hablás de magnetizado, ¿pensás que es como un imán?

E: Sí.

I: Pero cuando vos agarrás una piedra de la calle y la ponés al lado de un imán no pasa nada.

E: No pasa nada.

I: Entonces, ¿por qué sí pasa que se va al suelo atraída por el núcleo de la Tierra?

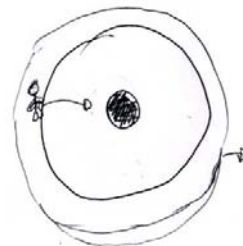
E: (...) Porque, o sea, (...) el núcleo ese sería un imán diferente, no me puedo explicar, no sería un imán común, especial, tal vez de otros materiales.

I: ¿Pero sí atrae a las piedras, a nosotros, etc.?

E: Sí, atrae.

I: ¿Y lo mismo pasaría con la atracción del Sol y la atracción de los planetas?

E: Sí. Se parece. ...



Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

De forma similar, aunque en el entorno espacial astronómico más general, algunos entrevistados sugieren la existencia de un centro de atracción (aunque no necesariamente gravitatorio) de carácter universal, el cual determina las características del Universo como un todo.

E: Tiene que haber un centro de gravedad más grande, que mantiene a la Tierra donde está.

I: ¿Y cuál sería ese centro de gravedad?

E: El centro del universo. ... Creo que hay uno más intenso, que es lo que hace que los planetas estén girando sobre su propio eje, porque sino también se moverían los planetas, creo que hay algo, una fuerza mayor que no es el Sol.

Marcelina, No Esp., Lic. Cs. Políticas, 33 años 11 meses

Finalmente, en el siguiente extracto puede interpretarse que Nicolás le da al Sol un papel importante en cuanto a la influencia que ejerce dentro del Sistema, haciendo un paralelo con el núcleo terrestre, pero con una diferencia que se podría denominar "ontológica". Es decir, gravedad es aquello que es propiedad de la Tierra, únicamente; los otros cuerpos pueden tener algún tipo de atracción y estar además asociada a una especie de núcleo o centro, pero no se llamará gravedad sino que debería ser de otra naturaleza (una especie de "anima motrix" kepleriana, ver Westfall, 1971).

E: ...la atracción por el Sol.

I: Ahá, ¿y qué es esa atracción por el Sol?

E: Y sería tal vez como con nosotros la gravedad de la Tierra, es como un núcleo de todos los planetas.

I: ¿Y cómo se llama esa atracción del Sol? Vos decís "es como nosotros acá en la Tierra", y vos hoy decías que eso le llamabas gravedad...

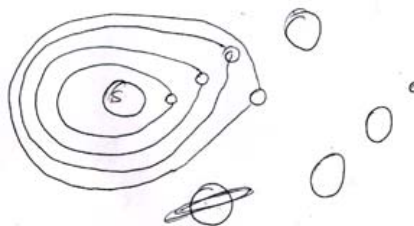
E: Sí.

I: ...¿cómo le llamarías a la atracción del Sol?

E: No sé, (...) atracción solar, no sé, algo así por el estilo, porque la gravedad sería una atracción sobre nosotros del planeta, la atracción del Sol sobre los planetas sería la atracción solar.

I: Ahá, ¿pero no es la gravedad, no es la misma?

E: No, no es la misma.



Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

6.5.3. La atmósfera como causa de la gravedad

La causa más importante asociada a la gravedad es la existencia de atmósfera (**atmósfera** ⇒ **gravedad**). Ésta es una de las más difundidas concepciones en todo el mundo (Noce et al, 1986; Watts, 1982; Bar et al, 1997; Reynoso et alii., 1993), ha sido una de las ideas predominantes en la Historia (Nardi, 1994) y los entrevistados de Esquel no escapan a ello (ver Mayer, 1989).

E: Tengo una idea que (la gravedad) es la presión que ejerce la atmósfera sobre la Tierra.

María Luisa, Docente EGB, 38 años 06 meses

Aunque no es el objetivo de esta investigación dilucidar el por qué de esta inversión de la causalidad física (la atmósfera existe porque la gravedad retiene las moléculas que la forman), tanto en lo que respecta a comprender por qué se considera a esa concepción más adecuada para describir la realidad así como para intentar dilucidar cuál es el proceso cultural que hace posible su difusión masiva, sí es importante resaltar que esta concepción sobre la atmósfera como causante de la gravedad tiene muchas y muy fuertes consecuencias:

- ✓ la atmósfera terrestre marca el límite espacial de influencia de la gravedad;
- ✓ al no haber atmósfera en otros lugares fuera de la Tierra, tal como lo suponen la mayoría de los entrevistados, la gravedad no puede existir allí;
- ✓ es posible modificar y hasta eliminar la gravedad alterando la composición o la cantidad de los gases que llenan cierto lugar;
- ✓ para quienes piensan que el Sol tiene una atracción similar a la gravedad, necesitan la existencia de una especie de "envoltura de gases" en el sistema planetario para que pueda funcionar la gravedad.

Tan importante es esta concepción que “modula” a todas las demás causas antes citadas; es decir, cualquier otra causa (núcleo, magnetismo, química, etc.) están condicionadas o limitadas por la existencia de la atmósfera, la que finalmente es el factor determinante de las características y de la intensidad de la gravedad. El siguiente extracto lo muestra claramente:

- E: Sé que nosotros somos atraídos desde el núcleo ... diría que se debe a, no sé, a muchísimos factores, a la capa de ozono, a los diferentes gases que recubren la Tierra. Y la composición, por ejemplo, la temperatura de la Tierra en el núcleo y hacia afuera...
- I: Si tuvieras que decir cuál de los dos factores es el más importante para la gravedad, ¿cuál sería?
- E: ¿El más importante? Y, yo diría que el de la capa de ozono.

Natalia, Polimodal, 18 años 01 meses

La noción de la atmósfera como límite puede verse en el extracto que sigue:

- I: A ver, ¿por qué no hay la misma gravedad en todas partes? (se refiere a la existencia de gravedad en la Tierra y a la falta de gravedad en el espacio)
- E: Y porque es espacio.
- I: ¿Pero y qué significa que sea espacio?
- E: Y que es infinito, no sé, que la Tierra termina en un lugar.
- I: ¿Dónde?
- E: En la atmósfera.
- I: Ahá, ¿y luego?
- E: El espacio.
- I: ¿Y qué marca la atmósfera?
- E: El espacio y la Tierra.
- I: Bien, ¿pero a los fines de la gravedad?
- E: Donde hay mucha gravedad y dónde hay poquita. O sea que en el espacio no hay gravedad, hay muy poquita gravedad porque no tiene atmósfera.

Carlina, EGB, 13 años 11 meses

De forma similar, la existencia de atmósfera en otros cuerpos del Sistema Solar es lo que posibilita la gravedad en los mismos:

- E: Sería que a través de la atmósfera se puede obtener la gravedad, y fuera sería una gravedad pero no mayor sino menor, que hace que las piedras floten.
- I: ¿Y por qué razón es menor la gravedad?
- E: Y porque es menor la superficie del lugar, acá por ejemplo la Luna es más chica que la Tierra.
- I: Y si yo te pusiera un planeta que fuera más grande que la Tierra...
- E: Y pero, si el planeta es más grande tiene que tener una atmósfera, algo que mantenga el aire.
- I: ¿Y vos te podés imaginar un planeta más grande que la Tierra sin atmósfera?
- E: Y, sí, y no sé, supongo que no tendría gravedad.
- I: O sea que lo más importante no es que sea más grande o que sea más chico...
- E: No, sino la atmósfera, o sea, para mí es más importante esto.

Rut, Polimodal, 18 años 03 meses

- I: ¿Y con la Luna entonces qué pasa?
- E: (...) Já, claro, no tiene atmósfera la Luna. Al menos no como la que tenemos nosotros. En realidad, lo que yo me imagino, no sé, ahí ya estoy especulando sobre lo que he escuchado y alguna vez he visto, que las fuerzas que actúan en la atmósfera tienen que ver con la concentración de los gases, y toda esta distribución que nosotros conocemos, (la) atmósfera como oxígeno, aire, etc., y a lo mejor es al revés, digamos, es que esa alta concentración de oxígeno, aire, todo eso, tenga que ver con la fuerza gravitatoria y no al revés, no es el aire que comprime sino es lo que comprime lo que permite que haya mayor concentración de oxígeno y de otras cosas. La Física dominaría ahí la cuestión química, al revés, nosotros hemos vivido al revés.

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 41 años 02 meses

En el extracto anterior, es interesante ver cómo Germán nota que lo que ha aprendido de gravedad no es consistente con su imagen espontánea tal como la explica en la entrevista, y modifica su explicación fundamentando la razón de tal cambio, acercándose a la explicación considerada correcta o científica.

En algunos pocos casos, el entrevistado comprende la razón física, newtoniana, de la existencia de la atmósfera porque la gravedad retiene los gases (y no al revés), como en el caso de Omar:

E: ...creo que la atracción que la masa de la Tierra sobre un cuerpo la ejerce sobre un gas también, me da la sensación que no hay un continente para el gas sino que hay una atracción de la Tierra sobre el gas, si no tenemos la masa no tenemos el gas.

Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses

Sin embargo, la idea de que la atmósfera es la causa de la gravedad está tan fuertemente anclada (en términos de Moscovici) a la visión de mundo de las personas que, a continuación, Omar necesita de una "capa de contención gaseosa" a nivel del Sistema Solar para fundamentar el rol del Sol como centro de atracción, contradiciéndose con lo expresado antes para el caso terrestre (en particular en cuanto a la "contención" del límite atmosférico):

E: Tenés, el Sol (dibuja), una serie de órbitas con diversos planetas y la misma contención gaseosa de, probablemente lo que acá era el núcleo de la Tierra, en este caso sería el Sol, ¿no? Sería una capa mucho más exterior que la atmósfera, pero probablemente cumpliendo la misma función, ¿no? Contener todo...

I: Y esta contención, ¿te imaginás de qué podría estar hecha?

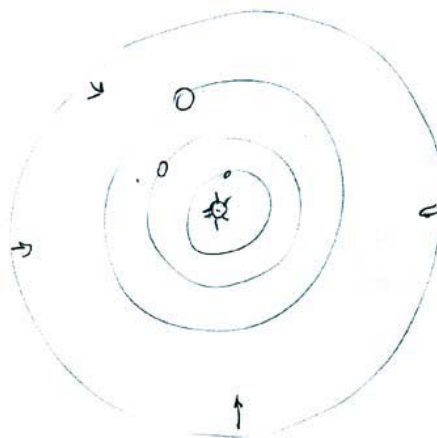
E: No, sin duda aparentemente gaseosa tal como el caso de la atmósfera, ¿no?

I: ¿Y podríamos respirar ahí?

E: No, no necesariamente otros gases que podamos respirar.

I: Bueno, la capacidad de atracción (se refiere a lo ya explicado por el entrevistado), ¿está determinada por el centro o por la capa de contención?

E: (...) Es difícil, porque lo que a uno le han metido en la primaria, por ejemplo, es que es un conjunto, las dos cosas.



Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses

6.5.4. La rotación del planeta como causa de la gravedad

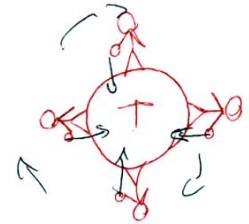
En algunos casos se desarrolló una idea muy interesante para explicar la causa de la gravedad, como lo es la rotación del planeta. Esta concepción, posible de ser rastreada tan atrás en el tiempo como para llegar a Descartes, fue expresada por tres de los treinta y dos entrevistados, en dos de los casos con una fortaleza muy importante, ya que el esquema fue utilizado coherentemente para explicar las características de la gravedad a medida que se modificaba el contexto espacial en el que se planteaban las preguntas de la entrevista. Estos dos casos, lógicamente muy similares entre sí, corresponden a un adolescente y a una persona de más de cincuenta años.

Pueden rastrearse resultados similares en el trabajo de Treagust (1989), en el cual los estudiantes de 15-16 años responden que a menor rotación del planeta habría menor gravedad.

E: (En la Tierra hay gravedad) (...). Puede ser porque la Tierra, al girar, ejerce una presión en las cosas, es decir, el giro de la Tierra hace que cuando vos tengas un giro moderado al mismo tiempo hace que las cosas se mantengan en su lugar, si tal vez si esto no girara, si no girara por cualquier razón o circunstancia, las cosas estarían en cualquier lado.

I: ¿Qué pasaría si de repente la Tierra deja de girar?

E: Y, no, ya no existiría la gravedad.



Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

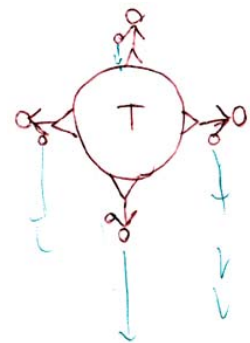
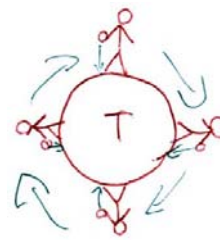
E: Y, bueno, cada una de acuerdo a la posición que tiene, esta caerá por acá (dibuja), esta cae acá, no sé, eso es. Porque esto va, esto va circulando y caen derechito.

I: ¿Y si no circulara?

E: Y si la Tierra no estuviera circulando para un lado o para el otro, no sé para qué lado va, sólo esta caería (indica la piedra de la parte de arriba del dibujo más pequeño), estas otras, esta se iría lejos de la persona, es más, las personas no estarían ahí, ahí paradas.

I: Está bien, perfecto, entonces hagamos otra Tierra, (dibuja en rojo), las mismas cuatro personas, cada una con su piedra, es la Tierra, pero no gira, no tiene ese sentido de circulación que vos decís, ¿qué le pasa a las piedras?

E: (...) ¿A las piedras, a cada una de ellas? Bueno, si no giran, yo considero que solamente esta caería sobre la Tierra (indica la piedra de la parte de arriba del dibujo más grande), las otras, y no sé... Bueno, se vienen para acá. ...llegarían hasta, no sé, hasta el infinito, donde está, en el universo, bah, no sé cómo se llama.



Elsa, No Esp., secretaria, 53 a. 11 m.

6.6. RELACIÓN

¿Con qué aspectos del mundo físico relacionan los entrevistados a la gravedad? ¿Qué características tienen tales relaciones? Los siguientes extractos de algunas entrevistas permitirán comprender un poco mejor las respuestas a estas dos preguntas.

6.6.1. La relación Gravedad-Peso

Desde la perspectiva de los entrevistados, el peso y la gravedad no siempre están unidos. La bibliografía internacional abunda en investigaciones al respecto (Galili, 1993, 1996, 1997; Mayer et al, 1989; Reynoso et alii., 1993; Ruggiero et alii., 1985; Watts, 1982). Y cabe destacar que en la Historia de la Ciencia estas dos entidades no siempre fueron directamente relacionadas (Westfall, 1971).

En las entrevistas del presente trabajo pueden encontrarse muchas de estas variantes: peso⇒gravedad (el peso es lo que produce que haya gravedad) gravedad⇒peso (la gravedad es lo que produce el peso), el peso no tiene relación con la gravedad, etc.

Galili (1997) expresa que el concepto de peso engloba a muchos aspectos y es empleado por las personas, especialmente por los niños, con una gran variedad de significados, activos y pasivos, en diferentes situaciones físicas, con múltiples relaciones (presión, masa, aceleración, etc.).

Cabe destacar que ninguno de los aspectos del conocimiento del peso comúnmente construidos y empleados por los chicos relaciona peso con la fuerza gravitacional hacia la Tierra. Finalmente, este autor recomienda redefinir la noción de peso para estar de acuerdo con las etapas del desarrollo cognitivo de los chicos, fortaleciendo las construcciones operacionales primarias.

Se transcriben a continuación dos extractos representativos de las ideas sobre el peso y su relación con la gravedad.

I: ¿Por qué está producido el peso?

E: Por una masa (...). Por lo que contiene cada cosa, lo que contiene adentro.

I: ¿Habrá algún otro planeta de estos que dibujaste que haya peso para que las piedras caigan?

E: Sí, en todos, pienso yo que hay, en todos los planetas hay peso.

I: ¿Puedo estar seguro que si voy a un planeta y dejo una piedra y la piedra cae, hay peso pero no hay gravedad?

E: Claro.

I: Y si dejo la piedra y flota...

E: Hay gravedad pero no hay peso.

...

I: Bueno, entonces, acá hay peso pero no gravedad, ¿y aquí en el espacio?

E: Hay gravedad pero no peso.

I: Hay gravedad pero no peso. ¿Te imaginás algún lugar en donde no haya ninguno de los dos?

E: No (...).

...

I: ¿Hay algún lugar en donde estén los dos al mismo tiempo, peso y gravedad, o si está uno no está el otro?

E: Y, si está uno no está el otro.

I: ¿En todas partes, siempre pasa eso?

E: Sí.

Luisa, EGB, 13 años 06 meses

I: ¿Y el peso y la gravedad tienen alguna relación?

E: No, no creo.

Federico, EGB, 13 años 07 meses

6.6.2. La relación Gravedad-Luz

En general, los entrevistados expresan que la luz o sus efectos no se alterarían si por ejemplo se modificara la gravedad, lo que muestra que no presuponen ninguna relación entre estos dos agentes físicos.³¹

En muchos casos se explica esta relación a través de otros aspectos asociados a la gravedad como por ejemplo la atmósfera, tal como puede verse en el extracto siguiente:

I: ¿Con respecto a la luminosidad, a los colores, se alteraría en algo?

E: Pudiera ser, no sé, en ese caso la verdad que no sé. Puede ser que cambie la luz, tal vez el efecto de la luz en el aire no sería lo mismo si no estuviera, si ese aire no ejerciera una presión sobre los objetos para que se queden en su lugar, tal vez cambie la luz incluso, puede ser.

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

Otra de las causas asignadas a la gravedad, la rotación, produce a su vez la variación de luz diaria; por esto, cualquier cambio imaginado en la rotación de un planeta, que traería consecuencias en el estado de iluminación del mismo, se asume como un ejemplo de la relación gravedad-luz, como ocurre con Gloria:

I: ...en cuanto a la luminosidad, ¿cambiaría algo?

E: Sí. Y el tema de la luz también, porque está relacionado con la gravedad, todos los fenómenos están relacionados con la gravedad.

I: ¿Y de qué manera afectaría a la luz?

E: Y, a la luz podría afectarla en el sentido de que la Tierra al girar hace un giro sobre sí misma y a la vez gira alrededor del Sol, ¿no?, y cuando gira sobre su eje, gira también gracias a este sentido de gravedad que tiene, o sea, no lo haría, yo no sé si habría siempre oscuridad o claridad, pero uno de los dos términos...

I: O sea, ¿si no tuviéramos gravedad no giraría sobre sí misma?

E: Y, a mí me parece que no. Al no haber movimiento yo supongo que estaría siempre fija, eternamente, o estaría oscuro eternamente, se me ocurre, ¿viste?, no sé si es así.

Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

Sin embargo, en otros casos, la relación se descarta de plano aunque por razones no satisfactorias desde lo científicamente aceptado, como puede verse en el extracto siguiente:

I: ¿Cambiaría algo más, cambiaría la luz, el color, la apariencia?

E: No, no sabría decirte, con ausencia de gravedad no sabría decirte. Porque en la Luna hay día y noche y no hay gravedad. O sea, no le veo relación a la luz con la gravedad, para mí no tendría relación.

Rosalía, No Esp., comerciante, 37 años 07 meses

³¹ Cabe destacar que, en el modelo newtoniano, no existe ninguna relación entre la luz y la gravedad (el campo gravitatorio), es decir, ninguna acción producida por la luz afectará a la gravedad de un cierto lugar, como así tampoco la atracción gravitatoria produce efectos sobre la intensidad, la velocidad o la dirección de propagación de la luz. Sin embargo, en el modelo einsteniano, las masas de las estrellas, por ejemplo, al perturbar el espacio-tiempo, curvándolo, producen que la dirección de propagación de la luz se modifique respecto a cómo hubiera sido la misma sin la presencia de esas grandes masas.

En un caso la relación gravedad-luz fue imaginada a partir de un cierto modelo de luz, formada por partículas que viajan en el espacio. Este modelo permite entonces imaginar que la gravedad sí afectaría a la luz:

I: Yo quito la gravedad acá, ¿(qué sucede) con la luz?

E: Y, la luz está formada por partículas, así que estimo que si tenemos atracción sobre una masa sólida, sobre una masa gaseosa, tendríamos que tenerla sobre las partículas de luz.

Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses

6.6.3. La relación Gravedad-Vida

Con gran cantidad de elementos antropocéntricos y finalistas, propios del esfuerzo por imaginar situaciones extremas, varios de los entrevistados relacionaron la gravedad (o su ausencia) con la vida y las condiciones para su subsistencia, con fundamentos muy variados.

Como la atmósfera es la principal causa asociada a la gravedad, al mismo tiempo que posibilita las condiciones para la vida, invirtiendo esta fundamentación se llega a que un lugar sin gravedad sólo puede indicar la falta de atmósfera y por consiguiente la imposibilidad de la existencia de vida:

E: ...la atmósfera permite que el planeta tenga vida adentro, y bueno un planeta que no tenga la gravedad o atmósfera sería seco y no habría vida, como acá sí.

Rut, Polimodal, 18 años 03 meses

Un poco más cercano a la explicación newtoniana, Natalia sugiere que la falta de gravedad no permitiría la existencia del agua necesaria para nuestros organismos:

E: ¿Sin gravedad? Y, sería algo complejo. Por el agua, que gracias a la gravedad nosotros tenemos un lugar específico donde encontrarla; por nuestros organismos que están acostumbrados a la gravedad; no sé cómo influenciaría en los animales y los vegetales, y todo lo demás.

Natalia, Polimodal, 18 años 01 meses

Por la misma razón, la ausencia de gravedad haría difícil respirar por la liviandad del aire o por la diferencia de presiones dentro y fuera de nuestro cuerpo:

E: ...la forma de respirar de uno, porque tu cuerpo está acostumbrado a una cierta presión para respirar, las moléculas de aire serían más livianas, o sea, no podés respirar bien...

José, Polimodal, 17 años 05 meses

E: Y, yo supongo que uno explotaría para fuera, por ejemplo los pulmones sin una fuerza exterior se te tendrían que salir para afuera.

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 41 años 02 meses

También existen otro tipo de razones:

E: Difícil. Nos tendríamos que adaptar.

I: ¿Y por qué te tendrías que adaptar?

E: Porque estamos acostumbrados a estar parados sobre nuestros pies. No, supongo que por el oxígeno, no podríamos respirar, después no sé cómo crecerían las raíces, por ejemplo.

Adriana, No Esp., kioskera, 40 años 09 meses

E: (...) Supongo que tendría toda otra forma de vida, en la que los cuerpos no descansan...

Jaime, No Esp., actor, 40 años 06 meses

Por último, en algunos casos se muestra cómo la vida "marca la diferencia", es decir, no da lo mismo si el objeto afectado por la gravedad tiene vida o si es inanimado, lo que fue denominado por Watts (1982) como la "gravedad selectiva":

E: Y, las cosas que tienen apoyo siguen apoyadas. O sea, que cambiaría (para) nosotros, las personas.

I: Y, ¿pero en qué? O sea, ¿esta mesa seguiría apoyada?

E: Sí, sí, todos los cuerpos que no tienen vida quedarían igual y los que sí tienen vida a lo mejor no, no podríamos estar de pie.

Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

6.6.4. La relación Gravedad-Orden

Aunque parezca un resultado no esperado, al plantear la situación de cómo imaginarían los entrevistados la apariencia de un lugar sin gravedad la mayoría expresó que le resultaba difícil imaginar ese estado principalmente debido a la sensación de desorden o caos que traería aparejada la ausencia de gravedad; también expresaron su molestia por la sensación de oscuridad, de "nada", etc., pero siempre relacionado a la pérdida del orden acostumbrado. Tal sensación de caos fue común a todos los entrevistados, sin diferencias por edad, profesión o género.

E: No sé, cosas flotando. Porque no sería nada firme, sería todo más descontrol, sería una cosa así.

Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

E: Esto tiene un orden, tiene un piso, tiene un techo y tiene un lateral, la ausencia total de gravedad no tiene nada de eso. Y pasa que las cosas flotan por sí solas, de manera anárquica, o sea, esto puede estar al revés y quedarse así, y uno darlo vuelta para leer.

Miguel, No Esp., gerente, 55 años 10 meses

E: Y, no, me parece que es todo como un equilibrio, son distintos sistemas que están organizados, y si no, qué sé yo, tendríamos un montón de ataques de cuerpos y andaríamos a la deriva.

I: O sea, me vaya donde me vaya, lo lejos que yo quiera, ¿siempre hay algún sistema organizado que alguna atracción tiene?

E: Sí.

I: ¿No te podés imaginar un lugar sin ningún tipo de atracción o fuerza?

E: Creo que no.

Mercedes, Docente EGB, 46 años 07 meses

E: (...) ¿Sin gravedad? No, sin gravedad creo que no estarían ni las estrellas allá arriba, ni la Luna, ni el Sol, no habría nada, sería todo... No, no existirían directamente.

Noelia, Polimodal, 18 años 02 meses

6.7. ESPACIO

A los fines de comprender de qué manera los entrevistados han construido una visión de mundo asociada al concepto de gravedad, analizar de qué manera se relacionan con el Espacio reviste gran importancia ya que, desde una concepción newtoniana, la dimensión espacial (y no la temporal, como mostraré en el próximo punto) es esencial para describir un campo gravitatorio.

Así, la forma de conceptualizar el Espacio, o al menos de imaginar los distintos entornos espaciales posibles (desde el más cotidiano hasta el astronómico propiamente dicho, a gran escala, dentro o fuera del Sistema Solar) condicionará fuertemente qué imagen de gravedad y de sus efectos astronómicos podrán construir los entrevistados.

Describiré a continuación las dos perspectivas espaciales desde las que los entrevistados para este estudio han imaginado la gravedad.

6.7.1. Las perspectivas Local y Espacial para concebir la gravedad terrestre

Una parte importante del Protocolo de las entrevistas fue solicitarles a los entrevistados que realizaran un dibujo que representara su imagen de gravedad.

Los dibujos que realizaron los entrevistados son en su gran mayoría una especie de versión gráfica de la definición oral, sin que haya algún elemento agregado de particular interés, excepto en los casos imprecisos en los que el dibujo ayudó a completar y comprender la explicación dada.

Sin embargo, el interés en analizar los dibujos estaba focalizado en relevar desde qué perspectiva espacial se ubicaban los entrevistados para representar su imagen de gravedad.

La totalidad de los entrevistados realizó los dibujos solicitados, los que fueron clasificados en dos grandes categorías, LOCAL y ESPACIAL.³²

Los dibujos clasificados en la perspectiva **LOCAL**, son aquellos que incorporan objetos cotidianos tales como puede vivenciarlos una persona en su entorno habitual (sillas, el suelo, el horizonte, un árbol, un libro sobre una mesa, un objeto idealizado para plantear una sumatoria de fuerzas, etc.).

³² Para este análisis me basé en el artículo "Un palimpsesto en el cielo nocturno. Algunas consideraciones sobre investigaciones educativas basadas en dibujos" (CAMINO, 1998). Allí realicé un extenso estudio analizando, entre otras variables, qué tipo de perspectiva espacial (sistemas de referencia espacial implícitos) utilizaban chicos de nivel primario al realizar dibujos que representaban sus imágenes del cielo nocturno.

Diecisiete (17) dibujos fueron clasificados dentro de esta categoría, sin sesgo por género aunque es notorio que trece (13) de los dibujos corresponden a adultos. A continuación presento dos extractos de entrevistas en las que se dibujó con esta perspectiva:

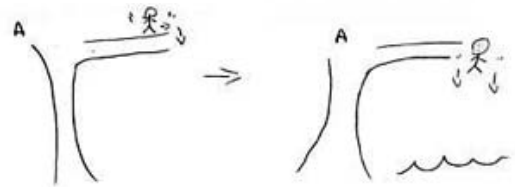
E: (dibuja) Y, a lo que aprendí de la secundaria sería el ejemplo de la manzana, Un tipo descansando que cae una manzana.

LOCAL Jorge, No Esp., secretario, 31 años 08 meses



E: Ese es un árbol (dibuja) y hay un tipito que va a saltar y cuando salta se va para abajo.

LOCAL Carlina, EGB, 13 años 11 meses



Los dibujos clasificados en la perspectiva **ESPACIAL**, son aquellos que se alejan claramente de la percepción cotidiana, incorporando una perspectiva no vivencial, como si el observador estuviera utilizando implícitamente un sistema de referencia alejado de su lugar sobre la superficie terrestre (se ve la Tierra desde lejos como un todo, o se ven los planetas, o se incorporan naves espaciales, órbitas, etc.).

Catorce (14) dibujos fueron clasificados dentro de esta categoría, la mitad corresponden a adultos y la mitad a chicos y adolescentes. A continuación presento dos extractos de entrevistas en las que se dibujó con esta perspectiva:

E: (dibuja). El planeta, una persona o un objeto apoyado sobre la superficie, y la gravedad, la fuerza empujando hacia abajo manteniéndolo, no hacia abajo, hacia el centro, ¿no? Porque si está dado vuelta, no es hacia abajo.

I: ¿Este es cualquier planeta?

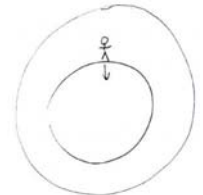
E: No, obviamente tiene que haber algún otro tipo de circunstancia, como en el caso nuestro la atmósfera.

I: Ahá, entonces, ¿qué le tendrías que agregar a ese dibujo para que representara a la Tierra?

E: Atmósfera, sí atmósfera.

ESPACIAL

Omar, No Esp., empresario, 43 años 03 meses



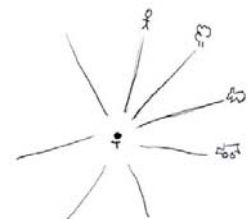
E: Este sería un punto (dibuja), ¿sí?, sería el punto donde estaría la gravedad, sería como un, algo así como una estrella, como un Sol, que atrae cualquier objeto, puede ser una persona, una planta, un animal, un auto, cualquier cosa.

I: Hmm, y este punto, ¿con qué lo identificás?

E: Y, este punto por ejemplo podría ser la Tierra.

ESPACIAL

Diana, Docente EGB, 30 años 05 meses

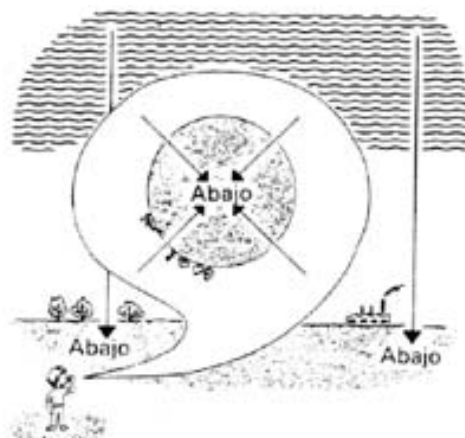


Es interesante notar que el número de personas que utilizan una perspectiva local para definir la gravedad a partir de un dibujo es, en relación, mayor en el caso de los adultos que en el caso de chicos y adolescentes. Si bien no es posible elaborar ninguna conclusión a este respecto, un comentario que sí vale la pena hacer es que quizás los adultos estamos más anclados a lo cotidiano, a una perspectiva exclusivamente local, lo que nos limita en general ante la posibilidad de imaginar contextos más amplios como el propuesto por el Protocolo de las entrevistas. Un análisis relacionado puede consultarse en Afonso López (1995).

La utilización de un determinado sistema de referencia para dar una explicación de la gravedad puede dar una orientación para comprender qué tipo de concepción sobre gravedad astronómica podrían tener estas personas. Es decir, es posible que quien utilice principalmente sistemas de referencia topocéntricos (con centro en el lugar donde uno está) para interpretar lo que vive cotidianamente tenga luego dificultades para conceptualizar las propiedades de la gravedad como campo que llena todo el espacio.³³

Es importante revalorizar el trabajo didáctico a partir situaciones que permitan construir una "perspectiva dual": estudiar los fenómenos astronómicos desde un sistema de referencia topocéntrico y desde un sistema exterior a la Tierra, al mismo tiempo (Camino, 1995; Lanciano, 1989, Albanese, 1995; Bar, 1997). Sumado a esto, y tal como lo recomiendan Ault (1994) y Sneider (1983, 1988), esta forma de trabajo posibilita una mejora sustancial en el manejo de la geometría del espacio, condición indispensable para el aprendizaje de conceptos que requieran dimensiones espaciales más allá de lo cotidiano (Lanciano, 1996).³⁴

Por último, cabe recordar que muchos investigadores, entre ellos Nussbaum (1989) y Lanciano (1989), han llamado la atención sobre que el desafío de la enseñanza de conceptos astronómicos radica en cómo superar una visión centrada únicamente en el observador (egocentrismo, geocentrismo, etc.) para imaginar lo observado desde otros puntos de vista.

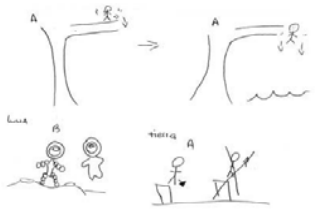

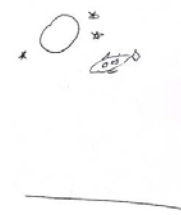

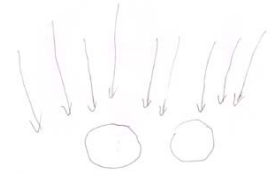
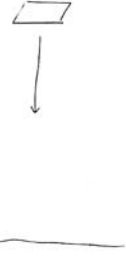
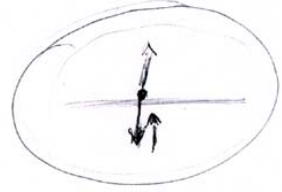
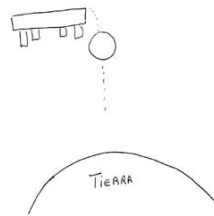
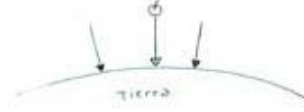


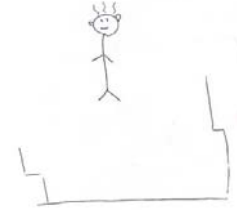

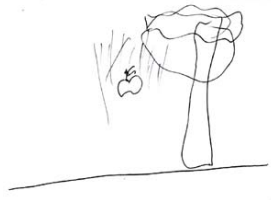

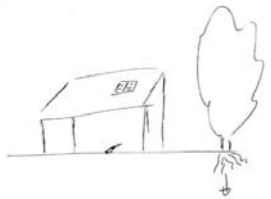
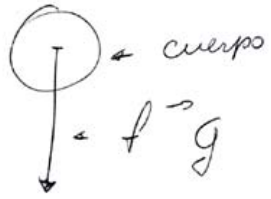


La imagen adjunta fue tomada del Capítulo del autor citado en el libro de Driver et alii (1989), y sintetiza claramente la posibilidad de que a medida que los aprendizajes construidos se estabilizan y los aprendices maduran en su visión de mundo gravitatoria, es posible que puedan "intercambiar" a voluntad desde qué perspectiva espacial interpretar los distintos fenómenos bajo análisis.

Se presentan a continuación la totalidad de los dibujos realizados como parte de las respuestas a la pregunta citada más arriba, ya organizados según las dos perspectivas utilizadas en la definición de gravedad (en el ANEXO se dan en CD las transcripciones literales completas de todas las entrevistas realizadas, para que el Lector tenga la posibilidad de que, si estuviera interesado en ello, pueda buscar el contexto en el que fueron producidos cada uno de los dibujos que se presentan a continuación).

³³ Es muy posible además que quienes utilicen una visión topocéntrica exclusivamente puedan también dar explicaciones de tipo teleológico (finalistas) para explicar fenómenos cuya comprensión se dificultaría mucho sin la visión desde un sistema de referencia externo. Aunque en esta investigación he encontrado numerosas explicaciones finalistas, no me es posible asegurar que exista esta intuición "topocéntrico-finalista"; sin embargo, puedo al menos llamar la atención para explorar esta hipótesis en futuros trabajos.

³⁴ En Esquel, durante el período 1997-2000, realizamos un proyecto de investigación e innovación educativa que involucró a siete escuelas de EGB de la Patagonia central (Chubut, Río Negro y Santa Cruz), en la que cientos de chicos trabajaron sobre la construcción de relojes de Sol interpretando los distintos fenómenos y conceptos estudiados siempre desde esta doble perspectiva, la topocéntrica y la espacial: por ejemplo, cómo interpretar desde lo local la sombra de una varilla y su variación anual, al mismo tiempo que se analiza el fenómeno desde el espacio exterior al sistema Tierra-Sol. Los resultados fueron altamente significativos y fue posible evaluar que tal planteo didáctico tiene una gran potencialidad para el aprendizaje de conceptos astronómicos (Camino, 2001).

DEFINICIONES DE GRAVEDAD UTILIZANDO UNA PERSPECTIVA LOCAL				
				
Carlina, EGB, 13:11	Javier, EGB, 14:07	Noelia, Polimodal, 18:02	Marcos, Polimodal, 19:06	Graciela, Doc. EGB, 37:09
				
Claudia, Docente EGB, 30:07	Gloria, Docente EGB, 38:05	Ana, Docente EGB, 41:11	Mercedes, Doc. EGB, 46:07	Sonia, No Esp., 29:04
				
Jorge, No Esp., 31:08	Adriana, No Esp., 40:09	Jaime, No Esp., 40:06	Rosalía, No Esp., 37:07	Elsa, No Esp., 53:11
		<p>TABLA 6.1 Conjunto de dibujos clasificados según la categoría LOCAL correspondiente al universal ESPACIO</p>		
Marcelina, No Esp., 33:11	Germán, No Esp., 41:02			

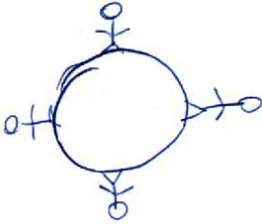
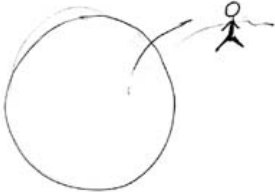




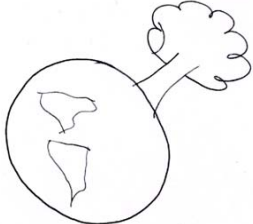

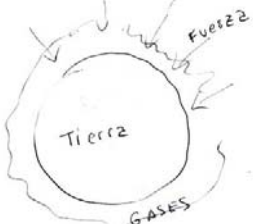
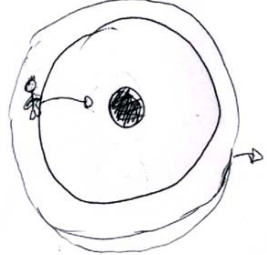
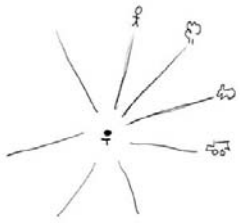
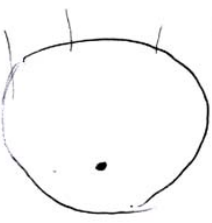
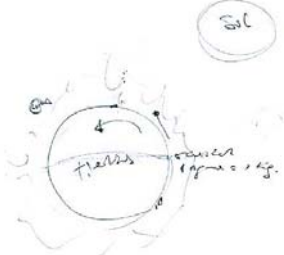
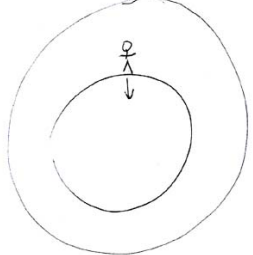
DEFINICIONES DE GRAVEDAD UTILIZANDO UNA PERSPECTIVA ESPACIAL				
				
Eugenia, EGB, 13:09	Nicolás, EGB, 13:06	Federico, EGB, 13:07	Héctor, Polimodal, 17:05	Rut, Polimodal, 18:03
				
José, Polimodal, 17:05	Natalia, Polimodal, 18:01	Marina, Docente EGB, 33:02	M. Luisa, Docente EGB, 38:06	Verónica, Doc. EGB, 30:03
				
Diana, Docente EGB, 30:05	Yolanda, Docente EGB, 41:08	Miguel, No Esp., 55:10	Omar, No Esp., 43:03	

TABLA 6.2
Conjunto de dibujos clasificados según la categoría ESPACIAL correspondiente al universal ESPACIO

6.8. TIEMPO

Es muy interesante que explícitamente ninguno de los entrevistados habló del tiempo en relación con la gravedad; sin embargo, la razón de que esto haya ocurrido no debe buscarse únicamente en las concepciones de los entrevistados sino, y quizás fundamentalmente, en las que yo mismo puse en juego al diseñar el Protocolo de las entrevistas.

Dentro de la "estructura significativa" que utilicé para el diseño de esta investigación, di por hecho que el tiempo no participa de ninguna forma en las características de la gravedad newtoniana, ni en las causas (la masa es lo único que genera gravedad) ni en sus efectos (es instantánea en todo el rango espacial, desde lo más pequeño hasta el borde del universo).³⁵ Es decir, la gravedad newtoniana es similar a un eterno estado estacionario, sin transitorio alguno ya que no hay propagación de los efectos gravitatorios en la teoría de Newton. Por esto, no hay ninguna pregunta del protocolo que esté dirigida a buscar la concepción temporal de la gravedad. En palabras de Cobern (1991, p. 12) "*el estudio de la visión de mundo es a su vez influenciado por la visión de mundo del investigador*".³⁶

Sin embargo, en dos casos se "rozó" la idea de "propagación" de una perturbación gravitatoria (lo que está de acuerdo con la restricción impuesta al modelo newtoniano a partir de los trabajos de Einstein, que exige que no haya velocidad de propagación de ningún ente físico que sea mayor que la correspondiente a la velocidad de la luz en el vacío, "c").

En el siguiente extracto, podría interpretarse que Nicolás imagina que las acciones (la influencia del Sol) no son instantáneas ("*en que se vaya la atracción por el Sol*"). Si esta interpretación fuera válida, Nicolás tendría buenos elementos para comenzar a separarse de la visión newtoniana (acciones instantáneas) y poder iniciar la construcción de una visión acorde con el campo gravitatorio (perturbaciones que se propagan con una cierta velocidad).

E: (si quitáramos el Sol) No habría más movimientos (se quedarían quietos).

I: ¿Se quedan quietos en el lugar donde estaban en la órbita o hacen algo antes de quedarse quietos?

E: Y tal vez duran un poco, en que se vaya la atracción por el Sol.

Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

³⁵ Nótese que en la denominada Ley de Gravitación Universal de Newton (ver nota al pie N°30, p. 122) la variable tiempo no aparece de ningún modo, ni explícita ni implícitamente (a menos claro que cambiara la masa generadora).

³⁶ En este mismo sentido, Kearney expresa: "*Los universales Espacio y Tiempo en el modelo de visión de mundo están tratados en general de una manera que podríamos llamar pre-einsteiniana. Es decir, se los asume como dos categorías distintas de pensamiento. Como tales, ellos llevan directamente a un análisis de las imágenes de Newton sobre el espacio y el tiempo, dado que él explícitamente los distingue y realiza afirmaciones acerca de su naturaleza, como por ejemplo que son absolutos e independientes. Pero tanto la naturaleza empírica como lingüística de los así denominados "espacio" y "tiempo" están puestos en tela de juicio por la física contemporánea, la que afirma su interdependencia. ... Claramente, una teoría de visión de mundo que estuviera más informada por esta imagen de espacio-tiempo podría proponer un conjunto de universales distinto al que yo he propuesto. En otras palabras, estoy dispuesto a especular que mi lista de universales es cuanto mucho un reflejo de mi propia física pre-einsteiniana como lo es de las visiones humanas en general. Tal es la naturaleza de la relatividad intelectual, y tal es la historia del pensamiento humano*". (Kearney, 1984, p. 208)

Germán, a continuación, expone elementos similares a los de Nicolás aunque ahora con respecto a la aparición de una perturbación gravitatoria (y no a la desaparición de la misma), lo que lo acerca a una visión científica de una de las características del campo gravitatorio:

E: (la Tierra tiene gravedad) Porque hay un sistema mayor, donde se está moviendo, o sea el sistema no es solamente este, no es la composición de la Tierra, esto a la vez está en movimiento, rotatorio, traslatorio, en un campo de fuerza mayor, digamos.

I: ¿Sería tipo qué, un encadenamiento, así te lo imaginás?

E: Yo creo que sí. Creo que esta piedra cae hacia la superficie de la Tierra porque está en un sistema que tiene que ver con esta gravitación, que tiene que ver con el resto del mundo ... lo pienso como una cuestión de campos de fuerza que terminan teniendo consecuencias en lugares...

I: Esta piedra que vos tirás acá y cae, si yo por ejemplo pudiera corregir el movimiento de una galaxia, si lo detengo, ¿alteraría en algo a esa piedra?

E: Sí, yo creo que sí, yo creo que sí.

I: ¿Y sería instantáneo?

E: (...) Y, yo me imagino, suponete que vos ponés una mano así y parás todos los planetas, yo creo que sí, o sea, supongamos como vos decís "saco el Sol", o sea...

I: Por eso, ¿en la otra punta del universo se enteran instantáneamente que yo saqué el Sol?

E: Creo que tardará lo que tarde en transmitirse, no sé cuánto, pero en ese sistema sí, es automático.

I: En este sistema suponete que es automático...

E: Sí, instantáneo.

I: ...¿y en la galaxia?

E: Y yo creo que sí, yo calculo que debe ser como en cadena, o sea, habrá fracciones de la unidad de tiempo que quieras, pero será en cadena, y me imagino que a medida que avance el tiempo la transmisión debe tener una ecuación, digamos una aceleración mucho más importante, las consecuencias del primer instante hasta la primera fracción son mínimas en relación a la segunda fracción respecto de las consecuencias, o sea me parece que va como en escalada, geométrica.

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 41 años 02 meses

Como cierre a este punto, vale la pena leer una parte del desarrollo que Michael Kearney hace sobre el universal Tiempo en su libro World View (1984, p. 101):

"Tanto como las imágenes oscilantes del tiempo de las sociedades más simples, las teorías cosmológicas de sociedades "lineales" son elaboraciones concientes de sus imágenes de tiempo subyacentes. El modelo científico corriente de evolución biológica está basado en la noción de proceso irreversible, tanto como lo está el concepto de entropía en el cual la energía y la complejidad del universo están disipándose constantemente. Es verdad, la teoría einsteniana de la relatividad describe un tiempo que no es ni oscilante ni lineal y colapsa espacio y tiempo en un continuo de espaciotiempo; esto, sin embargo, es una imagen esotérica del tiempo que todavía no ha comenzado a entrar en el pensamiento de la gente común, cuya imagen de tiempo es todavía lógico-estructuralmente consistente con la de Newton. Los conceptos de Einstein de espaciotiempo son necesarios para tratar con partículas de alta energía y con algunos fenómenos astronómicos, pero tales eventos están fuera de la experiencia de la mayoría de la gente. La física newtoniana, en la cual el espacio retiene sus dimensiones y los relojes todos marchan al mismo ritmo absoluto, es mucho más compatible con las experiencias del mundo cotidiano, y por esto parece una especulación sin riesgo de equivocación afirmar que tales imágenes persistirán en nuestro pensamiento informal".

6.9. PRIMERAS CONCLUSIONES SOBRE LAS VISIONES DE MUNDO RELEVADAS

Del análisis realizado en los puntos anteriores, puedo concluir que la visión de mundo que es posible construir a partir de las ideas relevadas en el conjunto de entrevistados no tiene prácticamente ningún punto de coincidencia con la visión de mundo newtoniana aceptada científicamente.

Si los entrevistados tuvieran una cosmovisión newtoniana, el conjunto de ideas relevado hubiera tenido muy poca diversidad: todo cuerpo (persona, planeta, etc.) genera un campo gravitatorio que llena todo el universo, por lo que no existe límite alguno para su influencia (ni la existencia del aire o de la atmósfera, ni los estados de movimiento, etc.) ni es posible generar "zonas libres de gravedad" (en naves espaciales, en simuladores, en vacío, etc.). Sin embargo, sus respuestas fueron muy variadas, tal como lo he presentado en lo que va de este Capítulo.

Es decir, comparando los respectivos conjuntos de presuposiciones que dan basamento a las distintas visiones de mundo (las "macroestructuras epistemológicas", según COBERN, op. cit., 1991, p. 10), indicadas en la Tabla 6.3, queda evidenciado que la totalidad de las personas entrevistadas muestra presuposiciones que son hasta antagónicas con las propias de una visión newtoniana del universo.

Visión de mundo newtoniana	Visión de mundo de los entrevistados
La MASA es la CAUSA ÚNICA de la gravedad.	La MASA no se menciona como causa de la gravedad. La ATMÓSFERA, el NÚCLEO, el MAGNETISMO, la ROTACIÓN, y otros factores, son CAUSA de la gravedad.
El CAMPO GRAVITATORIO es la entidad FUNDAMENTAL.	La gravedad se define por LO QUE HACE, por sus efectos. La gravedad es una PROPIEDAD DE LOS OBJETOS.
La gravedad NO PUEDE BLOQUEARSE.	La gravedad PUEDE BLOQUEARSE a discreción.

TABLA 6.3

Comparación entre las presuposiciones que dan fundamento a una visión de mundo científica con respecto a las que corresponden a la visión de mundo de sentido común relevadas durante esta investigación.

Así, ambas visiones de mundo, la científica y la de sentido común, consideradas como conjuntos de presuposiciones interrelacionadas lógicamente y jerárquicamente, parecerían entonces no tener intersección alguna, tal como se muestra en el siguiente esquema:



FIGURA 6.2

Posible intersección vacía entre las presuposiciones de la Teoría Científica y la Teoría de Sentido Común con respecto a gravedad

En otros términos, se podría afirmar que la representación social de la gravedad (al menos en el grupo estudiado) se aleja "gravemente" de aquello que pretende la enseñanza formal de la Ciencia: un acrecentamiento gradual de la intersección entre el conocimiento científico y el conocimiento de sentido común, a partir de la influencia intencional y planificada de instancias educativas formales y no formales.

¿De qué manera podríamos actuar para corregir esta situación? Para intentar elaborar respuestas a esta pregunta desarrollaré en el Capítulo 7 algunas ideas y propuestas al respecto.

6.10. LAS VISIONES DE MUNDO EN FUNCIONAMIENTO

Como parte final del análisis de los datos de la presente investigación, presentaré tres situaciones físicas planteadas durante las entrevistas con el fin de comprender de qué manera los entrevistados ponían en juego sus visiones de mundo con relación al concepto de gravedad. Posteriormente, en el último punto del presente Capítulo, discutiré qué nuevas conclusiones pueden elaborarse a la luz de los datos presentados, así como también algunas modificaciones a las conclusiones elaboradas en el punto 6.9.

Las tres situaciones físicas planteadas durante las entrevistas deberían haber sido resueltas con muy pocas variantes y en forma muy sencilla, hasta podríamos decir que sería un conjunto de respuestas de poco interés, si los entrevistados tuvieran una cosmovisión newtoniana de la gravedad: las piedras se moverían en línea recta (sólo fueron soltadas, sin velocidad inicial) dirigidas hacia el centro de atracción gravitatoria más intenso (Tierra, Luna, etc.) o bien, expresado en términos aún más generales, se moverían en la dirección del campo gravitatorio en el punto del espacio en donde fueron soltadas, y no existe ningún lugar en el universo en el cual no haya campo gravitatorio, por lo que siempre, sin excepción, las piedras se moverían una vez liberadas del sostén de la mano de la persona.

Las situaciones físicas propuestas fueron elegidas por ser similares a las que utilizó Nussbaum en sus trabajos originales (1979), como así también lo fueron por muchos otros investigadores que replicaron o extendieron sus investigaciones (Mali et al, 1979; Vicentini, 1981; Sneider et al, 1983; Vosniadou et al, 1992; entre otros), aunque planteadas en contextos no circunscriptos al terrestre lo que les da un interés agregado al propio de la sola comparación con los estudios citados.

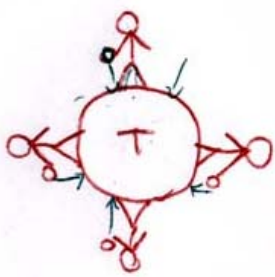
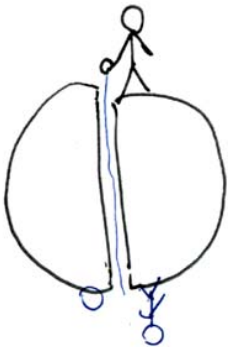
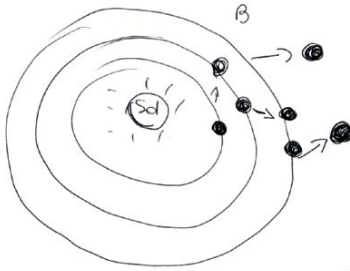
		
<p><u>Situación Física 1</u> Soltar una piedra en la Tierra, en la Luna o en el espacio</p>	<p><u>Situación Física 2</u> Soltar una piedra a través de túneles hechos en la Tierra o en la Luna</p>	<p><u>Situación Física 3</u> Quitar el centro de atracción (en la Tierra, en el Sistema Solar, en el espacio en general)</p>

FIGURA 6.3
Las tres situaciones físicas planteadas a los entrevistados para que pusieran en funcionamiento sus visiones de mundo gravitatorias

6.10.1. SITUACIÓN FÍSICA 1: Soltar una piedra, en distintos entornos espaciales

Los distintos entornos espaciales en los que analizaré qué sucede al soltar una piedra, desde la visión de mundo de los entrevistados, están graduados desde lo más cercano a la persona (la Tierra), pasando por la Luna, luego en el Sistema Solar y por último en lo más alejado que pueda imaginarse (el espacio abierto, interestelar).

6.10.1.1. En la Tierra

En todas las entrevistas realizadas, independientemente de la edad, las respuestas a esta consigna fueron prácticamente las mismas, inclusive en lo que respecta a los dibujos. Como ejemplo de las respuestas dadas valen las siguientes, representativas del resto de cada grupo:

E: Se caen. Se caen directamente abajo, caen todas igual.

Noelia, Polimodal, 18 años 02 meses

E: Y, cada piedra va hacia el suelo de donde está parada la persona, ¿no?

María Mercedes, Docente EGB, 46 años 07 meses

E: Caerían a la Tierra. Y apuntarían al centro de la Tierra.

Jorge, No. Esp., secretario, 31 años 08 meses.

En la Tabla 6.4 se muestra la totalidad las imágenes que los entrevistados realizaron al responder a esta pregunta.

Analizando el conjunto de imágenes obtenidas, se puede notar la total coincidencia de las mismas, independientemente de la edad de los entrevistados, al intentar explicitar la forma en que se comportarían las piedras liberadas por las personas en la Tierra bajo la acción de la gravedad.

Por esta razón, no es posible sólo a través del análisis de esta pregunta detectar diferencias en la conceptualización que los distintos entrevistados pudieran tener de la gravedad terrestre.

Sin embargo, sí puedo afirmar que el total de la población entrevistada puede ubicarse entre los estadios IV y V de la clasificación realizada por Joseph Nussbaum (1979); o mejor dicho, puedo "asegurar" parcialmente que ninguno de los entrevistados tiene una concepción de la Tierra como cuerpo cósmico clasificable en los tres primeros estadios de la clasificación citada. Esta categorización está en completo acuerdo con lo reportado por estudios similares en distintas partes del mundo. (Baxter, 1989; Nardi, 1990)

Se verá en el análisis de las respuestas de los entrevistados en los demás entornos espaciales que aparecerán diferencias importantes en sus concepciones, pudiendo reubicarse a algunos de ellos en los estadios más primarios de la clasificación citada.

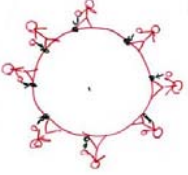
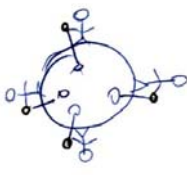
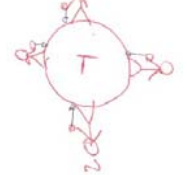
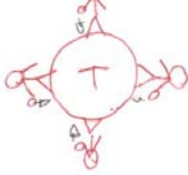
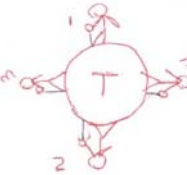
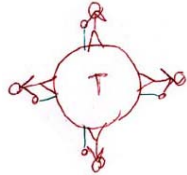
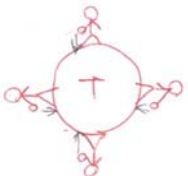
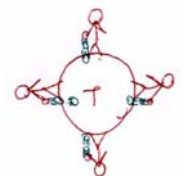
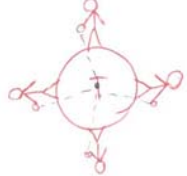
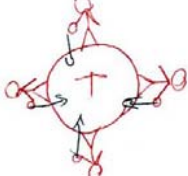
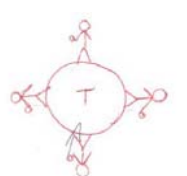
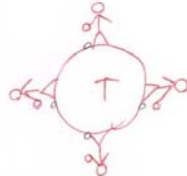
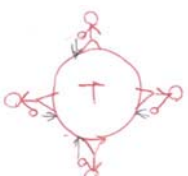
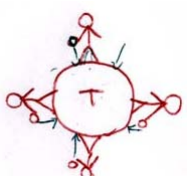
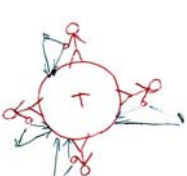
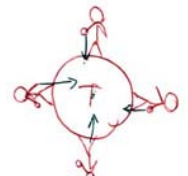
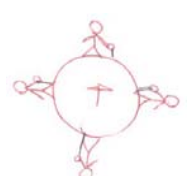
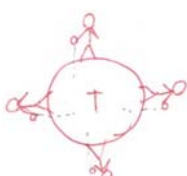
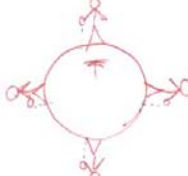
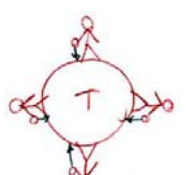
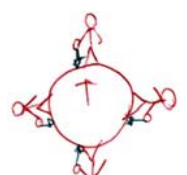
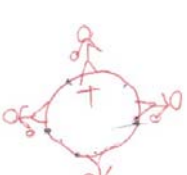
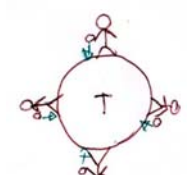
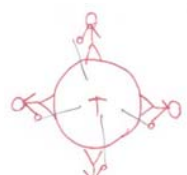
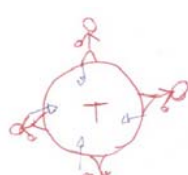
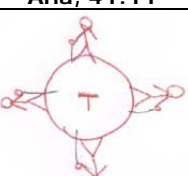
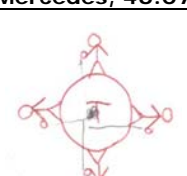
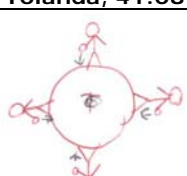
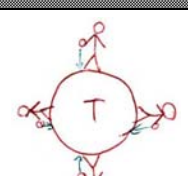
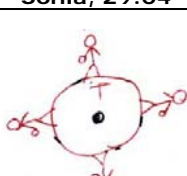
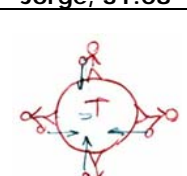
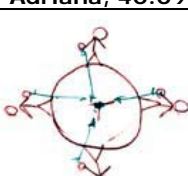
DIBUJOS EN RESPUESTA A LA SECUENCIA DE SOLTAR UNA PIEDRA EN DISTINTOS LUGARES DE LA TIERRA								
E G B	 Carlina, 13:11	 Eugenia, 13:09	 Nicolás, 13:06	 Luisa, 13:06	 Federico, 13:07	 Javier, 14:07	E G B	
P O L	 Noelia, 18:02	 Héctor, 17:05	 Rut, 18:03	 Marcos, 19:06	 José, 17:05	 Natalia, 18:01	P O L	
D O C	 Graciela, 37:09	 Marina, 33:02	 Ma. Luisa, 38:06	 Claudia, 30:07	 Verónica, 30:03	 Gloria, 38:05	 Diana, 30:05	D O C
D O C	 Ana, 41:11	 Mercedes, 46:07	 Yolanda, 41:08		 Sonia, 29:04	 Jorge, 31:08	 Adriana, 40:09	N S P
N S P	 Jaime, 40:06	 Rosalía, 37:07	 Elsa, 53:11	 Miguel, 55:10	 Marcelina, 29:04	 Omar, 43:03	 Germán, 34:09	N S P

TABLA 6.4
Síntesis de los dibujos realizados por los entrevistados a la situación física de soltar una piedra en la Tierra.

6.10.1.2. En la Luna

Los entrevistados imaginaron la situación de soltar una piedra en el contexto lunar de distintas maneras. La más habitual fue considerar que la piedra quedaría flotando por considerar que en la Luna no hay gravedad; en otros casos, los menos, consideraron que en la Luna había poca gravedad, aunque por razones no satisfactorias desde la visión newtoniana (falta de atmósfera, falta de núcleo, ausencia de rotación sobre su propio eje). Muestro a continuación los extractos más representativos de ambos tipos de respuestas.

6.10.1.2.a. En la Luna no hay gravedad

La mayoría de los entrevistados pueden ubicarse en esta categoría; las razones para la ausencia de gravedad lunar pueden ser que la Luna no tenga núcleo, que no tenga atmósfera, por no estar girando sobre su eje, o por ser un satélite de la Tierra. Estos resultados coinciden por completo con lo reportado por muchos investigadores, entre ellos (REYNOSO et alii., 1993; BAR, 1997; CAMINO, 2005a, 2005b).

Nicolás duda de que la Luna tenga núcleo:

- E: ...quedarían flotando. (debido) A que no tiene núcleo, no sé si tiene núcleo.
I: ¿Y a qué se parece, a lo que pasa en la Tierra, en el Sol, o a lo que pasa en el espacio?
E: Una mezcla de espacio y Tierra.

Nicolás, EGB, 13 años 06 meses

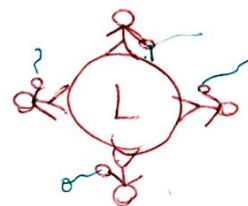
Y José está seguro de que la Tierra y la Luna son diferentes:

- E: Y la piedra va a quedar ahí, porque no tiene fuerza de atracción la Luna. Y quedarían ahí, para mí quedarían flotando, si no tiene fuerza de atracción y no hay nada...
I: ¿Qué hay de diferente entre la Tierra y la Luna?
E: Que la Tierra tiene fuerza de atracción y la Luna no.
I: ¿Y por qué está producida esa fuerza de atracción?
E: Ah, no sé, no tengo idea. Qué sé yo, las distintas temperaturas (que tiene) el centro de la Tierra, y después los distintos campos magnéticos que hay, todas esas cosas.
I: ¿Y en la Luna, no tiene centro la Luna?
E: Y, debe tener algún centro, pero es una roca, no tiene nada, no tengo ni idea de cómo estará formada.
I: ¿Pero diferente que la Tierra?
E: Sí, sí, sí.

José, Polimodal, 17 años 05 meses

En la siguiente entrevista cabe destacar que Verónica contesta con un esquema en algún sentido similar al Estadio III en la clasificación de Nussbaum, aunque esta vez aplicado a la Luna; es decir, la posición vertical de la persona en la parte superior del dibujo parece inducir a que existe una gravedad "local" dirigida hacia el suelo. Una idea parecida se encontrará más adelante en este mismo Apartado al considerar las ideas sobre piedras soltadas en el espacio.

- E: (...) No, en la Luna no caerían a la Luna. (...) No, no sé, no sé. (...) No sé, supongo que esta sí puede ser que caiga (dibuja), por la posición del hombre (el hombre de la parte de arriba del dibujo), pero estas no. Flotarían (dibuja).



Verónica, Docente EGB, 30 años 03 meses

En la página siguiente se da una comparación entre las respuestas de tres entrevistados con edades distintas; las explicaciones son prácticamente idénticas en su descripción del movimiento de las piedras, aunque por razones diferentes.

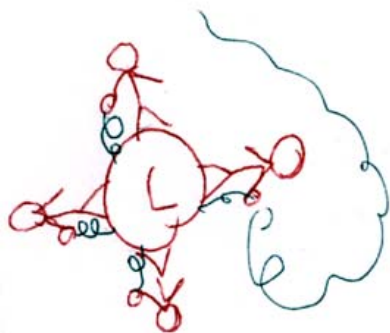
E: (...) ¿Qué hacen las piedras? (...) Yo creo que caen a la Luna, nada más que acá caen pero van haciendo esto así (dibuja), girando hasta llegar a la Luna.

I: ¿Y por qué razón hacen algo diferente aquí que lo que hacían en la Tierra?

E: Porque acá hay poca fuerza de gravedad y acá sí hay fuerza de gravedad.

I: ¿En la Luna hay? (hace referencia a gases productores de gravedad)

E: No.



I: Y entonces, ¿por qué en la Luna hay gravedad?

E: Porque es uno de los planetas más cercanos a la Tierra. (...) ... No, creo que no, ahora no, claro, me di cuenta que acá esto lo hice mal, que estas piedras pueden quedar girando en el espacio (dibuja) (la trayectoria larga de la derecha), es que no hay fuerza de gravedad.

I: Ah, ¿pero entonces no hay fuerza de gravedad? ¿Por qué razón?

E: Porque no hay gases.

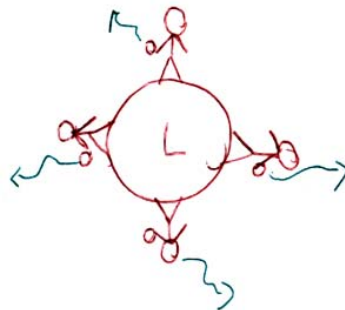
Javier, EGB, 14 años 07 meses

E: Y, no, no caerían para abajo. ... Aquí hay gravedad (en la Tierra) y acá no (en la Luna). ... en la Luna no existe esa rotación.

I: ¿Y cómo sabés que no existe?

E: Y porque la Luna no rota, porque no se ven cambios, es decir, yo no sé si la Luna girará o no, yo si miro la Luna yo no veo cambios.

I: ¿Cambios en qué no le ves?



E: Por ejemplo, en la conformación, yo sé que existen todos los tipos de Luna, Luna nueva, ..., ¿no es cierto?, pero yo sé que la conformación de esa Luna tiene que ver con la posición de la Tierra. ... la Luna no se mueve, lo que gira es la Tierra, lo que cambia la Luna, por decirlo así entre comillas, es lo que nosotros vemos al girar la Tierra.

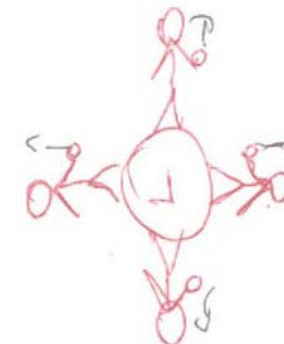
I: Bueno, entonces esa sería una señal de que no está girando, ¿y por eso suponés que no tendría gravedad?

E: Sí.

Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

E: Y la Luna no tiene campo magnético, entonces se iría hacia arriba. Y muy lentamente, qué sé yo, porque no va así con tanta gravedad como en la Tierra, yo me lo imagino así (dibuja), como que no va lineal.

I: ¿Habría alguna diferencia entre esto y el espacio?



E: No, no.

I: Bueno, ¿y qué es lo que hace la diferencia entre la Tierra y la Luna o el espacio?

E: Este, el campo magnético, la fuerza, que tiene fuerza de gravedad y aquel no.

I: ¿Y producida por qué? O sea, acá en la Tierra la produce...

E: La misma, el mismo planeta. Y aquí es como que está en suspensión, o busca, busca algún campo magnético.

Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

6.10.1.2.b. En la Luna hay baja gravedad

En algunos casos se consideró que la Luna sí tiene gravedad, pero menos que la que existe en la Tierra. Esta respuesta en principio satisfactoria, puede analizarse con más detalle a la luz de las causas que los entrevistados asignen a la baja gravedad lunar (aunque asignando todavía ausencia de gravedad al espacio en la comparación con la Luna).

En el extracto que sigue, Eugenia describe muy bien el movimiento de la piedra, aunque sin especificar las causas:

E: Pero la Luna tiene gravedad, poca ... o sea si saltás tardás en volver a bajar. ...en la Luna vos si te quedás parado te podés quedar parado y en el espacio no.

I: Suponete que yo cierro los ojos y no me doy cuenta que estoy arriba de la Luna, ¿qué diferencia tiene un lugar sin gravedad a un lugar como la Luna que tiene poca gravedad?

E: Y que en la Luna no estás flotando permanentemente.

Eugenia, EGB, 13 años 09 meses

Asimismo, Federico agrega un elemento (la masa de la Luna) que lo acercaría a comprender la causa correcta:

E: Caería igual porque también tiene más masa (la Luna) que la persona y que la piedra.

I: ¿Pero igual que en la Tierra caería?

E: No, no, no, caería más despacio pero caería.

Federico, EGB 13 años 07 meses

Héctor también imagina correctamente el movimiento, relacionando la causa de la gravedad con el tamaño del planeta:

E: Yo pienso que caería pero mucho más suave a la Luna, al suelo de la Luna, porque pienso que debe tener un porcentaje de gravedad, sería.

I: Ahá, ¿y por qué se produce esa diferencia entre cómo caen en la Luna y cómo caen en la Tierra?

E: ...debe ser por el tamaño, puede ser. ...diferencia (de tamaño) que hay entre la Tierra y la Luna. ... Para mí, mayor tamaño como que hay más gravedad.

I: Ahá, ¿o sea que si yo me voy a un planeta más grande que la Tierra...

E: Para mí podría haber más gravedad.

I: ¿Y cómo caerían las piedras?

E: Muchísimo más rápido, caerían, un agujero en el suelo.

I: Ahora, la dirección de caída, ¿sería parecida en todos los casos? ¿La persona vería que la piedra cae a sus pies, tanto acá, como en la Luna, como en otro planeta?

E: Sí, pienso que sí, que por ahí en la Luna cae como más suave, como que flota un poco más suave.

Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

Natalia requiere que la piedra que se suelta en la Luna sea más pesada que la que se suelta en la Tierra para que recién entonces pueda caer sobre la superficie lunar. Un esquema similar al expuesto por Natalia fue reportado por Reynoso et alii. (1993) en estudiantes pre universitarios.

E: Supongo que caería pero la piedra tendría que ser muchísimo más pesada para poder caer.

I: Suponete que sea la misma piedra.

E: ¿La misma piedra? Y, no, quedaría flotando.

I: ¿Qué diferencia tiene que sea una piedra grande o una piedra chica?

E: Que al ser menos la gravedad, en la Luna, el peso de la piedra, no sé cómo explicarlo, el peso de la piedra se ve menos atraído.

I: Imaginá una piedra lo suficientemente grande como para que se vea atraído, ¿qué haría entonces?

E: Y caería, quedaría en el piso de la Luna, en la superficie.

I: O sea, ¿con el mismo dibujo que hiciste acá en la Tierra?

E: Sí.

Natalia, Polimodal, 18 años 01 meses

En el extracto siguiente puede verse cómo Marina trata de compatibilizar su concepción sobre que la causa de la gravedad es la atmósfera, con lo que sabe que sucede en la realidad ya que recuerda cuando siendo chica vio la llegada del Hombre a la Luna:

E: ...no sé cómo es la gravedad en la Luna, pero sé que algo debe haber, porque los tipos cuando aparecen en algunas imágenes del '69, medio así flotaban pero caminaban, no sé si tenían lastre...

I: ¿Qué hay de diferente en la Tierra y en la Luna para que sus gravedades sean diferentes?

E: La composición del centro de la Tierra, y la composición de los elementos de la atmósfera.

I: ¿Y qué pasa cuando en un planeta no hay atmósfera?

E: Me imagino que debe haber algo de gravedad pero no como en la Tierra, porque no hay atmósfera.

I: ¿Pero algo hay?

E: (...) Qué sé yo. (...) Sí, hay esto, la Luna, y sus elementos y sus cosas y estas cuestiones que tendrá, pero no hay esto (hace referencia al dibujo de la Tierra).

I: ¿De qué depende más, de lo que hay en el centro del planeta o de la capa que lo rodea?

E: Yo creo que depende de las dos cosas, la medida, la intensidad de la gravedad dependerá de las dos cosas, pero ya te digo, basada nada más que en las imágenes de televisión...

Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

6.10.1.2.c. La gravedad terrestre actuando en la superficie lunar

Finalmente, muestro a continuación los extractos correspondientes a dos entrevistas en las que se expone una muy interesante idea: la Luna tiene baja gravedad, pero la misma es debida a la influencia de la gravedad terrestre en la Luna.

Es decir, la Luna en sí misma no tiene gravedad, pero sobre su superficie existe una gravedad producida por la Tierra; en algunos casos se explica que, debido a que a la distancia Tierra-Luna es muy grande, la intensidad de la gravedad terrestre sobre la Luna es muy pequeña.

Esto refuerza la idea de que la gravedad sólo se asigna a nuestro planeta y no al resto de los cuerpos del universo, aunque en este caso se extiende la influencia gravitatoria terrestre más allá de la atmósfera, lo que al menos es un paso importante para la conceptualización de la gravedad astronómica. Un esquema similar, aunque con diferentes características y población, fue reportado en los trabajos de Noce et alii (1986 y 1988) y de Berg (1991).

E: Es la Luna. Y, no, las piedras no caerían, quedarían suspendidas, ¿está cerca la Tierra, no?

I: No sé, elegí vos.

E: Elijo yo. Si estuviera cerca la Tierra, no sé, hasta habría un movimiento de atracción que lo haga ir para la Tierra.

I: ¿Y cómo serían las trayectorias de las cuatro piedras, entonces, en el caso este que vos decís que está cerca de la Tierra?

E: Irían en dirección a la Tierra. No sé, me supongo que irían (dibuja)... Y las otras (las de la Tierra) lo mismo, es más difícil.

I: ¿Con la misma intensidad?

E: No, supongo que tardarán más en el que está más alejado de la Tierra.

I: O sea que si vos ves caer una de estas piedras que tiraste en la Luna, con respecto a lo que hacen las que tiraste en la Tierra, ¿verías cosas diferentes? Todas irían a la Tierra pero las ves diferentes, ¿o funcionan igual?

E: No, no habría mayores diferencias, por ahí no sé si en tiempo, qué sé yo, llega más rápido el que está más cercano a...

I: ¿Pero la intensidad de la atracción sería la misma?

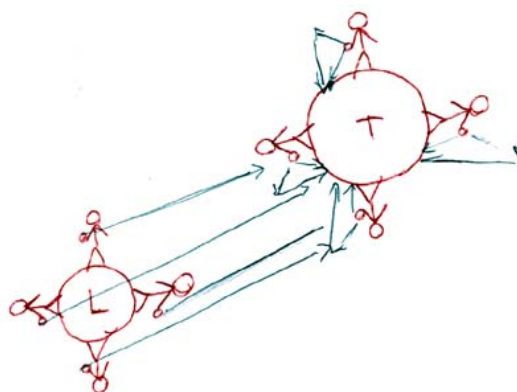
E: La misma.

I: Bueno, y en el segundo caso, suponete que la Luna está muy alejada de la Tierra, ¿qué pasaría?

E: (...) No, y ahí, para mí que los objetos quedarían ahí, suspendidos, flotando.

I: ¿Se parecería a lo del espacio?

E: Sí.



María Luisa, Docente EGB, 38 años 06 meses

En el siguiente (largo) extracto, Jorge explica con lujo de detalles lo que imagina que sería la relación de atracciones gravitatorias sobre la Luna y sobre la piedra en la Luna, ambas producidas por la Tierra, cual si fuera un científico de la época de Galileo.

E: ¡Qué buena pregunta! (...) ¿No se caerían las piedras? Pregunto. ¿Tenemos gravedad en la Luna? Y, sucedería igual que en la Tierra, que caería hacia el centro.

I: ¿O sea que en principio no habría ninguna diferencia entre la Tierra y la Luna?

E: Y me imagino que no, pero... En realidad, si la Luna gira alrededor de la Tierra es porque debe tener un centro de gravedad en la Tierra, me imagino. Así la piedra tendería a ir hacia la Tierra, no sé.

I: Está bien, ¿pero qué tiene que ver que la Luna gire en torno a la Tierra con las piedras que caen en la Luna?

E: Y, lo que tiene que ver que si la Luna gira alrededor de la Tierra debe ser porque tiene algo de atracción por parte de la Tierra hacia la Luna. La Tierra y la Luna (dibuja), la Luna se supone que gira así, ¿no?, entonces, supónete que hay un punto de gravedad acá (señala la cruz en el centro de la Tierra) que la lleva a girar alrededor de la Tierra. Por lo tanto, si ese punto tiene mucha influencia, o sea una de las hipótesis que se puede hacer es que si vos tirás una piedra acá tendería a ir a la Tierra.

I: Ahá, pero entonces no haría lo mismo que acá. Las piedras que vos dejaste en la Luna, ¿no irían al centro de la Luna, sino que irían a la Tierra?

E: Estoy haciendo una suposición. O sea, la primera, la idea inicial es que sucedería lo mismo que en la Tierra.

I: Sí, ¿y si no?

E: Y si no, caerían hacia la Tierra.

I: Y entonces, volvamos a empezar. Si esta es la Luna ahora (dibuja en rojo), pongamos las cuatro personas, ¿sí?, cada una con su piedrita, y supónete que la Tierra es la que vos dibujaste, hacemos así.

E: Está bien.

I: En la primera suposición las piedras van...

E: Irían hacia el centro de la Luna.

I: ...al centro de la Luna. ¿Y en la segunda qué harían?

E: Caerían hacia la Tierra.

I: ¿Independientemente de la posición que tengan en la Luna?

E: Y se supone que esto va girando y va cambiando su posición.

I: Ahá. Bueno, vos hoy relacionabas la velocidad, ¿te acordás?

E: Sí.

I: La velocidad que en las dos suposiciones tendrían las piedras, ¿sería la misma?

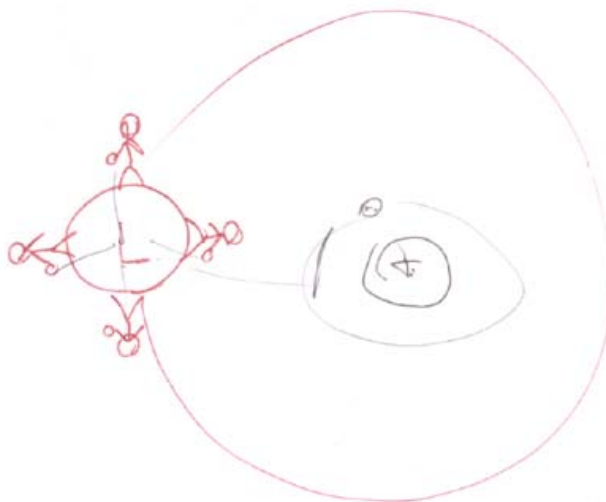
E: (...) En principio imagino que no.

I: ¿En cuál sería más grande y en cuál sería más chica? La primera suposición es que las piedras van al centro de la Luna, la segunda suposición es que van, las cuatro piedras, hacia la Tierra; en ambos casos las piedras se mueven con cierta velocidad.

E: Sí.

I: ¿En cuál caso sería más veloz o menos veloz?

E: Yo imagino que tomaría más velocidad en el segundo caso, por la distancia, la caída.



Jorge, No Especialista, secretario, 31 años 08 meses

Nótese que en la última parte de este extracto Jorge está razonando como si las piedras se movieran en una caída libre bajo la influencia de la gravedad terrestre, únicamente, pero con una distancia de caída enorme lo que hace que la velocidad final sea muy elevada. Es decir, esencialmente (en la segunda de sus opciones) considera que la Luna no tiene gravedad, o al menos no ejerce influencia alguna sobre las piedras ubicadas en su superficie.

Galileo, Kepler (ver Westfall, 1971) y sus respectivos contemporáneos ya habían discutido el problema de qué ocurriría con una piedra en caída libre desde la Luna.

6.10.1.3. En el espacio abierto

Al imaginar qué ocurriría si una persona soltara una piedra en el espacio abierto (lejos de cualquier planeta o estrella, por ejemplo), la gran mayoría de los entrevistados contestó que la piedra quedaría "flotando" debido a que "no hay gravedad alguna en el espacio".

En general el estado de movimiento asignado a las piedras no es el reposo, aunque la piedra no hubiera recibido ningún impulso al ser soltada, sino un movimiento suave, sin dirección definida. Sin embargo, en otros casos se expresa que la piedra se mueve suavemente bajo la influencia de la Tierra, del Sol, o del sistema planetario, lo que sería una descripción muy cercana a la visión newtoniana.

En varios casos los entrevistados explicaron el movimiento de la piedra explicitando que podría irse hacia "arriba" pero que de ninguna manera caería para "abajo", tomando a su propio cuerpo como sistema de referencia (ver el punto 5.1. sobre el universal "Sí-mismo").

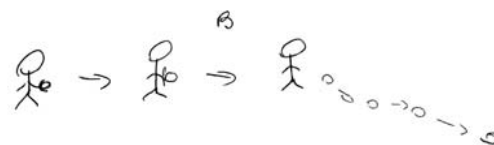
Una discusión muy interesante se dio en algunas entrevistas acerca de lo que significa "flotar" en el espacio y su relación (y/o necesidad) con "estar apoyado", directamente relacionado esto con la sensación de peso. Considero importante llamar la atención sobre el hecho de que quizás esta necesidad de apoyo para la noción de peso pueda servir de inicio para el futuro trabajo didáctico tendiente a construir el concepto de "libre flotación gravitatoria" (presentado en los Fundamentos) y redefinir la noción de peso en función de aquel concepto más adecuado a la visión de la gravedad newtoniana (y posiblemente también einsteniana).

Presento a continuación los extractos más representativos que hacen referencia a lo comentado en los párrafos anteriores:

6.10.1.3.a. La piedra queda flotando

La mayoría de las investigaciones realizadas en todo el mundo coinciden en que la idea predominante acerca de la gravedad en el espacio es que directamente no existe, en general debido a la falta de atmósfera y por esto la piedra una vez liberada queda flotando, quieta, o moviéndose sin rumbo fijo (Bar, 1997), como lo muestran los siguientes extractos:

E: Se va. No sé, no es que se queda quieta en el lugar, se va (dibuja) a cualquier lado.

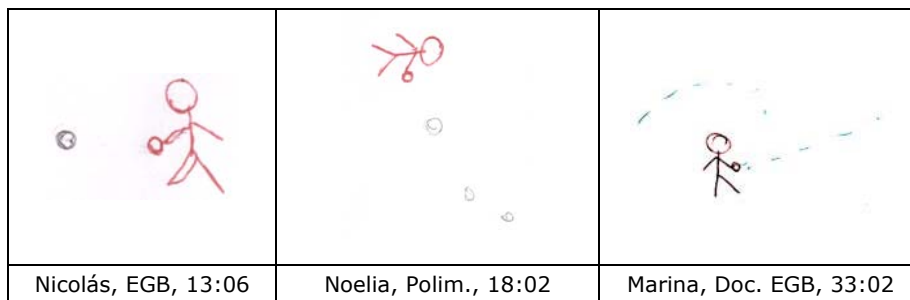


Carlina, EGB, 13 años 11 meses

E: Se mantiene flotando, porque no hay gravedad. Si no la impulsa él hacia ningún lado, la suelta sin hacer movimientos, pienso que se mantiene en la misma posición.

Rosalía, No Esp., comerciante, 37 años 07 meses

Los siguientes dibujos corresponden a explicaciones equivalentes al extracto anterior:



“En el espacio la piedra se queda flotando”

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

6.10.1.3.b. La piedra es atraída por algún centro de atracción

A pesar de que casi todos los entrevistados consideran que no hay gravedad en el espacio, imaginan que el movimiento de la piedra debe ser similar a los movimientos del resto del sistema planetario, sin notar que los cuerpos de este sistema se mueven en órbitas justamente porque están afectados por la gravedad del Sol, principalmente. Gloria se expresa así:

E: Y, flotaría la piedra en el espacio, porque en el espacio no existe la gravedad. Y, se me ocurre que no se va a quedar suspendida, tendrá algún movimiento, debe estar acorde con el movimiento que tiene todo el sistema planetario, ¿no?, tiene que estar relacionado.

Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

María Mercedes explica en detalle cuáles son los entornos espaciales en donde existe la gravedad: dentro y fuera de la atmósfera terrestre, aunque fuera de ella, donde no existe la gravedad, aún hay alguna influencia que hace que su movimiento sea una “órbita”.

E: Depende de dónde esté esta persona, si está por fuera de la atmósfera la piedra queda suspendida, y si está dentro de la atmósfera caerá en la Tierra.

I: ¿Y qué sería suspendida?

E: Sí, como que no tiene gravedad, sigue en su órbita, está en el espacio, como están los astronautas en el espacio (risas).

I: Cuando decís “órbita”, ¿qué sería?

E: (dibuja).

I: O sea, fuera de la atmósfera, esta persona suelta la piedra y la piedra haría esto...

E: Sí. Porque está dentro del Sistema Solar, y todos los cuerpos que están dentro del Sistema Solar tienen una órbita, es como los planetas que dibujan una órbita.



María Mercedes, Docente EGB, 46 años 07 meses

La explicación de Germán tiene elementos muy cercanos a la explicación newtoniana:

E: (...) Já, ¿si suelto la piedra? Y, esa piedra estaría sometida a la fuerza de ese campo, primero, y yo creo que si la suelta en la órbita de alguno de los planetas va a ser atraída por esa fuerza, va a estar sometida a esa regla... (...) iría hacia el Sol ... sería atraída hacia el Sol.

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 34 años 09 meses

Como comentario final a este apartado, es muy importante resaltar que los entrevistados dejan abierta la posibilidad de que en un lugar del espacio pueda haber influencia gravitatoria. Aunque sus explicaciones sean poco satisfactorias desde lo científico, el solo hecho de que tengan una imagen diferente a la ausencia total de gravedad en el espacio es ya un paso trascendental para permitir una acción didáctica dirigida a la construcción de un concepto de gravedad astronómica adecuado a la visión científica (PALMER, 2001).

6.10.1.3.c. La necesidad de “estar apoyado” para la existencia de gravedad

La relación entre el peso, la gravedad y la necesidad de apoyo, ya citada, surge aquí en un entorno espacial, no terrestre (BAR, 1994, 1997; GALILI, 1996). Nuevamente, la potencialidad didáctica de estas ideas es grande y por esta razón retomaré esta discusión más adelante.

E: Y quedaría ahí, porque no hay nada, o sea, no va a caer, es como estar en el aire y no tenés suelo, no vas a caer porque no tenés suelo.

José, Polimodal, 17 años 05 meses

6.10.2. SITUACIÓN FÍSICA 2: Soltar una piedra en un túnel que pasa por el núcleo

Cuando se plantea soltar una piedra en un lugar en el que se ha hecho un túnel muy profundo, tanto que perforó completamente el planeta y sale por un punto diametralmente opuesto, los entrevistados muestran una variedad de explicaciones muy interesantes. Es posible clasificar tales explicaciones en tres grandes grupos: Gravedad newtoniana, Estadio IV de Nussbaum y Modificación de la gravedad. Los mismos se describen a continuación.

6.10.2.1. GRAVEDAD NEWTONIANA

Esta explicación es la considerada “correcta” a los fines de esta Tesis y de los trabajos originales de Nussbaum y otros, e incluye a su vez dos casos: la piedra realiza un movimiento pendular y la piedra queda en el centro de la Tierra.

6.10.2.1.a. Las piedras realizan un movimiento pendular

Esta explicación es la originalmente dada por Galileo y por el mismo Newton y aún científicamente aceptada del **MOVIMIENTO PENDULAR** (la piedra queda atrapada en un movimiento eterno entre posiciones extremas pasando por el centro de la Tierra con máxima velocidad).

En esta entrevista es interesante notar cómo Eugenia en un primer momento responde como si la gravedad fuera asimétrica, quedando la piedra del otro lado, lo que hubiera correspondido a la clasificación del Estadio IV de Nussbaum; sin embargo, y luego de pocos instantes, comprende la simetría del proceso y llega a la explicación pendular.

E: (...) No sé, supongo que pasa para el otro lado. Supongo que viene acá, pasa por acá y, no sé, y de ahí creo que vuelve a caer acá, sobre acá (indica la parte inferior del dibujo, con la piedra sobre el suelo).

I: Ahá, ¿y por qué pensás eso?

E: Porque creo que la Tierra tiene gravedad, o sea, si vos estás acá abajo, parado, si el hombrecito estuviera al revés, digamos, la piedra también cae para acá, entonces si cae para acá, puede caer para acá (indica una u otra boca del túnel).

I: Y entonces la piedra para este, ¿qué haría?

E: Y para este sube.

I: ¿Y entonces?

E: Y, no sé, supongo que este la podría agarrar.

I: Suponete que no la agarra, llega la piedra hasta donde está su mano y no la agarra, ¿qué pasa con la piedra?

E: No sé, supongo que cae otra vez.

I: ¿Y qué haría entonces?

E: Vuelve. Y, por acá.

I: ¿Y luego?

E: Y vuelve hasta acá.

I: ¿Y luego?

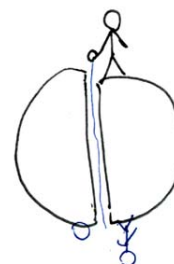
E: Y supongo yo que cae otra vez.

I: ¿Y luego?

E: Y cae otra vez.

I: O sea, pero en principio no haría esto (indica la piedra sobre el suelo).

E: No, si va en línea recta no.



Eugenia, EGB, 13 años 09 meses

Verónica, aún sorprendida de lo que imagina que haría la piedra, responde en forma satisfactoria desde la visión newtoniana.

E: No, supongo que queda en la Tierra, por la atracción. Y, entonces probablemente siga.

I: Sigue, ¿y cuando sale por acá qué hace?

E: (risas) Vuelve a caer porque se atrae hacia la Tierra.

I: Ahá, ¿y luego?

E: Y, nada, queda por ahí.

I: Queda por ahí, ¿y si justo que vuelve entra al pozo otra vez, qué hace?

E: Va a volver a pasar y va a volver a atraerse, la pobre va a estar yendo y viniendo (risas).



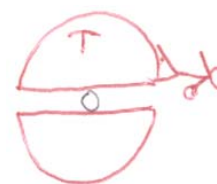
Verónica, Docente EGB, 30 años 03 meses

6.10.2.1.b. La piedra se queda en el centro y no se mueve más

Vale aclarar aquí que esta respuesta será considerada como correcta a los fines de seguir los criterios utilizados por Nussbaum; sin embargo, Sneider et al (1998) llaman la atención sobre que la misma podría responder a una concepción aristotélica. Además, enmascara el problema de asignar la gravedad terrestre únicamente a su núcleo y no a la masa total, lo que también alejaría la respuesta de una concepción newtoniana (Galili, 1996; Westfall, 1971).

Aún sin estar completamente segura, Mercedes imagina que la piedra termina su movimiento en el núcleo terrestre:

- E: Y, no sé, creo que se quedaría acá en el centro (risas), no sé.
 I: O sea, ¿entra por acá y se queda ahí en el centro?
 E: Creo que sí. Este es el medio, esta experiencia no se ha hecho nunca porque nunca se hizo un pozo tan grande (risas). ... No lo sabría decir con seguridad, pero creo que pasaría eso, no sé.



Mercedes, Docente EGB, 46 años 07 meses

Muchas otras respuestas fueron equivalentes, como puede notarse de los siguientes dibujos:

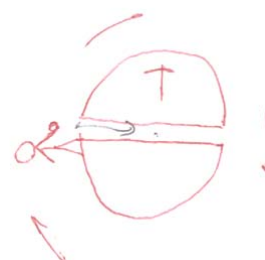
Federico, EGB, 13:07	José, Polim., 17:05	Jorge, NEsp., 31:08	Jaime, NEsp., 40:06	Germán, NEsp., 34:09

"La piedra se queda en el centro"

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

En el extracto siguiente, Marcos responde que la piedra se quedaría en el centro aunque a partir de asignar la causa de la gravedad a la rotación del planeta, una justificación claramente alejada de la visión newtoniana, por lo que su respuesta no fue considerada correcta.

- E: (...) No sé si caería, ¿eh?, la verdad que no. (...) Sí, me imagino que cae.
 I: ¿Y hasta dónde llega?
 E: Llegaría hasta acá. Y porque al girar la Tierra, al irse moviendo, no permitiría que llegue al otro lado.
 I: ¿Cuál sería la posición final de la piedra?
 E: (dibuja) Sería así, la posición final ... me imagino que sería acá (en el centro).
 I: ¿Y por qué razón?
 E: Y por el giro continuo que tiene la Tierra, es decir, que no permitiría que se fuera a ningún lado ni al otro, que quedaría ahí.
 I: ¿Pero sí permitiría que cayera?
 E: Claro.

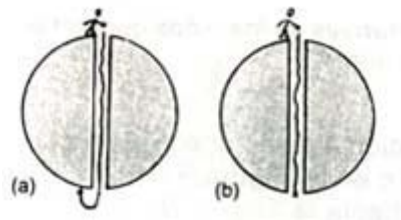


Marcos, Polimodal, 19 años 06 meses

6.10.2.2. LA PIEDRA EN LAS ANTÍPODAS (ESTADIO IV DE NUSSBAUM)

La piedra pasa por el centro del planeta y queda apoyada justo en el borde del lado diametralmente opuesto al que fue soltada. (imagen extraída de Nussbaum, 1986)

En el extracto que sigue Ana Teresa no muestra estar segura de ninguna idea en particular. En este caso, y por ser más completo su relato, prefiero dejarla en esta categoría, aunque de tomar el criterio utilizado con Eugenia en el punto anterior ésta podría considerarse como una explicación con tendencia a ser correcta.



E: Y cae, caería hasta el núcleo.

I: ¿Y luego?

E: (...). Que si pasa... No, no, después estaba pensando y no, puede pasar.

I: ¿Y cuando llega acá qué pasa?

E: Y, quedará suspendida, debe ser. ... O volvería de vuelta.

I: Y si vuelve, ¿qué pasa?

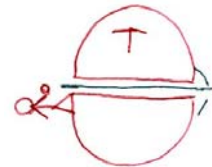
E: Y, quedaría, qué sé yo, de este otro lado, acá quedaría. Y acá se queda, en el otro lado, qué sé yo, porque puede caer y la misma gravedad lo vuelve a, o queda en el núcleo, no sé...



Ana Teresa, Docente EGB, 41 años 11 meses

En el caso de Claudia, se expresa con mayor seguridad, sin dudas de dónde iría la piedra:

E: Suspendida no queda, pasa de largo ... pasa de largo, y una vez que pasa de largo cae ... en la Tierra.



Claudia, Docente EGB, 30 años 07 meses

6.10.2.3. MODIFICACIÓN DE LA GRAVEDAD

En este grupo se encuentran todas aquellas explicaciones que consideran que el túnel afectó seriamente (redujo o eliminó directamente) a la gravedad terrestre, asociada ésta exclusivamente al núcleo del planeta.

En este subgrupo pueden encontrarse explicaciones que consideren tanto que lo afectado fue el propio núcleo terrestre, como que la falta de apoyo al ser el túnel pasante haya afectado la posibilidad de caer normalmente, y hasta que dentro del túnel no hay aire, oxígeno o atmósfera por lo cual los objetos no caen.

Se incluyen aquí las explicaciones de piedras que quedan flotando en la boca del túnel, o que se van hacia el espacio, o que se van hacia otro planeta o centro de atracción.

6.10.2.3.a. Queda flotando del otro lado del túnel



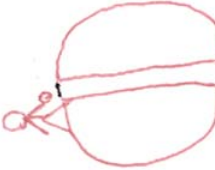
En el siguiente extracto Gloria fundamenta que por haber roto el núcleo la piedra quedará flotando al salir del otro lado.

- E: Y, no va a caer. Va a quedar suspendida ahí ... al haber hecho la perforación que atravesó el núcleo de la Tierra va a quedar ahí flotando la piedra ... en la abertura.
- I: ¿Qué hay de diferente antes que estaba todo completo a ahora que está el túnel, para que la piedra antes caía y se apoyaba acá y ahora queda flotando?
- E: Y, al haber roto el núcleo ... ya no está esa fuerza, esa energía que hace que la atrape, ¿no?, esa fuerza de gravedad, es como que no está.
- I: O sea, ¿por más chiquitito que sea el pozo ya alcanza para que eso pase?
- E: Y, yo creo que sí ... porque le adjudico la gravedad a ese núcleo incandescente que posee la Tierra, que tiene tanta energía, ¿no?, tanta que hace que se muevan las placas, que aparezcan las montañas, todos los fenómenos que suceden.



Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

Otros entrevistados suponen la misma evolución del movimiento de la piedra, aunque por razones distintas, como por ejemplo la ausencia de atmósfera en el interior del túnel que hace que allí no haya gravedad. Algunos de sus dibujos son los siguientes:

		
Sonia, No Esp., 29:04	Adriana, No Esp., 40:09	Ma. Luisa, Doc., 38:06

"Se queda flotando en el borde sin caer"

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

6.10.2.3.b. La piedra se va hacia el espacio

Prácticamente por las mismas razones que en el inciso anterior, otros entrevistados imaginan que la piedra, no afectada por gravedad, se va hacia el espacio y se mueve en forma caótica, o al menos sin rumbo fijo.

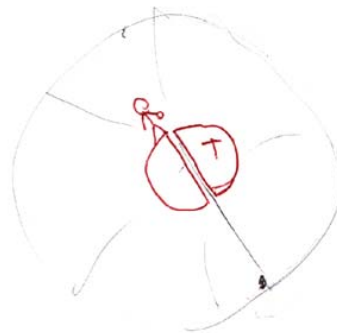
- I: ¿Qué es lo que produjo este cambio, qué produjo el túnel para que la piedra se comporte diferente?
- E: Como que creó un espacio, como que la gravedad es acá en la Tierra y en el espacio ese no hay una gravedad, sino que es como el espacio que está fuera de la Tierra.
- I: ¿El solo hecho de haber hecho un túnel que pasa de lado a lado, ya ese túnel tiene características como el espacio este?
- E: Claro.
- I: ¿Y por qué se produce eso?
- E: Y, para mí no sé, porque podría ser por la Tierra, como que la Tierra es la que tiene la gravedad y no el espacio en donde está la Tierra. Si uno le hace un agujero a la Tierra se convierte como en el espacio que está afuera, sería para mí.



Héctor, Polimodal, 17 años 05 meses

Un interesante extracto, en el que puede verse lo expresado por Nussbaum (1976) acerca de la rotación mental que muchos chicos hacían al responder esta consigna. En algunas de las entrevistas realizadas para esta Tesis los entrevistados rotan la hoja de papel en la que dibujan, con el fin de imaginar mejor la situación a resolver:

- E: Pasa de largo y no sé, debe quedar en alguna parte donde termina la gravedad, entre la gravedad y el espacio abierto. No sé hasta dónde llegaría, pienso que si acá termina la gravedad, acá termina la atmósfera, llegaría acá (dibuja)...
- I: ¿Cuál sería la diferencia si esta persona hubiera estado de este lado del túnel, y hubiera hecho lo mismo?
- E: ¿Y esto lo puedo girar? (hace referencia a la hoja de papel)
- I: Sí, sí, lo que quieras.
- E: Para mí, no sé si es así, ¿eh?, pero la atmósfera yo calculo que puede ser algo así y la gravedad se maneja en toda esta parte en forma digamos simétrica, de acá a acá todas las partes deben ser parecidas.
- I: Ahora que hay túnel, ¿qué es lo que hace el túnel para que la piedra haga una cosa diferente, tanto de un lado como del otro del túnel?
- E: Y hay un espacio de aire, hay un vacío.
- I: ¿De aire o de vacío?
- E: No, es de aire porque está ocupado, tiene aire porque está dentro de la atmósfera.
- I: ¿Qué hizo el túnel para que las cosas funcionen diferente?
- E: Rompió la ley de gravedad.



Rosalía, No Esp., comerciante, 37 años 07 meses

Otras explicaciones equivalentes estuvieron acompañadas por los siguientes dibujos:

Javier, EGB, 14:07	Rut, Polim., 18:03	Noelia, Polim., 18:02	Jaime, NEsp., 40:06

“La piedra se va hacia el espacio”

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

6.10.2.3.c. La piedra se va hacia otro planeta o centro de atracción

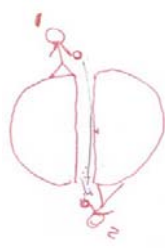
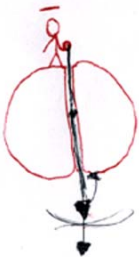
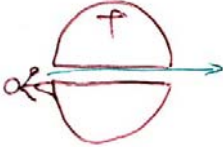
Como se verá en el extracto siguiente, aparecen en forma recurrente en muchas de las respuestas de los entrevistados elementos que pertenecen a otras categorías de análisis (modificación de la gravedad, necesidad de apoyo, etc.). Asimismo, algunos otros bien podrían haber sido clasificados en el Estadio III de Nussbaum (las piedras que salen del túnel y se van hacia un "abajo" en el espacio). Sin embargo, y a los fines de diferenciar las distintas concepciones que van surgiendo elegí ubicar los extractos de la forma en que finalmente se presentan aquí y en los incisos anteriores.

- E: Se va a caer, se va a caer y no sé hasta dónde va a llegar.
 I: ¿Y a dónde llegaría?
 E: No sé, yo calculo que tendría que seguir pasando, porque la gravedad lo bajaría, pero ahora me dejaste en duda si el agujero pasa la gravedad de la Tierra.
 I: Pasa de lado a lado.
 E: No sé si pasa hasta el otro lado, ahí me queda la duda. ... Pasaría de largo ... e iría, tiene que haber un centro de gravedad más grande, que es lo que mantiene a la Tierra donde está, entonces a lo mejor la atraería.
 I: ¿Y cuál sería ese centro de gravedad?
 E: El centro del universo.
 I: ¿Por qué razón cuando no estaba el túnel las piedras caían ahí y de alguna manera dominaba este centro de la Tierra, y ahora que sí hicimos el túnel lo que domina es el centro del universo?
 E: Porque si el túnel es suficientemente grande, amplio, se sacó este centro de gravedad en el medio, en el corazón de la Tierra, vos traspasaste eso ... y nosotros a lo mejor estaríamos volando, caminando como en la Luna, que no existe el centro de gravedad.



Marcelina, No Esp., Lic. Cs. Políticas, 29 años 04 meses

Explicaciones equivalentes estuvieron acompañadas por los siguientes dibujos:

		
Luisa, EGB, 13:06	Nicolás, EGB, 13:06	Omar, No Esp., 43:03

"La piedra se va hacia otro centro de atracción"

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

6.10.3. SITUACIÓN FÍSICA 3: Quitar el centro de atracción

Ante la situación de imaginar qué sucedería si quitáramos el centro de atracción, cualquiera fuera éste (la Tierra, la Luna, otro planeta, el Sol, otra estrella, etc.), los entrevistados dieron una gama aún más variada de explicaciones.

Es importante resaltar que la gran mayoría de los entrevistados consideran que el Sol no es un factor determinante en la configuración del Sistema Solar desde un punto de vista gravitatorio. Ante la consigna de imaginar que el Sol se quita de su lugar original, la mayoría de los entrevistados expresa que habría algún tipo de modificación en los cuerpos del Sistema (se quedarían quietos, se moverían diferente, estarían oscuros y fríos, no habría vida, etc.), pero en general la influencia asignada al Sol no está directamente relacionada con la gravedad.

Un estudio similar puede encontrarse en los trabajos de Treagust (1989) y Treagust et al (1989), en los cuales se estudiaron las ideas relacionadas a la influencia del Sol sobre la gravedad de los planetas; sin embargo, las ideas relevadas por ellos no fueron encontradas en la presente investigación.

Surge nuevamente en este análisis que la gravedad, como tal, es considerada una propiedad casi exclusiva de la Tierra, reforzando lo ya presentado en los apartados anteriores. Es decir, se reconocen fuerzas y atracciones asignadas en algunos casos a meteoritos, a planetas y al Sol, aunque en general podrían ser "otro tipo de atracciones" diferentes de la gravedad, la que sí existe con seguridad en nuestro planeta.³⁷

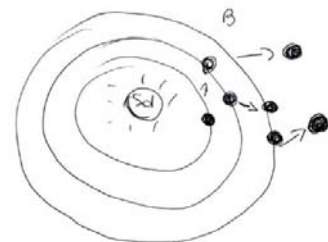
Presento a continuación los extractos más representativos de las respuestas dadas por los entrevistados a la Situación Física 3.

6.10.3.1. Lo que sucedería si quitáramos el Sol

Carlina estima que los planetas se moverían "para cualquier lado", aunque sin mayor fundamentación:

- E: Ah, y no sé, porque si los planetas giran alrededor del Sol no podrían seguir girando alrededor del Sol. Se quedarían quietos.
I: ¿Quietos, totalmente quietos?
E: No. Flotando. No se mueven como antes pero tampoco se deben quedar quietos. (Se moverían) para cualquier lado. ... este se puede ir para cualquier lado, se puede ir para acá y este para acá y estos igual, lo mismo, se pueden ir para cualquier lado.

Carlina, EGB, 13 años 11 meses



³⁷ Surgieron además modelos de sistemas planetarios "diferentes", en los que las concepciones que subyacen en ellos van más allá que la sola idea de gravedad o atracción, newtoniana o no: varios planetas compartiendo una misma órbita, Dios regulándolo todo, inercia circular, la Tierra como centro del Sistema, etc. Además, es posible resaltar, una vez más, la profunda concepción antropocéntrica que se evidencia en la gran mayoría de los entrevistados; antropocentrismo que toma diferentes formas: geocentrismo en la conformación del sistema planetario; teleología en lo que respecta a la razón de ser de muchas de las configuraciones del sistema, puestos para mantener la vida en la Tierra; solar-centrismo, por llamarlo de alguna manera, al pensar en que no hay más sistemas planetarios; etc. Por alejarse del tema específico de la presente Tesis, no presentaré estos extractos aquí; sin embargo, están en un todo de acuerdo con trabajos como por ejemplo Afonso López et alii (1995).

A diferencia de Federico, que da una explicación cercana a la newtoniana:

E: El más grande tomaría el espacio del Sol, porque ... la gravedad es la atracción de un cuerpo de mayor masa, y volumen creo, que atrae a un cuerpo de menor masa y volumen. Y entonces el cuerpo, en este caso el planeta más grande y de más masa, atraería a los demás.

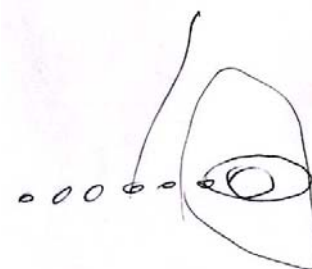
Federico, EGB, 13 años 07 meses

Jorge también explica lo que imagina con una visión muy cercana a la newtoniana:

E: ¡Nunca me había hecho esa pregunta! Supongo que perderán su centro de gravedad y empezarán a girar hacia cualquier lado.

I: ¿Se te ocurre de qué manera?

E: Creo que saldrían en línea recta porque no tienen un punto por el cual girar, digamos. Qué sé yo, (dibuja) y los otros saldrían para cualquier lado, con la Luna alrededor porque la Luna tiene el centro en la Tierra.



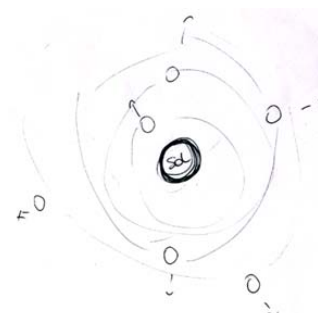
Jorge, No Esp., secretario, 31 años 08 meses

A Marina, como a muchos otros entrevistados, le preocupa el "desorden" que se produciría si se perdiera el centro de atracción o el "punto de referencia":

E: (...) Yo creo que hay una atracción, entre los cuerpos estos, entonces si sacás uno habría un disturbio, habría algo que cambia.

I: ¿Y cómo cambiaría?

E: No sé, si el recorrido, la cercanía, la distancia. Y, se (desordena) porque así pierden su centro. ...se alejan.



Marina, Docente EGB, 33 años 02 meses

En esta entrevista puede verse en funcionamiento el Principio de D'Alambert aplicado a la Dinámica del Sistema Solar; es decir, Germán imagina el movimiento orbital de los planetas a partir de dos fuerzas que se contrarrestan mutuamente: la gravitatoria y la centrífuga.

E: Y, si sacamos un elemento el sistema cambia, qué sé yo. Primero en la atracción que ejerce el Sol sobre los planetas. Esa estrella creo que ejerce una atracción, el movimiento de traslación y de rotación de los planetas constituye una fuerza, creo centrífuga en relación a la atracción que ejerce el Sol de esos planetas. Entonces creo que el equilibrio está dado ahí, entre la fuerza centrífuga que produce esos movimientos en relación a la fuerza centrípeta que ejerce el Sol sobre los planetas, creo que era algo así.

I: Bueno, si saco el Sol, ¿qué pasaría con el movimiento de los planetas?

E: Y, se dispersan. (...) Según creo, sí, en forma rectilínea.

I: ¿Todos para un mismo lado?

E: Depende de la órbita. No, se abrirían en radios, en distintos radios ... se abrirían cada uno de acuerdo a su propia lógica, ¿cómo te podría decir?, el planeta Tierra gira a una determinada velocidad con una determinada fuerza centrífuga, ¿sí?, el planeta Marte en otra órbita con otra fuerza, es una órbita distinta con otra fuerza, y bueno, respondería a la lógica de esa propia fuerza. Depende de su masa también, creo.

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 41 años 02 meses

Al explicar qué tipo de influencia es la que produce el Sol, Yolanda deja en claro que la gravedad es una propiedad casi exclusiva de la Tierra (lo que ya mostré en otros ejemplos):

I: Al principio de todo vos me decías que la gravedad es algo de la Tierra, la palabra gravedad, lo que ello significa, ¿se aplica también a los planetas y al Sol? ¿O la atracción esta que me contás es de otro tipo?

E: Y, no, yo diría que la atracción es otra, no es de gravedad.

I: ¿A qué cosas del universo se aplica lo que vos me describiste hoy de gravedad?

E: ¿A qué cosas del universo? Bueno, al planeta Tierra, por supuesto, y mínimamente a la Luna que también tiene fuerza de gravedad, (...) y después no sé si habrá algún otro planeta que tiene algo de gravedad, sinceramente no te lo sabría decir.

I: ¿Pero sí tienen algún tipo de atracción?

E: El Sol pienso que le da una ubicación a los planetas de acuerdo a lo que le transmite el Sol en sí.

I: ¿Se llamaría de alguna manera particular, o estará relacionado con algo que vos conozcas?

E: No, sé, la verdad que no sabría decirte.

Yolanda, Docente EGB, 41 años 08 meses

Finalmente, y como ejemplo representativo de otras varias explicaciones, con características antropocéntricas, Gloria expresa que variaría la energía y sería "terrible" la ausencia del Sol, al que no le asigna con seguridad ninguna función con respecto a la dinámica del sistema planetario:

I: ¿El Sol tiene algo que ver con este movimiento que hacen los planetas?

E: Y sí, he escuchado versiones que puede girar más cerca o menos cerca del Sol, también tiene que ver con los meridianos y los trópicos, todo tiene que ver, es muy complejo esto de la Astronomía.

I: Suponete que sacás el Sol, ¿qué pasaría con los planetas?

E: Se enfriarían (risas). Yo no sé si está íntimamente relacionado lo que es el movimiento del Sol con el resto de los planetas... Yo me imagino que desaparecería por empezar la energía, de la que disponemos, la energía solar y después el tema de la luz, que es tan importante, ¿no? Y, si no está el Sol quizás podrían seguir moviéndose en el mismo sentido.

I: ¿Pero con una órbita parecida?

E: No, podría ser otra órbita, podría ser un triángulo, otra figura geométrica. Quietos no.

I: Y habiendo sacado el Sol, ese movimiento que decís "coordinado", ¿estaría regulado por algo?

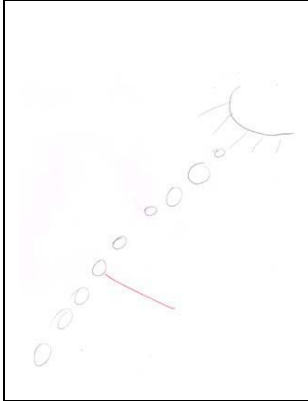
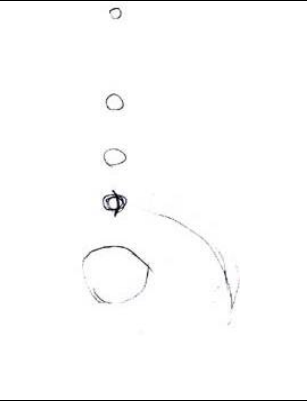
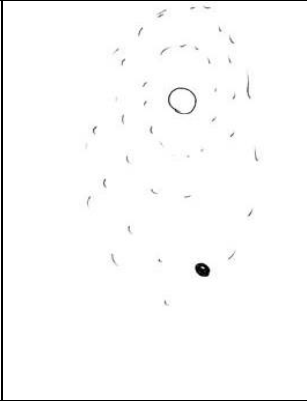
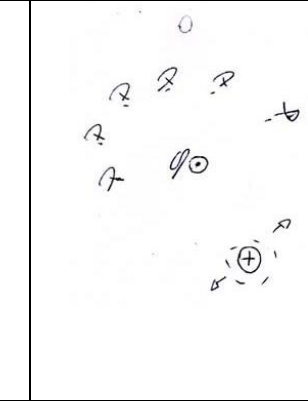
E: (...) Podría ser que los planetas fueran tan inteligentes que no necesitaran alguien que los coordine. Supongo que sí, que iban a necesitar una referencia, siempre se necesita un referente, ¿no?, creo que nada funciona si no hay un marco referencial. Y, podría ser otro planeta.

I: ¿De los mismos que ya existen?

E: Sí, u otro que apareciera, distinto. Pero me parece que si desapareciera el Sol sería terrible (risas), para mí el Sol simboliza muchas cosas.

Gloria, Docente EGB, 38 años 05 meses

Los siguientes dibujos acompañaban a explicaciones equivalentes a las anteriores:

			
Sonia, No Esp., 29:04	Ma. Luisa, DocEGB, 38:06	A. Teresa, Doc. EGB, 41:11	Adriana, No Esp., 40:09

"Lo que sucedería si quitáramos el Sol"

Dibujos correspondientes a explicaciones equivalentes a la del extracto anterior.

6.10.3.2. Lo que sucedería si quitáramos el "centro de atracción universal"

También se imagina un "centro de atracción" de rango universal, que define mucho de lo que pasa en el universo como un todo. Tampoco se le asigna a este centro la propiedad de la gravedad, por importante que éste sea; sin embargo, su ausencia también produciría caos y desorden.

En el extracto siguiente, Marcelina explica cómo imagina este centro universal y define la gravedad como una propiedad de la Tierra.

E: Tiene que haber un centro de gravedad más grande, que mantiene a la Tierra donde está.

I: ¿Y cuál sería ese centro de gravedad?

E: El centro del universo. La Tierra estaría acá (dibuja), vamos a suponer que el universo sería esto...

I: Indicá ese centro del universo dónde lo pondrías en este esquema.

E: (...) No, es tan infinito que no lo podría definir. ... No, sería esta raya, definirían el universo (indica el punto en el borde derecho del rectángulo externo)...

I: Suponete que sacamos este centro del universo, ¿qué pasaría?

E: Si vos sacás el centro, los planetas se cambiarían de lugar, estarían viajando sin ningún tipo de algo que los mantenga en algún lugar, como los cometas, estarían yendo, recorriendo...

I: Bueno, y cuando yo te preguntaba si le llamarías gravedad también a esto, vos decís que no, ¿la palabra gravedad entonces representaría tu primera definición sólo para la Tierra?

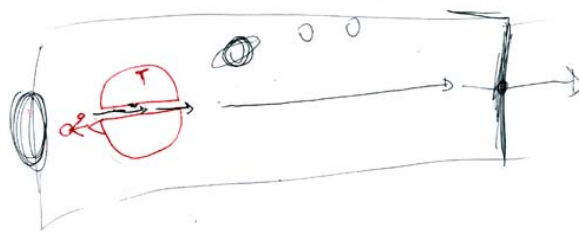
E: Exactamente, sólo para la Tierra.

I: ¿Y las demás cómo se llamarían?

E: No lo sé, no sabría cómo definirlo. No, porque no existe la gravedad, queda en el espacio.

I: Pero acá hay una atracción de este centro, hay una atracción del Sol, ¿qué características tiene, tendrá alguna característica parecida a la gravedad y alguna no?

E: Una característica que no tiene es esa atracción a que los objetos y las personas queden sobre la Tierra. La gravedad tiene un componente más fuerte que hace que las cosas caigan y no se queden suspendidas en el aire, al faltar la gravedad todo queda suspendido en el aire, pero no sé qué es, no lo sé definir.



Marcelina, No Esp., Lic. Cs. Políticas, 33 años 11 meses

Germán también imagina un centro universal, ubicado "donde se produjo el Big Bang":

I: Vos me decías que equivalente a esto en el universo sí debería haber un punto de esos...

E: Y, supuestamente...

I: ...¿dónde lo ubicarías? (hace referencia a un punto de referencia gravitatoria equivalente al centro de la Tierra)

E: (...) Como respuesta tonta te diría en donde se dice que se produjo el Big Bang, qué sé yo, pero no tengo ni idea de lo que es el Big Bang, pero... No, no porque no sé alrededor de qué giran las galaxias ni en qué sentido ni cómo.

I: Ahora, me decís recién que "las galaxias no sé cómo se moverán", ¿se están moviendo entonces?

E: Calculo que en el mismo sentido que se mueven los planetas alrededor del Sol, las galaxias se moverán alrededor, o con una relación parecida.

I: ¿Tendrán una especie de órbita también?

E: Sí, sí, tipo Vía Láctea, tipo...

I: ¿Y si tienen una órbita...

E: Sí, ¿alrededor de qué giran? Já, (...) y pero un punto, (...) tiene que haber una fuerza de concentración, sí existe algún punto...

Germán, No Esp., Lic. Psicología, 41 años 02 meses

6.10.4. Síntesis general de las Visiones de Mundo en funcionamiento

Finalmente, doy a continuación, en las dos páginas que siguen (Tabla 6.5 y Tabla 6.6), una síntesis grupal de lo relevado en las tres situaciones físicas planteadas a los entrevistados.

Es decir, ambos cuadros de síntesis caracterizan al grupo formado por los treinta y dos (32) entrevistados, y pueden considerarse una buena visión de conjunto de lo que sería representativo de la visión de mundo de conjunto de la Comunidad a la que los mismos pertenecen.

Cabe destacar que no hubo ningún entrevistado que pusiera en evidencia una visión newtoniana de la gravedad a través de la totalidad de situaciones planteadas durante su entrevista.

Como mostraré en el próximo punto 6.11, sí es posible encontrar prácticamente en todas las visiones de mundo relevadas, sin excepción, al menos algún elemento cercano al conocimiento científico, lo que permitiría proyectar a futuro acciones didácticas tendientes a la construcción de una visión de mundo newtoniana.

LAS VISIONES DE MUNDO EN FUNCIONAMIENTO (PARTE 1)

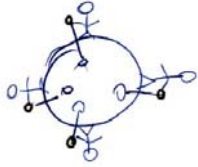
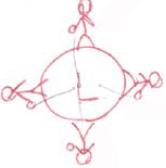
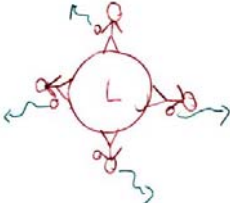
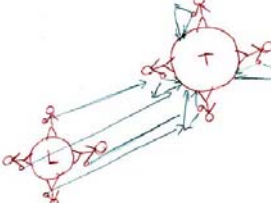

Situación planteada	Contexto espacial	Visión de mundo de los entrevistados			Visión de mundo newtoniana
		Dibujo más representativo	Explicación más representativa	Comentarios	
SITUACIÓN FÍSICA 1 Soltar una piedra	En la Tierra		"Hacia la Tierra, hacia el suelo, y queda sobre la Tierra, o sobre el agua, donde caiga".	El grupo como un todo en el estadio V de la clasificación de Nussbaum, satisfactoria desde lo científico.	<p>La piedra, inicialmente liberada en reposo, se moverá radialmente hacia el centro del planeta quedando sobre su superficie, o bien de acuerdo con la dirección del campo gravitatorio local.</p>
	En la Luna	 Hay gravedad débil.	"...debe ser por la diferencia (de tamaño) que hay entre la Tierra y la Luna ... mayor tamaño hay más gravedad".	<p>En la gran mayoría de los casos no se asigna gravedad a la Luna en sí misma, reforzando la idea de que la gravedad es una propiedad exclusiva del planeta Tierra.</p>	
		 No hay gravedad.	"Porque no hay gases". "Porque no gira sobre sí misma". "Porque no tiene núcleo". "Porque es diferente a la Tierra".		
		 La gravedad terrestre actúa en la superficie lunar.	"(las piedras) Irían en dirección a la Tierra. Y las otras (las de la Tierra) lo mismo. ...supongo que tardarán más en el que está más alejado de la Tierra".		
En el espacio abierto	 Se quedan flotando o son atraídas por algún centro de atracción.	"...se va a cualquier lado". "Se mantiene flotando, porque no hay gravedad". "...esa piedra estaría sometida a la fuerza de ese campo, ...si la suelta en la órbita de alguno de los planetas va a ser atraída por esa fuerza".	En la gran mayoría de los casos se considera que en el espacio no hay gravedad. En algunos pocos casos, se imagina la influencia de centros de atracción lejanos.		

TABLA 6.5

Síntesis grupal comparativa entre la forma de ver distintas situaciones físicas desde la visión de mundo de sentido común relevada en esta Tesis y desde una visión de mundo newtoniana.

LAS VISIONES DE MUNDO EN FUNCIONAMIENTO (PARTE 2)



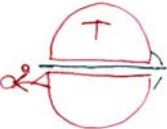
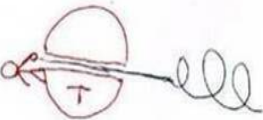
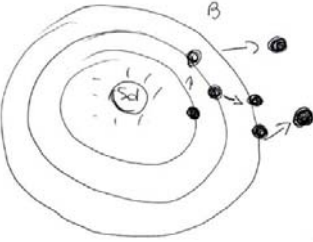
Situación planteada	Contexto espacial	Visión de mundo de los entrevistados			Visión de mundo newtoniana
		Dibujo más representativo	Explicación más representativa	Comentarios	
SITUACIÓN FÍSICA 2 Soltar una piedra a través de un túnel pasante por el núcleo	En la Tierra	 <p>Se queda oscilando.</p>	"Va a volver a pasar y va a volver a atraerse ... va a estar yendo y viniendo".	Explicación correcta desde la visión newtoniana.	La piedra, inicialmente liberada en reposo, se moverá a través del túnel que cruza el planeta por su centro, y permanecerá (sin roce) en un movimiento pendular (armónico simple) para siempre.
		 <p>Se queda en el centro.</p>	"...por la fuerza de atracción iría hasta el centro de la Tierra".	Explicación también considerada correcta.	
		 <p>Se queda del otro lado.</p>	"...una vez que pasa de largo, cae sobre la tierra".	Corresponde al estadio IV en la clasificación de Nussbaum.	
		 <p>Se queda flotando, se va hacia el espacio o a otro planeta.</p>	"...rompió el núcleo, no hay atracción y se quedará flotando o se irá a otro centro de atracción".	Se supone la falta de gravedad en el túnel o en el espacio; en algunos pocos casos la piedra es atraída por otro centro de atracción	
SITUACIÓN FÍSICA 3 Quitar el centro de atracción (núcleo, Sol, etc.)	En el Sistema Solar		"Se moverían para cualquier lado". "El más grande tomaría el espacio del Sol". "Creo que saldrían en línea recta porque no tienen un punto por el cual girar".	La gravedad se asigna sólo al planeta Tierra; las demás pueden ser atracciones pero no se las designa como gravedad. Explicaciones similares se dan para lo que sucedería si se quitara un centro de atracción equivalente a nivel universal.	Cada cuerpo inicialmente afectado por la gravedad del centro de atracción, comenzaría a moverse afectado por otros cuerpos (planetas mayores, otras estrellas, etc.), y podría ser capturado en órbitas cerradas o seguir en movimiento indefinidamente.

TABLA 6.6

Síntesis grupal comparativa entre la forma de ver distintas situaciones físicas desde la visión de mundo de sentido común relevada en esta Tesis y desde una visión de mundo newtoniana.

6.11. UNA NUEVA CONCLUSIÓN IMPORTANTE: LA INTERSECCIÓN NO ES VACÍA

Luego del análisis realizado a partir de las tres situaciones físicas propuestas a los entrevistados (soltar una piedra en la Tierra y en el espacio abierto; soltar una piedra a través de un túnel que pasa por el centro de la Tierra; quitar el centro de atracción en el Sistema Solar y en el universo en general), surgen algunas consideraciones que me permiten modificar las conclusiones parciales expuestas en el punto 6.8., en donde expresaba que prácticamente no había intersección alguna entre la visión de mundo asociada a una Teoría de Sentido Común, algunas de cuyas presuposiciones podían conocerse a través de la investigación realizada, con una visión de mundo asociada a la Teoría Newtoniana de la gravedad y de la Dinámica en general.

Lo que surge de este nuevo análisis es que tal intersección no es vacía; muy por el contrario, presenta varios núcleos conceptuales fuertemente anclados en la visión de mundo de sentido común que podrían considerarse elementos también propios de una visión de mundo científica construida a partir de una concepción newtoniana de la gravedad.

Los núcleos conceptuales que pertenecen a la intersección de ambas visiones de mundo son los siguientes:

- ⊕ Propiedades geométricas de la gravedad terrestre.
- ⊕ Existencia de gravedad en la Luna.
- ⊕ Núcleos o centros de atracción asociados a la gravedad.
- ⊕ Sensación de flotar en el espacio.

La siguiente figura sintetiza lo expuesto:

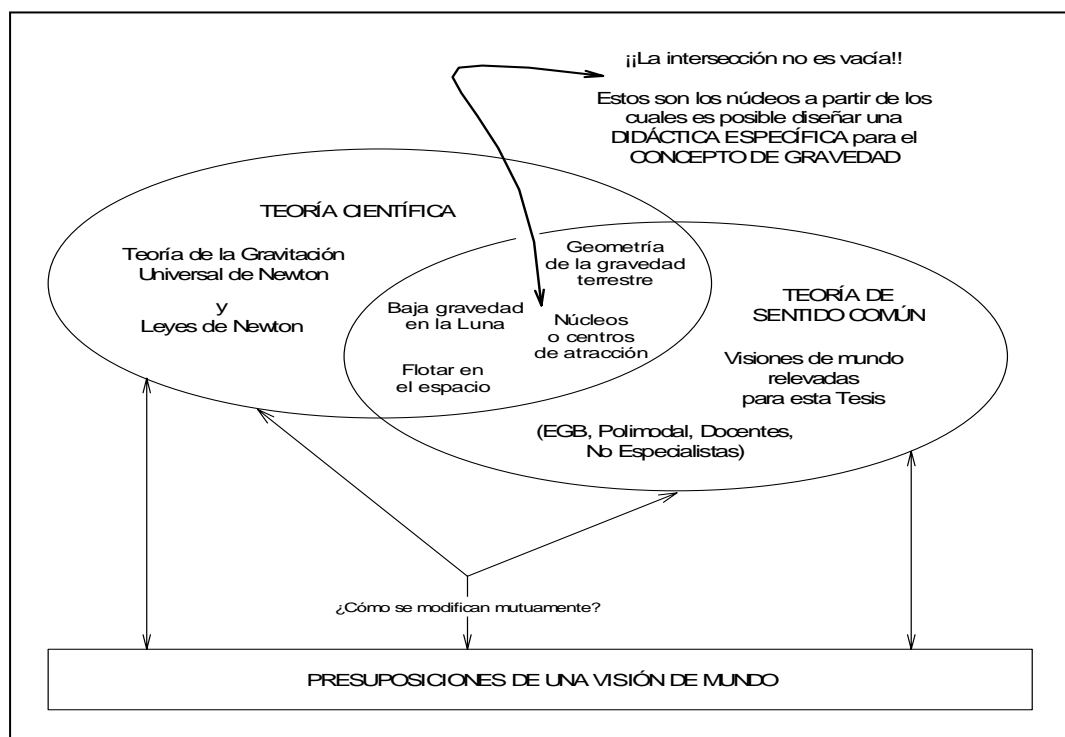


FIGURA 6.4

Una intersección no vacía entre el Conocimiento Científico y el Conocimiento de Sentido Común puesto en juego durante las situaciones físicas planteadas

Por último, comentaré algunos aspectos importantes sobre estos núcleos de intersección entre ambas visiones de mundo:

- ⊕ Más allá de inestabilidades individuales y más allá también de sus edades, género y profesiones, puedo caracterizar al grupo de entrevistados como un todo en el estadio V de la clasificación de Nussbaum. En este estadio se considera que las personas tienen una concepción de la gravedad terrestre, al menos en lo que respecta a sus propiedades geométricas, satisfactoria. Esta afirmación posibilita que la geometría de la gravedad terrestre puede servir de subsumidor, en términos ausubelianos, para el trabajo didáctico sobre la geometría de la gravedad en general, más allá de la terrestre.
- ⊕ Si bien no todos, una parte del grupo entrevistado considera que en la Luna hay gravedad, de menor intensidad que en la Tierra. Aunque las causas asignadas a esta gravedad más débil no sean satisfactorias desde la visión newtoniana, cruzar la frontera de la atmósfera terrestre como límite (que podría considerarse ontológico) de la existencia de la gravedad es ya un primer paso importante para pensar proyecciones didácticas futuras.
- ⊕ La mayoría de los entrevistados asocia la gravedad y más aún algún tipo de "atracción" a centros o núcleos. Si bien esta idea es aún muy difusa, al menos respeta la propiedad de la gravedad newtoniana de ser un campo central, producido por una masa puntual o de simetría esférica, sea esta masa central un planeta, una estrella o el centro de la galaxia. En cuanto a la causalidad de la gravedad newtoniana, esta idea difusa también es importante ya que da por hecho, de alguna manera, que la gravedad tiene una causa asociada a un centro, aunque en ese centro no siempre haya una masa.
- ⊕ Por último, la sensación de "flotar" en el espacio, si bien asociada a la no existencia de gravedad en ese entorno espacial, puede considerarse prácticamente igual a lo que se percibiría en la realidad, aunque su explicación responde a lo que se denomina la "libre flotación gravitatoria", útil tanto a una visión newtoniana como einsteniana de la gravedad.

Así, ambas visiones de mundo, la científica y la de sentido común, nuevamente consideradas como conjuntos de presuposiciones, tienen una intersección significativa la cual nos brindará una base sólida para futuras investigaciones en Didáctica de la Física y la Astronomía a partir del concepto de gravedad y de la visión de mundo asociada.

En el próximo Capítulo discutiré algunas de estas posibles proyecciones.

TERCERA PARTE

**DE LAS PROYECCIONES
Y CONCLUSIONES**

CAPÍTULO 7

REFLEXIONES Y PROYECCIÓN DIDÁCTICA

La frontera de construcción conceptual es esa especie de "filtro" que existe entre el fenómeno físico y la conceptualización que de él hace una persona: los mismos fenómenos (un cuarto creciente, por ejemplo) pueden ser sentidos, explicados y significados de maneras casi totalmente diferentes por distintas personas y por distintas culturas (mayas, griegos, nosotros...).

Es muy importante destacar que esa "frontera" de ningún modo es una "cortina de hierro", sino que es una zona de libre y permanente tránsito, en un proceso iterativo de larga duración. Hay que destacar enfáticamente que, tal como se observa en el esquema de la Figura 1, para que ese libre tránsito tenga lugar, los niños deben pasar, como condición necesaria, por la zona de vivencias directas. Es decir, la enseñanza de la Astronomía en EGB debe necesariamente tener una etapa inicial, y muchas más a futuro, de observaciones directas de los fenómenos astronómicos. Con el tiempo, sistemática y gradualmente, se podrán construir esquemas conceptuales tan complejos como se quiera y como se pueda; no hay límites a priori...

¿Qué contiene esa frontera entonces? Pues bien, allí radica todo lo que nos identifica como cultura (urbana, de transición, de fin de siglo, de occidente, planetaria, etc.); allí radica esencialmente aquello de "los anteojos con los que accedemos a ver la realidad física". La construcción conceptual deseada, nuestro horizonte, estará de acuerdo con la estructura de esa frontera, hecha por la visión que la Astronomía actual tiene del universo y por la visión que la Psicología, la educación, la Historia, etc., tienen del Hombre y de su vida en sociedad (es posible decir que si cambiáramos la frontera, estaríamos viviendo en otro universo...). Además, en la frontera están todos aquellos presupuestos que nos mueven a plantear una propuesta didáctica como la presente.

Es claro que este esquema necesita de algunas precisiones para ser utilizado adecuadamente en esta Tesis, aunque su concepción y fundamentación no hayan variado su esencia.

Ante todo, y acorde con mi concepción del Aprendizaje, cabe destacar que *el centro del esquema* ya no serán los niños únicamente sino que *es todo aquel que aprende*, independientemente de su edad, cultura, etc. Claro que entonces muchas variables de las acciones educativas tendrán que ajustarse dependiendo de las características particulares de quien aprende.

Por último, una corrección importante a aquel esquema es que será utilizado en esta Tesis exclusivamente para comprender el conjunto de conceptos que tienen los entrevistados en lo que respecta a gravedad, y de sus visiones de mundo asociadas a este concepto. Analizaré esta reformulación en el apartado siguiente.

7.2. LA "FRONTERA DE CONSTRUCCIÓN CONCEPTUAL" Y EL CONCEPTO DE GRAVEDAD

La Figura 7.1 muestra la adaptación realizada al esquema de la Frontera de Construcción Conceptual (de aquí en más FCC) para su utilización en el estudio del aprendizaje del concepto de gravedad.

El proceso que debe vivir una persona para el aprendizaje del concepto de gravedad tiene dos importantes fuentes de influencia externa (fruto de su relación con Lo-Otro, según lo desarrollado en el Capítulo 6):

 ***Las vivencias directas en el entorno natural.***

 ***Lo educativo y cultural en el mundo social al que pertenecemos.***

Según el modelo propuesto por la FCC, no existe ningún proceso de aprendizaje que no transite por la zona de influencias externas. Es decir, en todos los procesos de aprendizaje (científicamente correctos o no) todas las personas interactuamos con el entorno natural y con el entorno socio-cultural sin excepción y, lo que es más importante para comprender este modelo, sin elección. No tenemos opción alguna de elegir si vivimos o no afectados por la gravedad, o si deseamos o no, por ejemplo, oír hablar a los demás sobre la gravedad, el peso, etc., es decir, no tenemos opción a no tener influencias socio-culturales.

7.3. SOBRE LA DINÁMICA DE LA FRONTERA DE CONSTRUCCIÓN CONCEPTUAL APLICADA A LA GRAVEDAD

El modelo de explicación que ofrece la FCC no es estático, muy por el contrario: es una forma dinámica de concientizar de qué manera se desarrolla el proceso de aprendizaje, y esto le es útil tanto a quien aprende como a quien va a intervenir en el proceso de otros, es decir: los educadores.

La zona de influencia directa del medio natural y del medio socio-cultural sobre quien aprende está siempre, es ineludible, y para comenzar a construir los aprendizajes hay que pasar por ella indefectiblemente. ¿Qué sucede una vez que se cruzó la FCC por primera vez?³⁹ Pues bien, se la continuará cruzando en uno y otro sentido. El proceso no termina nunca, es para toda la vida, nunca dejamos de aprender, pero nunca aprendemos "repetido". Se da un proceso iterativo de larga duración en el que una vez que se aprendió significativamente algo (el concepto de gravedad, en este caso) lo natural y lo socio-cultural son nuevamente vividos pero resignificados. Nunca se ve del mismo modo algo que ya fue aprendido antes, ya que la FCC se cruza ahora hacia adentro, para vivir nuevamente experiencias en el mundo natural y en el mundo socio-cultural las que aportarán nuevos elementos a la estructura conceptual primigenia, diferenciando conceptos, integrando otros y extendiendo la potencia explicativa de la visión de mundo construida más y más. ¿Hasta cuándo? Hasta el final de nuestra vida, nunca dejamos de aprender significativamente.

Este proceso de entrada y salida iterativo a través de la FCC nunca es reiterativo (recuerde el Lector la imagen del río de Heráclito). Nunca somos los mismos una vez que aprendimos algo, nunca vemos el mundo exactamente igual que antes, porque los aprendizajes logrados por la genuina interacción de la persona con el medio natural y con el medio socio-cultural son siempre aprendizajes significativos. Y cabe destacar que esta afirmación, en la que creo fervientemente, no significa que esos aprendizajes hayan coincidido con el conocimiento científico de la época (gracias a que en general no es así es que existieron corrientes de investigación educativa como la ya citada sobre Concepciones Alternativas, que estudiaba aquellas concepciones altamente significativas para las personas aunque no coincidentes con el conocimiento científico).

¿En dónde entramos en juego los educadores? En principio, el papel de los educadores está focalizado en dos instancias en este largo proceso.

La primera instancia es que somos una parte importante en la construcción social de la FCC. Es decir, nuestro trabajo en las instituciones educativas, en los medios de difusión, en la Comunidad en general, contribuye a que, muy lentamente pero efectivamente, lo subyacente con relación al concepto de gravedad pueda ir cambiando hacia una concepción más cercana a la visión newtoniana (en principio) y quizás con el tiempo hacia una concepción en la que el Espacio-Tiempo de Einstein sea el protagonista.⁴⁰

³⁹ Podría preguntarse cuándo se cruza por primera vez en la vida la FCC. Justamente lo que quiero resaltar es que tanto como no se deja jamás de aprender (de cruzar la FCC en forma iterativa), hasta nuestra muerte, la respuesta a tal pregunta quizás sea que comenzamos a aprender tan temprano como antes de nacer, en el vientre materno, tal como lo sabemos por experiencia personal los padres y madres en cuanto a los sonidos que reconocen nuestros hijos, etc. Debe recordarse que los aprendizajes a que hago referencia con esta herramienta son todos los aprendizajes, cualquiera de ellos en la vida de una persona, sean científicos, de sentido común, sensoriales, etc.

⁴⁰ ¿Es ingenuo pensar así? Quizás, pero aunque no creo que la Educación todo lo puede, es claro que hoy la Sociedad (como un todo, no ya algunos de sus individuos en forma aislada) no cree en la Generación Espontánea, ni en la Novena Esfera Celeste, ni en los dioses de las tormentas.

La segunda instancia es más puntual y concreta, y podría estar incluida en la anterior. Somos los educadores quienes interactuamos día a día con los chicos (con quien aprende en general en instancias formales) y por esto es posible que a través del diseño de unidades didácticas adecuadas, cuidando de que al menos en el ámbito de las instituciones educativas los chicos interactúen con el mundo natural de una determinada manera y accedan a informaciones, textos y lenguaje cuidados, podremos contribuir a que las influencias de ambos entornos posibiliten cruzar una Frontera diseñada conscientemente y no como lo que ocurre hoy que no se comprende muy bien qué elementos forman la Frontera real de cada día (lo que en particular da sentido a investigaciones como la realizada para esta Tesis).

7.4. LA FRONTERA DE CONSTRUCCIÓN CONCEPTUAL COMO UNA HERRAMIENTA DE METACOGNICIÓN

¿Cuáles serían entonces las funciones específicas de la Frontera de Construcción Conceptual? La FCC serviría como una especie de "memoria", de registro histórico de cómo se ha desarrollado la relación entre el Sí-Mismo y Lo-Otro de cada persona a lo largo de su vida.

La interacción de un individuo con el entorno natural y con el entorno social se da siempre en un proceso iterativo a través de esa Frontera; por esto, si pudiéramos "expandirla" y analizar "de qué está hecha", podríamos recuperar su historia de vida, la que en definitiva es una historia de aprendizajes y, yendo específicamente a lo que compete a este trabajo de investigación, una historia de aprendizajes conceptuales relacionados al concepto de gravedad.

Para los educadores, poder conocer qué es lo que comprende la FCC de nuestros alumnos sería satisfacer aquella condición requerida por prácticamente todas las teorías del aprendizaje, pero en especial por la de Ausubel: "conocer lo que el alumno ya sabe". Así, dispondríamos de un diagnóstico mucho más completo que el recomendado a partir del Movimiento de Concepciones Alternativas, cual era diagnosticar las "ideas previas" en cierto campo conceptual. Con la FCC podríamos comprender no sólo las ideas previas de los alumnos, ya que las subsume, sino también podríamos comprender muchas otras variables psicológicas, afectivas, sociales, etc., que influyen fuertemente en cualquier proceso de enseñanza/aprendizaje pero que en general no son tenidas en cuenta, por distintas razones.

Además, el reconocimiento de la Frontera de Construcción Conceptual nos serviría también para tomar autoconciencia ("insights") de cómo fue nuestro propio proceso de formación; se convertiría así en una herramienta muy útil para los educadores en cuanto investigadores de su propia práctica brindándoles elementos para una reflexión sobre sí mismos: una herramienta para la "metacognición".

Este proceso de metacognición es indispensable para que, por ejemplo, iniciemos un proceso para modificar nuestras propias visiones de mundo, lo que sería un requisito básico ante la exigencia de dictar nuevos temas en la práctica docente cotidiana, o para desarrollar un trabajo tutorial sobre otros docentes, para comenzar un camino en la investigación, etc.

7.4.1. La expansión de la FCC de una docente de EGB

Para clarificar lo expuesto antes, tomaré una de las entrevistas realizadas a una docente de EGB: la correspondiente a María Mercedes (Nº21, DOC_09). Elegí este caso a modo de ejemplo focalizando el interés en su rol docente y en la variedad y claridad de ideas que expuso durante su entrevista.

María Mercedes, de 46 años y 7 meses al momento de la entrevista, es oriunda de Esquel, es casada y con hijos. Su título es Maestra Normal Superior, recibida en Esquel cuando existía aún la Escuela Nacional Normal Superior "República de Costa Rica" (con cuatro niveles: pre escolar, primario, secundario y terciario). En la época de la entrevista, María Mercedes trabajaba en 6º año (EGB2) en Ciencias Naturales (la transcripción de esta entrevista se adjunta en el Anexo en papel y en CD).

Expandir la FCC de María Mercedes tiene básicamente dos etapas: la primera, a partir de relevar las relaciones entre conceptos y las imágenes vertidos por ella durante la entrevista, análisis que en parte ya fue presentado en el Capítulo 6 (aunque en el mismo no expuse la totalidad de las características de las concepciones de esta docente); la segunda, es "dar por hecho" que ciertas sensaciones, pensamientos, etc., expresadas por personas psicológica y vivencialmente equivalentes a María Mercedes (otros docentes y otros adultos), también la representan a ella ⁴¹, aunque ella misma no las haya expresado explícitamente, como por ejemplo saber que ha estado embarazada y ha vivido la sensación de saltar un lomo de burro, aunque ella no nombró ninguna de las dos situaciones durante la entrevista.

Quien aprende (quien vive), María Mercedes en este caso, ha estado a lo largo de su vida en interacción permanente con el entorno natural gravitatorio a través principalmente de la sensación del peso (propio y de objetos) y de la sensación de "caída libre". Asimismo, ha estado en interacción con el entorno social relacionado con el concepto de gravedad, principalmente a través de los medios educativos y de divulgación, como así también (y con certeza dada su edad) con imágenes en las que aparecen los astronautas, considerados autoridades a los fines de la comprensión de este concepto y de la construcción de una visión de mundo gravitatoria. Es decir, María Mercedes ha interactuado con estos entornos y de esa interacción han quedado registros en su FCC (la mayoría inconscientes, pero emergentes a través de una investigación sobre su visión de mundo).

Su educación formal (primaria y secundaria), su formación como docente (terciaria de nivel nacional), el estudio de libros escolares y la recepción de informaciones por los medios de difusión, las sensaciones en sus embarazos y en el andar natural por nuestra zona geográfica (lomos de burro, caídas, etc.) son algunos de los registros que pertenecen a su "historia gravitatoria".

¿Qué elementos de una visión de mundo asociada a la gravedad fue construyendo María Mercedes a partir de estas huellas en su FCC? Algunos elementos de su visión de mundo con relación a la gravedad relevados por la presente investigación pueden sintetizarse así:

- María Mercedes tiene una imagen de la gravedad terrestre asociada principalmente a los efectos de la misma sobre los objetos en la superficie terrestre (relacionado esto, aunque no exclusivamente, con el peso de esos objetos). Su concepción es adecuada científicamente en lo que respecta a las características geométricas (forma esférica, cielo esférico a su alrededor sin límites y gravedad radial dirigida al centro de la Tierra), lo que corresponde al estadio V de Nussbaum.
- Sin embargo, su concepción de la gravedad más allá de la superficie terrestre no puede ser asimilada a una visión de mundo newtoniana ya que considera que la atmósfera es un límite para la influencia de la gravedad terrestre, y que en la Luna y en el espacio en general no existe la gravedad.
- Intenta explicar las causas de la gravedad con una perspectiva espacial local (topocéntrica), y asigna tales causas al núcleo del planeta, sin especificar por cuál propiedad éste produce la gravedad; asimismo, aunque en menor medida, asigna la causa de la gravedad a la existencia de atmósfera. Considera también que en el universo puede haber otros centros de atracción (Sol, planetas, estrellas, etc.), aunque tales atracciones no sean de naturaleza gravitatoria.
- Comenta que el estado de movimiento natural de los cuerpos en el universo, en el hipotético caso de no estar afectados por ninguna acción externa, estaría determinado por una especie de inercia (continuar con el movimiento que antes tenían) hasta el momento en que se detengan (sin explicitar por qué causa podrían o deberían detenerse); también comenta que un estado de movimiento posible sería estar "a la deriva", sin rumbo fijo.

⁴¹ En un mecanismo similar al utilizado por Piaget para preguntar a los chicos diciendo "un chico me dijo..." y también utilizado por investigadores sobre el concepto de gravedad (Vosniadou, 1992; entre otros).

- Finalmente, María Mercedes da por descontado que la gravedad puede ser bloqueada, definiendo zonas sin gravedad, ya sea con dispositivos tecnológicos o bien a través de la modificación de la composición o densidad de los gases del lugar en cuestión (su atmósfera). Imagina con una sensación placentera la posibilidad de estar en una región sin gravedad, quizás por contraposición a su recuerdo displacentero de juegos en los que se veía afectada por bruscos cambios de movimiento, asociados por ella a cambios en la gravedad (juegos en parques de diversiones).

La Figura 7.2 sintetiza lo anterior, mostrando la relación existente entre el entorno natural y socio-cultural, la FCC expandida (representada por la zona gris, en la que se indican las "huellas" o registros) y los elementos de la visión de mundo de María Mercedes relevados en este estudio.

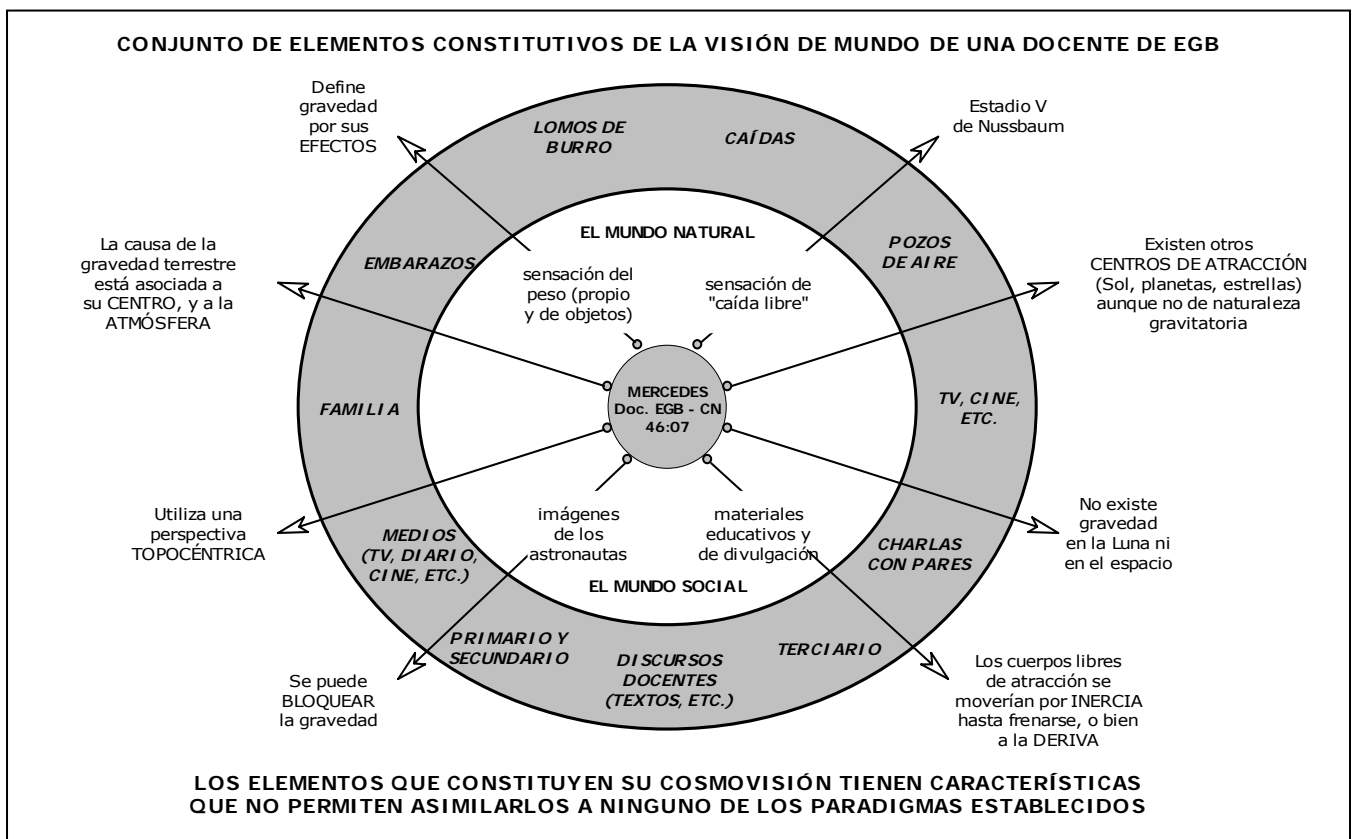


FIGURA 7.2
Síntesis de la visión de mundo gravitatoria de María Mercedes (Docente de EGB en Ciencias Naturales)

Este conjunto de presuposiciones (Kearney, 1984), relevado a partir del presente estudio, permite componer una visión de mundo que tiene muy pocos puntos de contacto con la visión de mundo científicamente aceptada (newtoniana), ya que, excepto la categorización dentro del Estadio V de Nussbaum, el resto de las concepciones relevadas contienen elementos mezclados de distintas formas de ver el mundo.

Estos elementos podrían relacionarse con las visiones de épocas históricas tales como la del período aristotélico, cuando la gravedad se asociaba al movimiento natural en un espacio no isótropo, o a la época pre galileana, cuando la gravedad se asociaba a los efectos del peso, etc. Nótese sin embargo, que el límite espacial de la acción gravitatoria puesto en la atmósfera no corresponde a ningún momento histórico, ya que lo que hasta prácticamente la época de Newton marcaba el límite espacial era la esfera de la Luna; la atmósfera podría relacionarse con el "horror al vacío", concepción aristotélica que perduró hasta bien entrada la época de Galileo (Koyré, 1980).

Un análisis similar al realizado como ejemplo con la entrevista de María Mercedes puede hacerse con el resto de las personas entrevistadas. De ser así, podríamos identificar cuáles han sido las "huellas" que resultaron de la interacción que tuvieron en sus vidas con Lo-Otro (los entornos), de lo cual guarda memoria la FCC de cada uno de los individuos (este análisis, focalizado sobre otros aspectos, ya fue presentado en los puntos 6.10 y 6.11 de esta Tesis).

La muestra elegida para esta investigación incluyó personas de ambos géneros, de distintas edades (entre 13 años y casi 56 años), de distintas profesiones, trabajos, etc. Sin embargo, todos ellos son pobladores de Esquel, argentinos, formados en el sistema educativo tradicional (con más o menos variantes), y con influencias sociales y culturales muy similares.

Por esto, era de esperarse, a priori, que el conjunto de elementos relevados de las visiones de mundo de cada uno de ellos tuviera muchos puntos de contacto con los elementos de las visiones de mundo del resto de los entrevistados considerados en conjunto (lo que es parte de lo formulado en la Hipótesis de trabajo de la Tesis, punto 5.2).

Así, podríamos realizar ciertas afirmaciones y conclusiones (expuestas con mayor detalle en el Capítulo 8), las que trascenderán a las personas en forma individual para caracterizar al grupo como un todo, lo que será una buena proyección de la visión de mundo social, compartida, asimilable a la representación social que esta Comunidad posee sobre la gravedad.

En este sentido, las conclusiones parciales recién comentadas con respecto a la visión de mundo gravitatoria de María Mercedes, no difieren en mucho de lo que podría comentarse sobre las demás visiones de mundo del resto de los entrevistados.

Presento a continuación una síntesis general de los principales elementos relevados correspondientes a las visiones de mundo con relación a la gravedad de cada uno de los entrevistados.

7.4.2. Síntesis general de los elementos que forman las distintas visiones de mundo

La Tabla 7.1 de la página siguiente muestra esta información, explicitándose allí las categorías utilizadas para la realizar la clasificación presentada.

PERSONAS ENTREVISTADAS				VARIABLES DEL ESTUDIO							
DATOS DE LAS ENTREVISTAS				DEFINICIÓN		ESTADIO NUSSBAUM	CAUSAS DE GRAVEDAD	ASTRONÓMICA		CAMPO GRAVIT.	
Nº	GR.	NOMBRE	EDAD	PROP.	REF.			CENTRO	MOVIM.	ESPACIO	MODIF.
01	EGB	Carlina	13:11	F	T	∇	A	L	D	N	B
02		Eugenia	13:09	F Y	X	4 ∇		L	D	N	B
03		Nicolás	13:06	F	X	4 ∇	A C M	S	D	N	B
04		Luisa	13:06	Y		4 ∇	C		D	N	B
05		Federico	13:07	F	X	∇	C	S J	Rb	N	
06		Javier	14:07	F	T	∇	A		D	N	B
07	POL	Noelia	18:02	P	T	4↓ ∇	P	Fi	D		
08		Héctor	17:05	F	X	4↓ ∇	C	S L	D I		B
09		Rut	18:03	F	X	4↓ ∇	A	R	D	N	
10		Marcos	19:06	F	T	∇	P R	J R	D	N	B
11		José	17:05	F	X	∇	A C M	S	D I	N	B
12		Natalia	18:01	F	X	∇	A C	S J	D	N	B
13	DOCB	Graciela	37:09	F	T	↓ ∇	P		D		B
14		Marina	33:02	F	X	∇	A C	L	D	N	B
15		Ma. Luisa	38:06	F	X	4 ∇	A C	S	D	N	B
16		Claudia	30:07	P	T	4 ∇	C M	J	D	N	B
17		Verónica	30:03		X	↓ ∇	A	S J	D I	N	B
18		Gloria	38:05	F	T	∇	C	J	D	N	B
19		Diana	30:05	F	X	∇	C	S J	D I	N	B
20		Ana Ter.	41:11	P	T	∇	C		D	N	B
21		Mercedes	46:07	F	T	∇	A C	S J	D I	N	B
22		Yolanda	41:08	F Y	X	∇	A C	S L	D	N	
23	NOSP	Sonia	29:04		T	↓ ∇	A		D	N	
24		Jorge	31:08	F	T	∇	A C	S L	D I	N	B
25		Adriana	40:09		T	↓ ∇	A		D	N	B
26		Jaime	40:06	F	T	∇	A C	S J	D	N	B
27		Rosalía	37:07	F	T	↓ ∇	A C M		D	N	B
28		Elsa	53:11		T	↓ ∇	R	S J R	D	N	B
29		Miguel	55:10	F	X	∇	A C	S L J	D	N	B
30		Marcelina	33:11	F	T	↓ ∇	A C	O S L J	D	O N	B
31		Omar	43:03	F Y	X	∇	A C	S L J	D I	N	B
32		Germán	41:02	F	T	∇	C R	O S L J	I O	O	B

CATEGORÍAS DE LA CLASIFICACIÓN

En **Definición de la gravedad** (Propiedades y Referencia espacial)

- F Define gravedad por sus efectos (en algunos casos, las fuerzas).
- Y Define gravedad por la necesidad de apoyo de los objetos.
- P Define gravedad como algo propio de los cuerpos, habitualmente con relación a su Peso.
- T Indica la utilización de un sistema de referencia local Topocéntrico.
- X Indica la utilización un sistema de referencia espacial, externo.

En **Estadio de Nussbaum**

- ∇ Estadio V de la clasificación (Tierra esférica, cielo esférico ilimitado, dirección de la gravedad hacia el centro de la Tierra).
- 4 Incorpora elementos del Estadio IV (las piedras quedan en las antípodas).
- ↓ Incorpora elementos del Estadio III (las piedras salen del túnel y se van al espacio).

En **Causas de la gravedad**

- Indica la respuesta considerada correcta (la MASA es la causa de la gravedad).
- A Indica que la causa de la gravedad es la Atmósfera.
- C Indica que la causa de la gravedad está focalizada en el Centro (o núcleo) del planeta.
- R Indica que la causa de la gravedad es la Rotación del planeta.
- M Indica que la causa de la gravedad es el Magnetismo.
- P Indica que la gravedad es algo propio de los cuerpos (relacionado con el Peso).

En **Gravedad astronómica** (Otros centros de atracción y Estados de movimiento)

- Indica la respuesta considerada correcta (existe gravedad en la Luna; la dirección de la gravedad local es hacia el centro del Sol o de otro cuerpo de masa mayor).
- L Indica que en la Luna hay un poco de gravedad, aunque por causas no correctas.
- S Indica que el Sol ejerce algún tipo de atracción, aunque no necesariamente gravitatoria.
- J Indica que otros cuerpos pueden ejercer atracciones en el Sistema (Júpiter, etc.).
- O Indica que existe un centro gravitatorio universal.
- Fi Define gravedad con argumentos teleológicos (Finalistas).

- D Indica que la piedra/planeta se queda ahí, flotan o se mueven a la Deriva.
- Rb Indica que la piedra o el planeta realizará algún tipo de órbita.
- I Indica que el planeta se mueve igual que antes, por Inercia (lineal o circular).
- R Indica la existencia de gravedad por algún tipo de Rotación.

En **Campo gravitatorio** (existencia de gravedad en el Espacio y posibilidad de Modificarla)

- Indica la respuesta considerada correcta (campo finito ilimitado, no bloqueable).
- B Indica la posibilidad de alterar o Bloquear de alguna manera la gravedad.
- N Indica la No existencia de la gravedad (en general por falta de atmósfera o vacío).
- O Indica que existe un centro gravitatorio universal.

■ Para todas las categorías, indica que el entrevistado no contestó o eligió una alternativa no significativa para este estudio.

TABLA 7.1: Síntesis general de las concepciones relevadas en el conjunto de personas entrevistadas durante el proceso de investigación para la presente Tesis

Del análisis de la Tabla anterior, pueden resaltarse los siguientes puntos:

- Nótese que en ningún caso figura el símbolo (●), lo que indica que ninguno de los entrevistados respondieron a las consignas de las entrevistas con una concepción acorde a una visión de mundo newtoniana, considerada correcta.
- La excepción al comentario del párrafo anterior podría estar dada por todos aquellos entrevistados, la gran mayoría, que respondieron con un conjunto de ideas que permite categorizarlos con el símbolo (∇), que indica que su concepción sobre las propiedades geométricas de la gravedad terrestre son adecuadas desde una visión newtoniana (estadio V de la clasificación de Nussbaum).
- Más del 50% de los entrevistados (17/32) se ubica en una perspectiva topocéntrica para imaginar las características de la gravedad. De ellos, la relación es mayor entre los adultos, ya que el 65% (13/20) utiliza tal perspectiva.
- El 75% de los entrevistados (24/32) define la gravedad a través de sus efectos.
- Casi el 60% (19/32) asigna a la atmósfera la causa de la gravedad, y más del 65% (21/32) le asigna tal propiedad al núcleo o al centro del planeta (aunque no a su masa, sino a otras características no siempre bien definidas). En muchos casos, atmósfera y núcleo están interrelacionados; cuando esto pasa, en general domina la atmósfera como causa última de la gravedad.
- Poco más del 30% de los entrevistados (10/32) asigna al menos un poco de gravedad a la Luna; algunos de ellos están incluidos en quienes piensan que pueden existir otros centros de atracción (planetas, Sol, etc.), aunque en estos casos su influencia no sería de tipo gravitatoria (poco más del 60%, 10/32).
- Casi el 100% (31/32) imagina que el estado de movimiento natural (sin influencias externas) es andar a la deriva; de ellos, el 25% (8/32) considera que los cuerpos podrían moverse por inercia, continuando con el movimiento que tenían originalmente.
- Casi el 100% (31/32) considera que en el espacio no hay gravedad; de ellos, casi el 85% (27/32) imagina que es posible bloquear la gravedad a discreción.
- Pueden notarse también otros aspectos, aunque minoritarios, tales como las causas finalistas de la gravedad, o la rotación como generadora de la gravedad, etc.

Luego de este sencillo análisis, es posible notar que el caso de María Mercedes representa adecuadamente no sólo al grupo de adultos entrevistados, docentes y no especialistas, sino también a la totalidad de las treinta y dos personas de la Comunidad de Esquel que participaron de este estudio.

7.5. PROPUESTA DIDÁCTICA PARA UNA VISIÓN DE MUNDO GRAVITATORIA

De acuerdo con lo desarrollado hasta aquí, se desprende naturalmente que es necesario diseñar acciones educativas concretas dirigidas a que quienes aprenden, en especial los chicos, tengan la posibilidad de construir una visión de mundo asociada al concepto de gravedad en forma gradual, significativa y cercana a una visión científicamente correcta y actualizada. Pero quizás lo más importante a los fines de quienes nos dedicamos a generar didácticas específicas desde nuestro rol como educadores es que semejante esfuerzo es posible, no es una fantasía irrealizable.

A continuación presentaré una propuesta didáctica sobre cómo generar estas acciones educativas concretas, en qué momentos del proceso del aprendizaje intervenir, de qué manera organizar algunos contenidos conceptuales y cómo diseñar ciertos módulos didácticos pensados para facilitar la comprensión de algunas características del concepto de gravedad.

7.5.1. ¿Qué hacer con las vivencias gravitatorias en el entorno natural?

Como expresé antes (ver punto 6.2), no podemos sentir la gravedad sino sus efectos (el peso propio y el de otros objetos, etc.), y no podemos manejar (alterar, bloquear, etc.) la gravedad. Esto trae como consecuencia que la posibilidad de diseñar acciones educativas dirigidas a explorar las propiedades esenciales de la gravedad sea prácticamente nula. Es decir, no podemos diseñar una experiencia de laboratorio "diferente" que nos permita vivenciar la gravedad de otra manera de la que, aunque inconscientemente, estamos acostumbrados.⁴²

La percepción de que la gravedad actúa siempre con la misma intensidad en una dirección absoluta arriba-abajo respecto de nuestro lugar y la idea de que los objetos necesitan estar apoyados forman un par indisoluble para la enseñanza, fuertemente anclado en la experiencia sensorial de las personas prácticamente desde que nacemos. Vosniadou (1994), Spelke (1991) y Karmiloff-Smith (1995), entre otros, comentan que existen distintos vínculos que los niños contemplan del mundo físico desde los primeros meses de edad, y uno de ellos es la gravedad.

Por esta razón, seguramente, Vosniadou (1994) expresa que los primeros modelos mentales que construimos los humanos son iguales para todas las personas debido a que la interacción con el mundo natural es la misma para todos (no hay modelos sintéticos ni científicos todavía). Albanese et alii (1995) los denominan los "invariantes culturales" (el nivel descriptivo de lo vivido en el mundo natural), por contraposición a lo "dependiente de la cultura" (el nivel explicativo, ya con la influencia de lo sociocultural).

Además, queda la discusión aún abierta sobre si existe algún tipo de "conocimiento genético" sobre la gravedad; es decir, algo que biológicamente ya tengamos, independiente de la interacción con el mundo natural luego del nacimiento y aún más independiente de la influencia del medio sociocultural. Esto podría estar fundamentado en que nuestro planeta se estabilizó en su proceso de formación, y con ello el valor y geometría de la gravedad, mucho antes de que los primeros micro organismos hubieran evolucionado. Entonces, es posible suponer que, tanto como los seres vivos tenemos "impresos" ciertos ritmos biológicos directamente relacionados con los períodos astronómicos (día y noche, fases de la Luna, estaciones), no sería extraño suponer que la percepción de la gravedad esté también "impresa" en los seres vivos como parte inherente a su evolución biológica, mucho antes de que el aprendizaje surgiera en los seres humanos.⁴³

⁴² Cabe aquí explicitar que es mi convicción personal y profesional que la Didáctica de las Ciencias Naturales, en general, y la propia de la Astronomía y la Física, en particular, deben tomar como insumo fundamental para el desarrollo de innovaciones, y para el trabajo áulico cotidiano, a la experimentación. Tanto en el sentido de comprender el funcionamiento de la metodología científica cuanto en el sentido de vivenciar los fenómenos del mundo físico con una actitud intencional, con una actitud crítica desde el punto de vista epistemológico, y no sólo contemplativa (a este respecto, ver Camino, 1999).

⁴³ No es el objetivo de esta Tesis dilucidar tal posibilidad; por esto, ruego al Lector que considere a este párrafo como una libre especulación, aunque no arbitraria sino como un intento por comprender un poco mejor lo estudiado durante esta investigación, y las posibles puertas abiertas de la misma hacia estudios futuros.

Se sabe que la persistencia de ciertas ideas ante los intentos de modificación (por ejemplo, mediante la implementación en la aulas de una estrategia de cambio conceptual) está directamente relacionada con cuánto tiene de vivencial y de cotidiano la sensación de esa idea (Vosniadou, 1991, entre otros). Si entonces la gravedad (las sensaciones relacionadas con ella) está con nosotros desde el inicio de nuestra vida, es claro el por qué las ideas que construimos sobre el concepto de gravedad son tan persistentes.

Finalmente, hay otro detalle interesante a tener en cuenta: los seres humanos no tenemos "memoria gravitatoria". ¿Qué quiero decir con esto? Nuestra percepción es que la gravedad local está dirigida según una perpendicular al suelo; si tuviéramos esta "memoria gravitacional" podríamos viajar a otro lugar, percibir la dirección local también perpendicular al suelo, pero recordar cómo era la dirección gravitatoria del lugar de donde procedemos y, al compararlas con respecto a un sistema referencial más general, sabríamos que no hay una dirección absoluta para todo el planeta, deduciendo no sólo el cambio en las direcciones gravitatorias sino también la forma de nuestro planeta. Hubiéramos sabido que la Tierra es una esfera mucho tiempo antes de que se lo dedujera por otros medios, y por ejemplo, no existirían los primeros cuatro Estadios de la clasificación de Nussbaum.

7.5.2. ¿Qué hacer desde lo educativo y lo socio-cultural para facilitar el aprendizaje de la gravedad?

Parecería entonces que al no poder interactuar con la gravedad de manera directa y al no poder manipular la gravedad intencionalmente, su conceptualización nunca llegaría a ser satisfactoria. Sin embargo, sí podemos elegir (de alguna manera) qué tipo de influencias socio-culturales tendrán quienes aprenden el concepto de gravedad.

Es decir, aunque no podamos manejar físicamente la gravedad, al menos podremos diseñar las estrategias didácticas para su aprendizaje gracias a que ya hemos tomado conciencia de su naturaleza y de la forma en que los humanos interactuamos con ella, en particular a través de la utilización de una herramienta como la FCC que permite concientizar de qué manera se desarrolla el proceso de aprendizaje e indica, al mismo tiempo, de qué manera realizar acciones educativas intencionales, pensadas para mejorar y profundizar la conceptualización de la gravedad.

Deberemos entonces preocuparnos por diseñar materiales y estrategias didácticas específicas para ser utilizados en las aulas (adaptados según se trate de EGB, Polimodal, Terciario, etc.), diseñando además ciertos dispositivos que permitan a quien aprende conceptualizar la gravedad de manera diferente, y producir, por ejemplo, materiales de divulgación científica para ser utilizados por los medios de difusión.

El conjunto de ideas relevadas en esta investigación me permite afirmar que las personas entrevistadas, que de alguna manera representan al resto de las personas, tienen una visión de mundo asociada a la gravedad muy limitada, con ideas que en muchos sentidos no guardan coherencia interna, y que no coincide con la visión newtoniana ni con la einsteniana de la gravedad. Sin embargo, las visiones de mundo que este grupo de personas ha desarrollado a lo largo de sus vidas, aunque no hayan sido construidas mediante una metodología científica ni coincidan con lo científico, son sin dudas significativas y les son útiles para vivir.

Pero también es claro que lo que indica la FCC es que al ser nuestras intervenciones didácticas intencionales, llevan explícito un cierto juicio de valor sobre lo que vale la pena enseñar. Para cada época, lo que vale la pena enseñar es el conocimiento científico del momento; nosotros podemos aún elegir entre la Teoría de Newton y la Teoría de Einstein.

Por esta intencionalidad, cuando los educadores nos proponemos diseñar acciones educativas nos enfrentamos a una instancia en la que deberemos tomar ciertas decisiones trascendentales. Es decir, partiendo de lo que se siente y comprende a partir de lo vivencial (sensación del peso, necesidad de los cuerpos de estar apoyados, gravedad arriba-abajo), siendo concientes de las características esenciales de la gravedad, y siendo concientes además de que quienes aprenden ven el mundo de cierta manera (sus propias cosmovisiones, con un extenso conjunto de compromisos socioculturales y de ejemplos sobre cómo enfrentar el mundo natural), deberemos elegir de qué manera y en qué momento intervenir didácticamente, y elegir además hacia qué horizonte conceptual nos dirigiremos: ¿hacia un (Espacio, Tiempo) absolutos con la masa como protagonista (Newton) o hacia un Espacio-tiempo relativo perturbándose mutuamente con la masa (Einstein)? Estos horizontes son dos formas esencialmente distintas de ver el mundo, dos paradigmas diferentes entre sí, pero ambos también diferentes al que la gente ha construido.

Sin embargo, no debemos olvidar lo antes expresado con relación a que los seres humanos no tenemos opción (somos seres gravitatorios y somos seres sociales). A este respecto, cabe destacar que independientemente de la visión de mundo que hayamos construido (la relevada en el grupo entrevistado⁴⁴, la newtoniana o la einsteniana) lo que se siente es lo mismo, sin excepción. Es decir, la conceptualización de la gravedad debe partir del mismo conjunto de sensaciones: no se siente diferente por “ver según Newton” o por “ver según Einstein”, sólo se piensa diferente según qué Frontera se haya cruzado en el proceso iterativo a lo largo de la vida.

7.5.3. La evolución del aprendizaje del concepto de gravedad en función del tiempo

Por lo antes expuesto, es importante ser concientes de cómo ha sido la evolución de las visiones de mundo de las personas, en particular aquellas asociadas a la gravedad, con el fin de, entre otros, visualizar con mayor perspectiva los momentos en los cuales deberemos intervenir educativamente implementando ciertas estrategias didácticas, y brindar elementos que permitan modificar la actual visión de mundo y evolucionar hacia otra de características científicas.

Los trabajos de investigación internacionales (Nussbaum, 1979, entre otros), y en parte el realizado para esta Tesis, muestran que el aprendizaje de la gravedad se desarrolla según una secuencia evolutiva que se estabiliza hacia los quince (15) años.

Esa concepción sobre la gravedad, fundamentalmente terrestre, ya estabilizada, permanece así prácticamente para toda la vida, aún cuando se haya interactuado con distintos niveles de la educación y con un sinnúmero de informaciones en los medios de difusión pública (Bar, 1994, entre otros).

En general, la concepción de gravedad construida podría caracterizarse con elementos similares a los de una concepción histórica pre galileana (Bar, 1994, entre otros).

Si bien nunca se deja de aprender, en ningún momento de la vida, ello no alcanza para que las personas que aprenden modifiquen esencialmente su forma de ver el mundo. Es decir, se aprende siempre, pero no por ello se modifican las visiones de mundo. En términos kuhnios, una vez adquirida una cosmovisión satisfactoria para la vida cotidiana los aprendizajes cumplen la función de articular el “paradigma”, de mejorar su ajuste y alcance y poder explicativo de nuevas situaciones, pero es su misma estabilidad y estado de satisfacción lo que hace que no se produzca naturalmente un cambio en esa visión de mundo.

⁴⁴ Sneider et al. (1983) expresan que los conceptos relacionados con la Tierra pueden considerarse como “conceptos físico-culturales”, es decir, conceptos que “requieren una coordinación entre lo observable y la información transmitida culturalmente” y son en general “una visión del mundo físico tenida en común por un grupo cultural”.

La mayoría de los estudios citados en esta Tesis consideran que la educación formal no ha sido efectiva ya que, aunque las personas (niños y adolescentes, principalmente) hayan estado años en situación de aprendizaje, cuando adultos siguen presentes los elementos esenciales de aquella visión de mundo original (la de los 15 años). Es posible considerar entonces que las intervenciones didácticas cuyos resultados evaluaron tales investigaciones no estuvieron originalmente diseñadas de modo tal de considerar todas las variables (teóricas, naturales y sociales) del concepto de gravedad; así, es aún una "deuda" de la investigación educativa generar acciones que sean lo suficientemente significativas para que los aprendizajes construidos a partir de las mismas sean estables y diferentes a la cosmovisión básica diagnosticada.⁴⁵

La forma de contribuir a que quienes aprenden puedan evolucionar de una visión de mundo a otra es que sean el sujeto de una intervención didáctica intencional, de largo plazo, diseñada concientemente según los resultados de investigaciones, como la presente, y con una metodología sistemática e iterativa tal como lo propone la dinámica de la Frontera de Construcción Conceptual.⁴⁶

Así, los investigadores en Educación, y especialmente los docentes, deberán diseñar nuevos textos, materiales concretos, unidades didácticas y utilizar cierto lenguaje, los que deben ser coherentes con la visión de mundo que se establecerá como el horizonte deseado de las nuevas intervenciones didácticas.

En el proceso citado deben utilizarse elementos de la Historia de la Ciencia, fundamentalmente porque muestran cómo otras personas conceptualizaron de diversas maneras lo que todavía hoy se siente del mismo modo. Nuevamente, la diferencia no radica en lo que se siente sino en cómo se lo piensa, y en el caso de los científicos de otras épocas en cómo se transforma en metodología y conocimiento científico esa forma de conceptualizar.

⁴⁵ A este respecto, es muy interesante llamar la atención sobre una línea de investigación directamente relacionada con lo expuesto en esta Tesis y con las visiones de mundo en particular, cual es la correspondiente al problema de las culturas y subculturas en el aprendizaje de las Ciencias Naturales. Esta línea de investigación, de raíz antropológica, está focalizada en Glen Aikenhead quien ha trabajado con William Cobern, entre otros autores.

Una cultura, en sentido amplio, se define como "un sistema ordenado de símbolos y significados, en términos de los cuales tienen lugar las interacciones sociales (Aikenhead, 1997). A partir de esta definición de cultura, los autores de esta línea de trabajo definen subculturas propias de, por ejemplo, grupos de pares, étnias, familia, medios de difusión, etc., y consideran a la Ciencia Occidental como una subcultura más (euro-americana) dentro de las muchas subculturas en interacción, en particular dentro del ambiente social de las aulas.

Comprender el mundo es un fenómeno cultural y aprender ciencias, entonces, es un proceso de "adquisición de cultura" que implica "cruzar los límites" de una cultura para ingresar a otra, tomando valores, convenciones de lenguaje, conceptualizaciones, asunciones acerca de la naturaleza y formas de conocer propias de una cultura que no es la del aprendiz. En este proceso, es fundamental que quien "cruza" esos límites entre las subculturas sea conciente de ello y así pueda elegir cuándo alternar entre uno y otro contexto cultural (Aikenhead, 1996) (es en esta toma de conciencia y en la elección voluntaria de alternar contextos en donde existe un vínculo importante con la Frontera de Construcción Conceptual presentada en esta Tesis).

En esta perspectiva teórica el rol del docente se propone análogo al de un "guía de turismo" o al de un "agente de viajes", ya que brinda información, acompañamiento, asistencia permanente, etc., a aquel "turista" (el aprendiz) que se adentrará en una cultura diferente. Habrá quienes necesiten más orientación y otros que serán más autónomos, pero en todos los casos estos autores recomiendan que "cruzar" los límites entre las subculturas de origen de los chicos y de la Ciencia sea un proceso en el cual el aprendiz no quede librado a su propia suerte sino que, de una manera u otra, tenga un acompañamiento permanente, y cuidando además que el proceso de transmisión de las características de una cierta subcultura (la científica, por ejemplo) se dé respetando los valores de la subcultura de origen (el conocimiento de sentido común, las concepciones de los chicos, etc.) (Aikenhead, 2002; Cobern y Aikenhead, 1997).

A este fin, los autores en general recomiendan especialmente la construcción de "puentes" para la comunicación entre ambas subculturas, partiendo de que se respetan y comprenden las características fundamentales de los dos extremos a unir, siendo concientes y eligiendo luego cuándo y con qué fines se permanece en uno u otro contexto cultural (Jegede y Aikenhead, 1999).

⁴⁶ Vale citar a Galili (1997), citando a su vez a Redish (1994), de raíz vygotskyana, cuando expresa que "es fácil aprender algo que se adecua o extiende un modelo mental ya existente; es duro aprender algo que ni siquiera conocemos; es muy difícil cambiar sustancialmente un modelo mental ya establecido".

Al respecto, existen numerosos trabajos que rescatan la importancia de los elementos históricos en la educación, tanto como muestran sus limitaciones: Viennot (1979), Sánchez Ron (1988), Navarro Brotons (1983), Saltiel et al (1985), Rogers (1982), Luffiego et alii. (1994), Baxter (1989), Afonso López (1995), Nardi (1990, 1994), Mayer (1987), Albanese (1995), Galili (1992).

7.5.4. ¿Una didáctica newtoniana o relativista?

Si somos conscientes que lo que se percibe de la gravedad es igual para todos independientemente del horizonte conceptual al que aspiremos llegar, y si somos también conscientes de que el punto de partida es una visión de mundo cuyos elementos más importantes son los relevados en esta investigación, deberemos elegir de qué manera diseñar la nueva didáctica (Nussbaum, 1986).

Lo que se debería buscar es que la escuela, en sentido genérico, ofrezca a los niños una serie de experiencias no casuales sino específicamente diseñadas para que se inicie el camino de construcción conceptual (Vosniadou, 1991).

De acuerdo con lo desarrollado en el punto 6.11, con relación a aquellos elementos comunes, por sencillos que sean, entre las visiones de mundo de las personas entrevistadas y la visión de mundo newtoniana, es posible entonces tomar esas intersecciones como puntos de partida para el diseño de nuevas estrategias didácticas tendientes a incorporar los resultados de investigaciones como la presente.

Antes de puntualizar algunas recomendaciones para el diseño de estas estrategias didácticas, presento nuevamente la Figura 7.1, a los fines de recordar la utilización de la Frontera de Construcción Conceptual para el aprendizaje del concepto de gravedad.

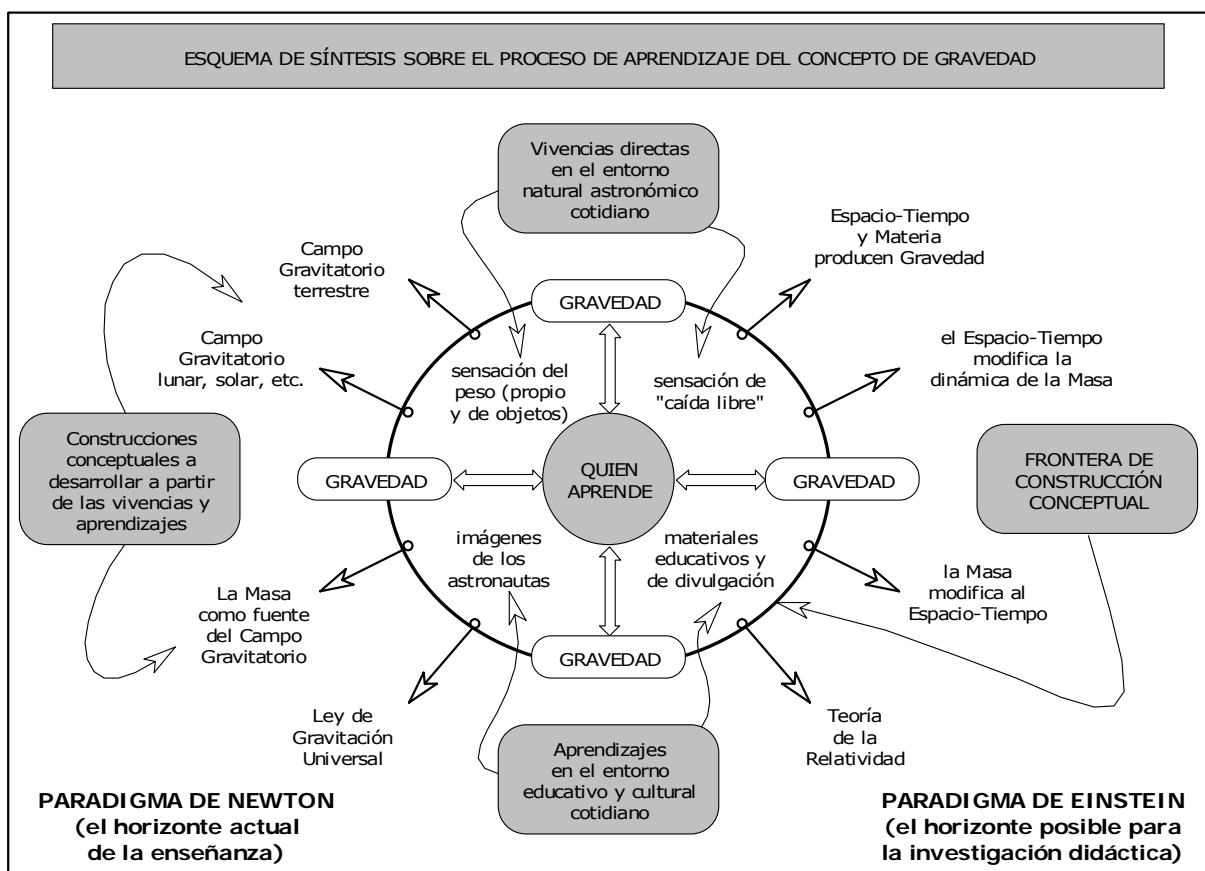


FIGURA 7.1 La Frontera de Construcción Conceptual aplicada al aprendizaje del concepto de gravedad

De acuerdo con la dinámica presentada por esta figura, si eligiéramos trabajar con un horizonte newtoniano, deberíamos seguir entonces una secuencia que podría tener las siguientes etapas:

- ☞ Lograr una adecuada visión de la gravedad terrestre. Geométricamente según la evolución del esquema de Nussbaum, y físicamente trabajando sobre la MASA como generadora del campo gravitatorio, retomando dos de los elementos de la "intersección no vacía" entre el conocimiento de sentido común y el conocimiento científico (propiedades geométricas y centros o núcleos de atracción, ver punto 6.11).
- ☞ En acuerdo con Reynoso et alii. (1993), las características de la gravedad astronómica deberían comenzar por transferir a la Luna las propiedades asignadas a la Tierra, y utilizar imágenes de los astronautas como recurso didáctico. Se "rompería" así la barrera de la atmósfera como límite de existencia y validez de la gravedad (el tercer elemento de la intersección no vacía, ver punto 6.11).
- ☞ Luego, debería considerarse que todos los cuerpos pertenecen a la misma clase de equivalencia de la Tierra y la Luna, y extender así las propiedades de la gravedad al Sistema Solar y al Universo en general. Se comenzaría así a unir el "mundo sublunar" con el "mundo supralunar" y dejar de ser pre-newtonianos (Galili, 1992).
- ☞ Finalmente, discutir lo que la gravedad no es o no permite (bloqueo, huecos, etc.), discutiendo por qué los astronautas "flotan" en el espacio (el cuarto elemento de la intersección no vacía del punto 6.11).
- ☞ Durante el proceso, se deberían discutir además las relaciones gravedad-peso, gravedad-atmósfera, gravedad-movimiento, etc.
- ☞ En todos los casos, los textos, actividades y recursos concretos deben diseñarse o resignificarse de acuerdo con el nuevo horizonte de referencia.

Si en lugar de lo anterior eligiéramos trabajar con un horizonte einsteniano, el "riesgo" sería mucho mayor aunque la proyección investigativa sería de un valor tan grande que bien justificaría intentarlo. Más adelante dentro de este mismo Capítulo desarrollaré una primera idea para un proyecto de investigación con el fin de concretar este intento. En este sentido, Galili (2001) expresa la necesidad de intentar una didáctica de la Relatividad. Algunas líneas sobre cuáles serían las ideas rectoras de esta búsqueda son las siguientes:

- ☞ Como ya fue citado, Bar et alii. (1997) y Vosniadou (1992), entre otros, hablan de que uno de los pilares de la percepción cotidiana es que los objetos necesitan apoyo, y su caída es una muestra de que tienen peso. Se podría comenzar a trabajar en esta nueva didáctica a partir de resignificar la noción de peso según la siguiente transformación:

de
LAS COSAS CAEN PORQUE TIENEN PESO
a
LAS COSAS TIENEN PESO PORQUE NO LAS DEJAN CAER.

- ☞ Esta posibilidad permitiría transformar una idea no adecuada para un determinado contexto en el puente (una especie de organizador previo ausubeliano) para desarrollar un campo antes no trabajado (Galili, 1996). Sería equivalente a cambiar la ontología de algo considerado error para comenzar a considerarlo una idea útil y potencialmente significativa para futuros y mejores aprendizajes (ver Chi, 1991, 1992; Benloch, 1993).

- ☛ Es importante destacar que esta idea permitiría comenzar a construir una idea fundamental para la Teoría de la Relatividad General cual es la Flotación Libre Gravitacional (Wheeler, 1994). Es decir, el estado de movimiento natural einsteniano sería aquel en el que los objetos están en permanente caída libre, siguiendo la curvatura local del espacio-tiempo; y en ese estado no seríamos conscientes de la gravedad. Esta es quizás la concepción fundamental de la Relatividad como Teoría de la Gravitación Universal post-Newton. ¿Por qué el peso entonces? Simplemente porque algo (o alguien) nos impide continuar en el estado de movimiento natural y entonces sentimos la reacción sobre nuestro cuerpo del apoyo que nos impide movernos (Watts, 1982).
- ☛ Sin embargo, esta idea es también útil (y rigurosamente correcta desde lo científico) si quisiéramos trabajar desde una visión de mundo newtoniana, aunque con proyección hacia una nueva visión gravitatoria (einsteniana) que quizás nunca se desarrolle concretamente en las aulas, pero que al menos dejaría elementos fundamentales (de anclaje) para los futuros aprendizajes de los chicos.
- ☛ Así, estaríamos transformando aquella concepción de que “las cosas necesitan apoyo” por otra quizás igualmente intuitiva que dejaría claro que el peso es una consecuencia, nada más, de la modificación “forzada” de un estado natural.
- ☛ Soy consciente de que esta idea es por lo menos “desafiante”, y que para intentar su puesta a prueba se debería contar con un equipo de docentes e investigadores trabajando en conjunto durante cierto tiempo antes de ir a las aulas. Esto es así porque, de acuerdo con Berg (1991), es necesario que los docentes sean conscientes de sus propias ideas (las que en general son las mismas que tienen sus alumnos) para trabajar sobre sí mismos y construir su propio camino hacia el horizonte conceptual deseado, y porque también es necesario que los docentes conozcan las investigaciones educativas que se están llevando a cabo en el mundo, y ser así conscientes de qué rol juega su propio proceso de investigación. Recién después de esta toma de conciencia estarán preparados para interactuar con los estudiantes y presentarles su didáctica nueva.

De acuerdo con lo anterior, daré a continuación algunas propuestas y comentaré algunas ideas y proyectos sobre cómo podría ser el trabajo con los docentes y con los alumnos, como así también discutiré el diseño de algunos módulos interactivos para la didáctica del concepto de gravedad.

7.5.5. Propuestas y proyectos para trabajar con los docentes

Algunas propuestas y proyectos (con distinto grado de concreción) para el trabajo futuro con docentes de los distintos niveles son los siguientes:

7.5.5.1. Un Post-Título en Ciencias Naturales

La provincia del Chubut inició hace dos años un estudio para crear una instancia de post titulación para aquellos docentes del área de Ciencias Naturales que estuvieran ejerciendo en el ámbito provincial y no tuvieran títulos específicos.

Un equipo interdisciplinario de profesionales, algunos especialistas en Didáctica y varios dedicados a la investigación educativa en Educación en Ciencias Naturales, se abocó a tal estudio, analizando la población de docentes en ejercicio a los que beneficiaría y realizando el diseño correspondiente. El citado Post Título tendría características semipresenciales y se cursaría a lo largo de tres semestres.

Los docentes afectados por esta acción educativa serían quienes ejercen en los niveles Polimodal, Terciario no universitario y EGB3 de la zona Noreste y Centro Este de la Provincia del Chubut, en un número estimado de setenta (70). Cabe destacar que un Post-Título requiere para el ingreso que los participantes ya tengan título y estén ejerciendo (maestros, profesores, ingenieros, biólogos, etc.).

Se decidió finalmente que el Post Título estaría dedicado fundamentalmente a Física y Química, por ser la oferta en Biología mucho más habitual para estas instancias de postgrado; se incorporarían además contenidos de Astronomía, para cuyo diseño fuera solicitada mi colaboración.

Presento en la página siguiente la parte del proyecto original dedicada al Espacio Curricular Astronomía. En el mismo, he incorporado un punto dedicado al estudio del concepto de gravedad, no sólo desde sus aspectos físicos y astronómicos sino, y en especial por las características de este Post Título, a sus aspectos didácticos, en los que estarían contemplados en particular resultados de investigaciones como la presente. Se hará hincapié en las visiones de mundo asociadas al concepto de gravedad, y a sus relaciones con los demás conceptos del Espacio Curricular. Los docentes egresados habrán tenido así una nueva visión del concepto de gravedad, de su didáctica y de los antecedentes en investigación internacionales al respecto, pudiendo, en la medida de sus intereses y posibilidades, llevar a las aulas de nuestra provincia una visión distinta de la gravedad.

Documento de trabajo para el diseño del Espacio "ASTRONOMÍA"
Proyecto de POST TÍTULO del MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT, 2003.

Desde los FUNDAMENTOS, la propuesta estaría fundamentada en dos grandes antecedentes:

- a) El Diseño Curricular Provincial del Nivel Polimodal, en el que se definen los lineamientos generales del Espacio Curricular "Física y Astronomía". Del citado Diseño se tomará la estructuración general a partir de los cinco conceptos **Espacio-Tiempo-Materia-Simetría-Interacciones**.
- b) El trabajo *Camino, Néstor, "Sobre la Didáctica de la Astronomía y su Inserción en EGB", 1999. En Kaufman, Miriam y Fumagalli, Laura, Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y Propuestas Didácticas. Editorial Paidós, Buenos Aires, Argentina, ISBN 950-12-2140-7, pp. 143-173.* Del citado trabajo se tomará principalmente el marco teórico sobre el proceso de construcción de conceptos en Astronomía.

Desde los CONTENIDOS CONCEPTUALES, el listado de contenidos a desarrollar sería en principio el siguiente (el listado no indica secuencia temporal):

- a) La luz.
- b) La gravedad.
- c) El Universo a ojo desnudo.
- d) El Universo con la utilización de tecnología.
- e) Las cosmovisiones de los pueblos de la Humanidad.
- f) Las cosmovisiones de la Ciencia.

Se utilizará el trabajo citado en el inciso b) del Apartado anterior a los fines de estructurar los contenidos en base a los Tres Ejes de Desarrollo Conceptual (observación de las sombras, observación de la Luna, observación del cielo nocturno). El desarrollo de los contenidos citados dará principal importancia a la interacción con el mundo natural, yendo a los modelos matemáticos y concretos con el fin de profundizar y conceptualizar lo observado y no como su reemplazo (en el proyecto original se adjunta además un listado de bibliografía específica).

Desde la INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA, se tendrán dos grandes objetivos:

- ❖ Que los docentes participantes en esta actividad de post grado tomen conciencia de las ideas que sobre el mundo natural astronómico construyen las personas, especialmente los niños.
- ❖ Que los docentes conozcan algunas investigaciones realizadas en nuestro país y en el extranjero sobre didáctica de la Astronomía y que adquieran ciertas herramientas y metodologías propias de una concepción constructivista de la educación, especialmente en lo que respecta al aprendizaje significativo de conceptos astronómicos.

Para el logro de estos objetivos se desarrollarán los siguientes contenidos (el listado no indica secuencia temporal):

- a) Breve historia del trabajo internacional con ideas previas.
- b) Breve historia de las investigaciones sobre ideas del entorno astronómico desde Piaget hasta nuestros días.
- c) Las ideas acerca del Sistema Tierra-Sol-Luna y fenómenos relacionados (día y noche, estaciones, fases).
- d) Otras ideas relacionadas con el entorno astronómico (cielo nocturno, cosmología, etc.).
- e) Las ideas acerca de la gravedad y la luz.
- f) El trabajo con entrevistas, encuestas, test, dibujos, etc.
- g) El diseño de estrategias didácticas concretas.

En todos los casos se buscará que los docentes cursantes de este Post Título consulten la bibliografía original extraída de revistas o libros específicos; asimismo, se buscará que los docentes consulten la documentación real que producen las investigaciones educativas (registros, transcripciones, dibujos, etc.).

7.5.5.2. La formación de postgrado de una docente en actividad

En estos momentos, la Prof. en Enseñanza Primaria Sandra Gómez, de la ciudad de Perito Moreno, provincia de Santa Cruz, está finalizando sus estudios en la Licenciatura en Educación Básica con orientación en Didáctica de las Ciencias Naturales, de la Universidad Nacional de San Martín, Escuela de Humanidades.

El tema de su tesis es "La geometría de la gravedad en estudiantes patagónicos de 15 años", y estoy acompañando su esfuerzo en carácter de Tutor de su trabajo.

La investigación en desarrollo es de carácter cualitativa, con la utilización de entrevistas clínicas semi estructuradas y dibujos, con una población de chicos de escuelas de Perito Moreno.

Los resultados preliminares del trabajo de la Prof. Gómez indican un total acuerdo con lo desarrollado por Nussbaum y por muchos otros investigadores en el mundo, incluyendo los resultados de la presente Tesis.

Cabe destacar que conozco a la Prof. Gómez desde hace casi diez años, ya que ella fue una de las docentes responsables que participaron de los Proyectos sobre Relojes de Sol y sobre la Luna y el Cielo Nocturno. Por esta razón, ella ha realizado un proceso de formación en servicio, no sólo en lo que respecta a los contenidos conceptuales propiamente dichos del área de la Física y la Astronomía sino también en lo que respecta al diseño de estrategias didácticas y a la metodología de investigación para relevar, entre otros aspectos, las concepciones de los chicos. La actual instancia para lograr su Licenciatura culmina de algún modo su proceso de formación con esta concepción sobre la Investigación en Educación en Astronomía.

7.5.5.3. Diseño de un Profesorado Terciario en Física

Se está realizando en estos momentos en la ciudad de Esquel la pre-inscripción para un Profesorado Terciario en Física, de jurisdicción provincial y localizado en el Instituto Superior de Formación Docente N°804 de nuestra ciudad.

El diseño del plan de este nuevo Profesorado, que sería "a término", ha sido encomendado a la Lic. Beatriz Pérez (ISFD N°804 y Dpto. de Física de la Fac. de Ingeniería de la UNPSJB de Esquel) y al autor de esta Tesis. El diseño en cuestión debería realizarse durante el primer cuatrimestre de 2006, para comenzar el dictado de la carrera en el segundo cuatrimestre.

Aunque sea aún una posibilidad, ya que la implementación de este nuevo Profesorado dependerá, en gran medida, de la cantidad de aspirantes pre-inscriptos durante lo que queda de 2005, quiero resaltar la importancia de contar con un profesorado en Física en nuestra ciudad, ya que sería el único que existiría en la Patagonia en la actualidad más al sur de Neuquén.

En el momento en que se concrete este Profesorado, los resultados de esta Tesis se volcarían en la mayor medida posible dentro del equilibrio temático y horario que permita su diseño. Esto nos brindaría la posibilidad de que los futuros estudiantes contaran ya desde el mismo inicio de su proceso de formación con la aplicación de investigaciones que, como la presente, tienen como horizonte último el transformar la realidad educativa actual a partir de la inserción de nuevas didácticas en las aulas reales.

7.5.6. Propuestas para trabajar con los chicos

En este apartado quiero presentar dos acciones de distinto nivel de concreción, pero ambas con el mismo espíritu de proyección didáctica hacia los estudiantes.

7.5.6.1. Implementación del nuevo Espacio Curricular "Física y Astronomía", para la Modalidad "Ciencias Naturales", en la Escuela N° 726 de El Maitén, Chubut.

Durante 2002, el Master en Enseñanza de las Ciencias Ing. Gabriel Lucca y el autor de esta Tesis trabajaron en el diseño del nuevo Espacio Curricular "Física y Astronomía" para la Escuela N°726 de El Maitén. Una vez obtenida la aprobación por parte del Ministerio de Educación de la Provincia del Chubut, el nuevo Espacio comenzó a dictarse con el inicio del Ciclo Lectivo 2003, bajo la responsabilidad del Ing. Lucca. Mi papel a partir de ese momento fue ser un Asesor permanente, pudiendo según los intereses y necesidades de la Escuela participar en el dictado de algunas clases específicas y coordinando in-situ algunas de las actividades proyectadas. Los grupos que regularmente participan de este nuevo Espacio Curricular es de unos sesenta (60) chicos (dada la Modalidad de la Escuela, este Espacio no es optativo). Se han desarrollado hasta el momento tres (3) implementaciones del Espacio.

Si bien es cierto que el concepto de gravedad está subsumido dentro del resto del Espacio, quiero destacar que su tratamiento, planificado a partir de los resultados de esta Tesis, no pasa desapercibido y, comparado con lo que ha sucedido históricamente en el sistema educativo, se puede afirmar que ello ya es un avance importante.

El primer diseño elaborado y que actualmente se está implementando es el siguiente:

Diseño del Espacio Curricular "FÍSICA Y ASTRONOMÍA" Modalidad "Ciencias Naturales", Escuela N° 726, EL MAITÉN, CHUBUT.

Año de Cursado: 3° POLIMODAL

Carga horaria: 4 horas cátedra semanales (dos bloques de 80 min c/u)

1. La propuesta estaría fundamentada en dos grandes antecedentes:
 - a) El Diseño Curricular Provincial del Nivel Polimodal, en el que se definen los lineamientos generales del Espacio Curricular "Física y Astronomía". Del citado Diseño se tomará la estructuración general a partir de los cinco conceptos **Espacio-Tiempo-Materia-Simetría-Interacciones**.
 - b) El trabajo *Camino, Néstor, "Sobre la Didáctica de la Astronomía y su Inserción en EGB", 1999. En Kaufman, Miriam y Fumagalli, Laura, Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y Propuestas Didácticas. Editorial Paidós, Buenos Aires, Argentina, ISBN 950-12-2140-7, pp. 143-173.* Del citado trabajo se tomará la estructuración en base a los Tres Ejes de Desarrollo Conceptual (observación de las sombras, observación de la Luna, observación del cielo nocturno).
2. El Programa de la asignatura tendría en principio el siguiente detalle:
 - a) La luz.
 - b) La gravedad.
 - c) El Universo a ojo desnudo.
 - d) El Universo con la utilización de tecnología.
 - e) Las cosmovisiones de los pueblos de la Humanidad.
 - f) Las cosmovisiones de la Ciencia.
3. El desarrollo de la asignatura dará principal importancia a la interacción con el mundo natural, yendo a los modelos matemáticos y concretos con el fin de profundizar y conceptualizar lo observado y no como su reemplazo (en el proyecto original se adjuntan la bibliografía y recursos informáticos básicos a utilizar tanto por los docentes como por los alumnos).

7.5.6.2. Primeras ideas para un proyecto de investigación para la generación de una secuencia didáctica sobre el concepto de gravedad en EGB.

Como cierre a este apartado reflexiones y proyecciones didácticas, quiero “pensar en voz alta” sobre la posibilidad de diseñar un proyecto de investigación educativa específicamente dirigido a producir una secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de gravedad, acorde con lo desarrollado en esta Tesis.

De acuerdo con mis experiencias anteriores en proyectos de investigación educativa, especialmente con aquellos que se desarrollaron en ámbitos escolares de la provincia del Chubut, y de acuerdo con el Marco de Referencia Teórico de esta Tesis y con el esquema de la Frontera de Construcción Conceptual, quisiera indicar algunas de las características que este nuevo proyecto debiera tener, y así permitirme delinear de qué manera evolucionaría en el tiempo.

Sus características esenciales debieran ser las siguientes:

- ☛ Se trabajaría en escuelas (una o más) exclusivamente de la ciudad de Esquel.
- ☛ Se formaría un equipo de trabajo integrado por docentes y/o especialistas en didáctica; al menos uno de ellos debería ser el docente a cargo del grupo de alumnos que formaría la población del proyecto.
- ☛ La población afectada serían chicos del nivel EGB3 (13 a 15 años).
- ☛ El proyecto duraría cuatro (4) años. Durante el primer año se trabajaría formando al grupo de docentes, y durante los tres años siguientes se trabajaría sobre un mismo grupo de chicos, sin modificaciones. Es decir, se comenzaría en el primer año de EGB3 y se continuaría con el mismo grupo de chicos y con sus mismos docentes hasta el final del Ciclo. Para esto sería necesario formalizar un convenio con la Escuela afectada lograr el compromiso de respetar y apoyar el trabajo a desarrollar, en particular con la afectación del docente a cargo.
- ☛ El Área a trabajar dentro del Ciclo sería Ciencias Naturales, con múltiples conexiones con las demás Áreas (Matemática, Ciencias Sociales, etc.).
- ☛ La estructura conceptual básica se estructuraría a partir de las ideas diagnosticadas en esta Tesis (supuestamente las mismas que deberían tener los chicos participantes) y, a través de lo propuesto en la FCC, buscar cómo construir una concepción gravitatoria más cercana a la noción de Flotación Gravitacional Libre, discutiendo cómo se puede reinterpretar lo que sentimos (necesidad de apoyo) y lo que se transmite (una visión pre newtoniana de la gravedad).
- ☛ Las producciones del proyecto consistirían en: diseño de unidades didácticas específicas interrelacionadas sobre los distintos aspectos del concepto de gravedad; diseño de nuevas actividades experimentales; construcción de dispositivos concretos para facilitar la comprensión del concepto, con sus correspondientes fundamentaciones y aplicaciones didácticas; actividades de formación de los docentes participantes (seminarios, asistencia a congresos y reuniones, etc.); publicación de un pequeño libro o apunte para su difusión posterior al resto de los docentes y escuelas del sistema educativo provincial; publicación de los resultados en ámbitos especializados; publicación de los resultados en el sitio web del Complejo Plaza del Cielo.

El sistema educativo provincial y el conjunto de escuelas de Esquel es altamente permeable a nuevas acciones educativas, su acercamiento a la Universidad ha sido muy productivo y tiene una historia de más de quince años de mutua confianza en considerar que vale la pena el intento por ir más allá en la búsqueda por mejorar nuestro trabajo en el aula. Estos aspectos se constituyen en una base indispensable para su concreción. El tiempo dirá, pero al menos es muy seductor pensar en un proyecto de esta naturaleza.

7.5.7. Módulos interactivos para vivenciar la gravedad de otra manera

Por último, y como cierre a este Capítulo de proyecciones didácticas, quisiera mostrar algunos módulos interactivos pensados para ser utilizados en el marco de una acción educativa como las discutidas en los apartados anteriores.

Cabe destacar que estos módulos parten de la restricción natural ya analizada que consiste en que no sólo no sentimos la gravedad sino que tampoco podemos alterarla, bloquearla o modificar su dirección. Por esto, y como ya lo expresara antes, los docentes debemos ser algo así como "ilusionistas" para diseñar herramientas didácticas distintas y tener así medios adecuados para una didáctica nueva del concepto de gravedad.

Desarrollaré a continuación en forma muy sintética unos pocos módulos. Cabe destacar que en todos los casos la sensación que los mismos producen es agradable, no es violenta y no produce náuseas o mareos. Esto es muy importante de resaltar debido a que muchos de los entrevistados expresaron que su deseo, de alguna manera, sería disfrutar de la "falta de gravedad", ya que todos la imaginaban como un estado de mucho placer (ver punto 6.2).

Por último, pido al Lector que considere a los módulos siguientes únicamente como muestras, simples ejemplos de posibles desarrollos futuros.

7.5.7.1. Torre de caída libre

Es un dispositivo que consiste en una torre cilíndrica con asientos en su periferia, los que son elevados hasta una altura de más de cincuenta metros y soltados en "caída libre". La caída libre propiamente dicha dura aproximadamente dos segundos (para una torre de esa altura). Con ese período de tiempo, aunque breve, es posible sentir la Flotación Gravitacional Libre y ver "flotar" un objeto al lado nuestro (por ejemplo, una lapicera).

Este dispositivo se utiliza en general en parques de diversiones o parques temáticos relacionados al espacio, pero es también un dispositivo de entrenamiento de astronautas y de testeo de equipos en investigación espacial. (la imagen de la derecha es de una torre en un parque de Madrid).



7.5.7.2. La Casa de Casper

La tradicional casa-parque de diversiones ubicada en Villa Carlos Paz, en la provincia de Córdoba, tiene en su parte más antigua una serie de habitaciones en las que las cosas suceden como si la gravedad hubiera cambiado su dirección geométrica local. Es decir, el agua cae hacia un costado, las bolas de billar corren hacia arriba, los cuadros cuelgan en direcciones extrañas, etc.

El efecto simplemente se produce porque toda la casa está fuera de nivel, y porque se logra que las personas pierdan su referencial espacial original haciendo que ingresen a esas habitaciones pasando por una serie de laberintos a oscuras cuyos pisos tienen desniveles alternativos, lo que produce que se pierda la noción arriba-abajo y al entrar en la "casa de Casper", que sigue en penumbra, uno interprete la dirección de la gravedad en otro sentido.



7.5.7.3. La taza agujereada

Berg (1991) comenta que un docente utilizó una muy sencilla experiencia para mostrar a sus alumnos de qué manera podía eliminarse la noción de peso en una caída libre.

La experiencia es así: si uno sostiene una taza llena de agua con la mano y hace un agujero en el fondo de la misma, el agua comienza a caer por su propio peso; sin embargo, si se deja caer la taza, el agua ya no sale por el agujero.

Esto es así porque ambas, taza y agua, están en Flotación Gravitacional Libre y entonces la noción del peso del agua contra la taza deja de existir.

7.5.7.4. Los toboganes de la Tierra, Marte y la Luna

En el proyecto del Complejo Plaza del Cielo (ya citado en Capítulos anteriores) existe un conjunto de juegos (módulos interactivos) destinados a comprender la interacción de nuestro propio cuerpo con la gravedad terrestre: Hamacas-Péndulos y Sube y Bajas-Balanzas son algunos de ellos; los mismos están agrupados en lo que dimos en llamar los "juegos gravitatorios".⁴⁷

Otro de estos módulos es el que trata sobre cómo se sentiría caer en distintos campos gravitatorios desde una misma altura sobre el suelo. Es decir, si cayéramos desde tres metros de altura en la Tierra tardaríamos un cierto tiempo, desde esa misma altura en Marte tardaríamos un poco más porque el campo gravitatorio marciano es menos intenso (aproximadamente el 38% del terrestre), y aún mayor sería el tiempo de caída en la Luna, justamente porque el campo gravitatorio lunar es mucho menos intenso (aproximadamente el 17% del terrestre).

El módulo consiste en tres toboganes de igual altura final, pero cuyas pendientes han sido ajustadas de modo tal que las componentes de la gravedad terrestre sobre las rampas de deslizamiento estén en la relación de las gravedades de estos tres planetas.

El módulo está diseñado para imaginar las caídas en estos tres planetas. Como no podemos manejar la gravedad, al menos sí podemos manejar los tiempos de caída e imaginar que son distintos porque estamos afectados por ("sentimos") gravedades distintas.

Es importante resaltar que estos módulos están diseñados para brindar a los chicos (y a los grandes) situaciones experienciales relacionadas con la gravedad, intentando ser una de las fuentes externas de cambio para las visiones de mundo actuales (en términos de Kearney).

⁴⁷ **Juegos gravitatorios:** El objetivo educativo de estos sencillos juegos es el de brindar situaciones para comprender algunas de las características de un campo gravitatorio, partiendo de que el funcionamiento de los mismos es posible gracias a que vivimos en interacción con el campo de nuestro planeta.

Los demás juegos son: **Sube y baja para dos chicos** (un tradicional sube y baja, que puede ser considerado como una balanza de brazos iguales, permitiendo así comparar las masas de quienes en él juegan); **Sube y baja para un solo chico** (este módulo consta de una tabla suspendida por cuatro tensores de un eje en torno del cual girará, formando un triángulo isósceles, visto de costado, cuya base es la tabla; en uno de sus extremos se coloca un contrapeso calibrado para el peso medio de los chicos que jugarán en él, y en el otro extremo se indicarán tres posiciones para sentarse, la central para el peso promedio, la más cercana al centro para pesos mayores y la más lejana para pesos menores, para lograr que siempre el centro de masa coincida con el centro de la tabla; al impulsarse el chico con sus pies, el centro de masa se apartará de la línea formada por este centro y el de suspensión y, por esto, el conjunto comenzará a oscilar hasta retornar a la posición inicial de equilibrio estable; a separación entre el centro de suspensión y el centro de masa dará el período de oscilación, estimado en unos pocos segundos); **Toboganes de distintas alturas e igual pendiente** (tres toboganes paralelos de distintas alturas pero con igual pendiente, que permitirán trabajar conceptos tales como energía potencial en un campo conservativo; para ello la salida de los toboganes no termina abruptamente sino en largas rampas horizontales de igual longitud, con el fin de comparar las distancias recorridas en ellas); **Hamacas de distintas longitudes** (las clásicas hamacas serán tratadas como péndulos, de tres largos distintos; los períodos de oscilación no dependen, en principio, de los chicos que juegan en las hamacas, sino de la gravedad terrestre y de la longitud de las mismas); se agregan a estos juegos los ya citados **Toboganes de la Tierra, Marte y la Luna**, y en la parte interior del edificio se construirá un Péndulo de Foucault tradicional.

El Complejo Plaza del Cielo, en general, es una propuesta didáctica destinada a actuar sobre el entorno socio-cultural de Esquel, no sólo desde las acciones concretas que los educadores pongamos en práctica sino también, y de una manera quizás más "sutil", al proponer juegos en una plaza pública los cuales llevan implícito un diseño intencional para que quien interactúe con ellos comience a pensar en la gravedad (y en el cielo en general) de manera distinta.⁴⁸

7.5.7.5. Orbotrón

Con este nombre extraño de designa al dispositivo de las figuras adjuntas. Originalmente diseñado por miembros de la NASA, es esencialmente un giróscopo de gran tamaño en cuyo centro se ubica una persona asegurada por arneses. El objetivo original de este dispositivo fue el de entrenar a los astronautas para que pudieran retomar el control de una nave espacial que hubiera perdido el sistema de referencia en los tres ejes espaciales, y girara descontroladamente por el espacio.

⁴⁸ El "Complejo Plaza del Cielo: un lugar para aprender y jugar con la Astronomía", es un proyecto de mi autoría cuyo objetivo principal es la Educación a través de la Astronomía, en todos sus aspectos: científico, histórico, cultural, mitológico, etc., con una componente fundamental como lo es el juego.

El Complejo nuclea en su diseño un plan de trabajo sobre Didáctica de la Astronomía de gran alcance y un espacio físico público, libre y gratuito: una plaza tradicional en la que sus juegos han sido transformados para que al mismo tiempo que sirven para jugar puedan ser utilizados como dispositivos interactivos para vivencias situaciones físicas relacionadas con distintos fenómenos astronómicos o bien como modelos y maquetas los que, al operar sobre ellos, permiten imaginar procesos, escalas, etc.

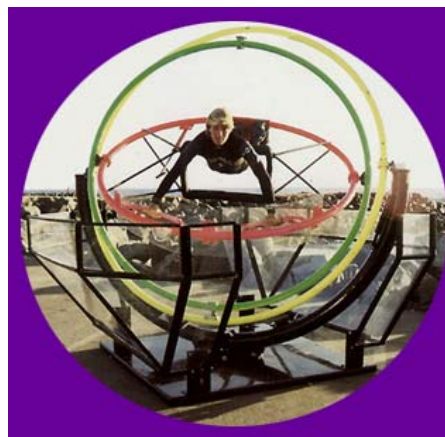
La Plaza propiamente dicha ocupa un espacio de media manzana (50 m x 100 m) en la zona céntrica de Esquel, ubicada en una zona de convergencia de varias de las instituciones educativas más grandes de la ciudad, linda con la Dirección Municipal de Turismo, y es paso casi obligado del turismo que visita la zona.

El espacio físico de la Plaza está organizado en "recorridos conceptuales": la "**Diagonal del Sol**", con los "Módulos solares", que permiten observar el movimiento real del Sol relativo a la Tierra (Reloj de Sol ecuatorial, Globo terráqueo paralelo, Trepadora armilar), y los "Módulos del Sistema Solar", que permiten formarse una imagen concreta del Sistema (Rayuela del Sistema Solar, Representación a escala de distancias y de tamaños); la "**Calle del Sur**", con los "Módulos del Sur", que brindan un sistema dinámico y geométrico de posicionamiento (Representación tridimensional de la Cruz del Sur y de α y β de Centauro, Mutisia cardinal, Péndulo de Foucault); el "**Paseo de las estrellas**", contiene los módulos que permiten ubicar al Sistema Solar en el entorno astronómico local, en la Vía Láctea y en el Grupo Local, incorporando elementos de evolución estelar, de escala espacio-temporal universal y de cosmología, brindando elementos para iniciar una discusión crítica acerca de la posibilidad de que la vida haya evolucionado en otros sistemas (Calesita pulsante, Calesita galáctica, Viaje a través de un agujero negro, Sistema de navegación estelar, Escala de distancias, Escala de tiempos, Vida en el Universo, Búsqueda de inteligencia extraterrestre); la "**Calle de la Historia**", contiene en algunos de sus bancos estatuas sentadas de tamaño real de los astrónomos cuyas teorías fueron paradigmáticas para la Humanidad a través de la Historia; y la "**Calle de la Cultura**" (anfiteatro al aire libre, paneles para exposiciones, murales y una Feria de Artesanos). Existen además dos sectores de juegos: los "**Juegos gravitatorios**", ya descritos; y los "**Juegos planetarios**", que permiten trabajar sobre la interacción gravitatoria entre cuerpos del Sistema Solar (Ronda de los asteroides, Trepadora del Viajero, Calesita del movimiento anual, Calesitas del sistema Tierra-Luna-Sol).

El plan de trabajo está dirigido a brindar a la Comunidad, y especialmente a los docentes y estudiantes, un conjunto de herramientas y situaciones didácticas especialmente diseñadas para posibilitar aprendizajes significativos con relación al cielo, a partir de una participación activa de quien aprende (chicos y grandes), para lo que el juego es un vehículo muy importante. En una apretada síntesis, el plan de trabajo de la Plaza del Cielo incluye las siguientes acciones, todas ellas en desarrollo desde hace casi veinte años: Formación de recursos humanos (talleres para docentes, etc.); Trabajo con los estudiantes (charlas, campamentos astronómicos, proyectos de innovación educativa, etc.); Divulgación científica (notas en los medios, edición de revistas sobre Didáctica de la Astronomía, programas de radio, sitio web, etc.); Construcción de dispositivos públicos (relojes de Sol, bicisenda astronómica, murales, etc.); Planetario (el pasado mes de agosto se cumplieron diez años de su inauguración, funcionando en la Subsecretaría de Cultura y Educación de la Municipalidad, con casi cuatrocientas funciones dadas para más de siete mil personas, la gran mayoría de ellas chicos y maestros).

El Complejo ha sido declarado de interés por la Municipalidad de Esquel, por la Facultad de Ingeniería de la UNPSJB, por la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UN de La Plata, por la Honorable Cámara de Diputados de la Nación, y el sitio web ha sido declarado de interés educativo por el Ministerio de Educación de la Provincia del Chubut y figura como link en la página de la Asociación Argentina de Astronomía. En septiembre de este año el gobierno de la Provincia del Chubut asignó los fondos para la construcción de la primera etapa de la Plaza (caminos, césped, riego, iluminación), lo que se ejecutará durante la temporada estival, quedando la etapa siguiente (juegos, etc.) para el próximo año. Además, en estos momentos se está concluyendo con la obra del Centro Cultural de Esquel, aledaño a la Plaza del Cielo, a inaugurarse con motivo del centenario de nuestra ciudad (25 de febrero de 2006), en cuyas dependencias se construye el nuevo ámbito para el Planetario.

Sin embargo, este dispositivo puede utilizarse para simular la Flotación Gravitacional Libre. Si uno se ubica en el mismo y no recibe ningún impulso exterior, moviendo suavemente su cuerpo logrará que los aros comiencen a moverse. Con cierto aprendizaje, se logra controlar el movimiento del conjunto para que el cuerpo esté en ciertas posiciones, como por ejemplo la de la foto derecha, y elegir un punto de referencia externo, cual si se fuera una nave navegando en el espacio con las estrellas de fondo como referencia.



Una vez que se ha aprendido a utilizarlo, este dispositivo es muy agradable y divertido ya que, en especial, no produce náuseas debido a que el centro de gravedad del cuerpo no sube ni baja abruptamente por estar en el centro de simetría del conjunto de aros.

7.6. COMENTARIO SOBRE LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Es muy interesante hacer un paralelo entre estos dos grandes factores que influyen en la construcción del concepto de gravedad y de las visiones de mundo asociadas: lo natural y lo social.

Tanto como no es posible eliminar la influencia de la gravedad, debido a su esencia, tampoco es posible eliminar lo socio-cultural, también debido a su esencia. Es decir, el ser humano no tiene opción alguna: somos seres gravitatorios y somos seres sociales, eso es inherente a ser "un ser humano de este Universo", sin excepción.

Así, no existe masa en el Universo que no esté afectada por la gravedad, tanto como no existe ser humano que no esté afectado por lo socio-cultural; para que algo no estuviera afectado por la gravedad no tendría que tener masa, y para que algo no estuviera afectado por lo socio-cultural no tendría que ser humano.

La Investigación en Educación en Ciencias Naturales deberá dar acuse de recibo de estas dos restricciones esenciales para la Educación de los seres humanos; de lo contrario, seguiremos fragmentando las estrategias de enseñanza y lamentándonos de que los aprendizajes sigan siendo poco satisfactorios. La Frontera de Construcción Conceptual es una herramienta que, al menos para mis objetivos como educador, me permite clarificar lo expresado y actuar en consecuencia; quizás también sirva en el futuro para ayudar a lograr mejores aprendizajes.

De acuerdo con Galili (1997), las acciones didácticas deben partir de las sensaciones que los chicos (quien aprende en general) tienen con relación a la gravedad. Y de acuerdo también con Galili (2001) y Nussbaum (1986) creo profundamente en la posibilidad y en la necesidad de una didáctica nueva, que marcará hacia qué núcleos conceptuales estará dirigida la enseñanza (y esto trasciende la Didáctica de la Astronomía, ya que es una afirmación válida para la Didáctica de todas las Ciencias Naturales).

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES GENERALES Y COMENTARIO FINAL

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES GENERALES Y COMENTARIO FINAL

Presento a continuación las conclusiones más importantes fruto de la investigación realizada para la presente Tesis *“Génesis y evolución del concepto de Gravedad. Construcción de un modelo de Universo”*.

Más adelante, haré dos comentarios, uno de cierre a la investigación propiamente dicha y otro de neto corte afectivo, como cierre del proceso personal vivido durante los años de mis estudios de postgrado.

8.1. CONCLUSIONES GENERALES

Las conclusiones generales a las que he llegado luego del trabajo realizado son las siguientes:

8.1.1. Con respecto a la Hipótesis de trabajo

La Hipótesis de trabajo planteada al inicio de esta investigación fue (punto 5.2.):

La concepción de gravedad existente en la mayoría de las personas, especialmente en los chicos, se remite casi exclusivamente al planeta Tierra, no se la traslada a otros cuerpos a escala astronómica o al espacio libre, y prácticamente no evoluciona más allá de la noción que se haya construido desde la infancia hasta los primeros años (13-14) de la adolescencia, condicionando esto por consiguiente las visiones de mundo que estas personas hayan construido a lo largo de sus vidas.

Considero que la misma fue corroborada ampliamente por los resultados obtenidos, los que además han profundizado la comprensión de las características últimas de la noción de gravedad, y de la visión de mundo consiguiente, existentes en las personas entrevistadas.

Las principales características de las visiones de mundo con relación al concepto de gravedad relevadas en el conjunto de personas entrevistadas pueden sintetizarse como sigue (ver puntos 6.9., 6.11., y 7.4.):

- ❖ **Es posible considerar que el conjunto de las personas entrevistadas (seis chicos de EGB, seis adolescentes de Polimodal, diez adultos no especialistas y diez adultos docentes de nivel EGB) muestra una concepción geométrica de la gravedad terrestre cercana a la científicamente aceptada (Tierra esférica, cielo esférico ilimitado, dirección de la gravedad radial).**
- ❖ **Ninguna de las personas entrevistadas muestra una concepción de campo gravitatorio newtoniano, fundamentado esto en que:**
 - **No asignan a la Masa la causa primaria de la gravedad.** Corolario: Otras causas producen la gravedad (principalmente la atmósfera, el núcleo del planeta, el peso de las cosas, el magnetismo, la rotación, el movimiento, etc.).

- **No consideran que la gravedad tenga validez e influencia en todo el Universo.** Corolario: En general no se asignan a otros cuerpos las propiedades gravitatorias de la Tierra y además el alcance de la gravedad terrestre es muy limitado. Es decir, no hay gravedad en el espacio o es muy baja porque no llega hasta allí la gravedad terrestre; no hay gravedad en la Luna (porque no la tiene en sí o porque no tiene atmósfera); pueden existir otras atracciones en el Universo pero no son de tipo gravitatorias, las cuales son exclusivas de la Tierra; la influencia del Sol en el Sistema Solar no es determinante en cuanto a la dinámica aunque sí en cuanto a la energía; etc.
 - **Consideran que es posible anular o modificar la gravedad.** Corolario: Pueden existir zonas de no gravedad en las proximidades de la Tierra (donde están los astronautas) o en lugares en el Universo lejanos; los científicos pueden quitar la gravedad para realizar estudios; si pudiéramos gases en la Luna podríamos lograr que hubiera gravedad lunar; etc.
- ❖ **Existen muy pocos elementos astronómicamente correctos** (dispersos entre los distintos individuos y en general inconexos entre sí).
 - ❖ **Existen en general una gran carga de elementos antropocéntricos y teleológicos** (focalizados sobre la vida en la Tierra y sobre el funcionamiento de los fenómenos conocidos).
 - ❖ **No existen tendencias por edad, género, ocupación u otra variante.** Es decir, el grupo en general fue homogéneo en sus respuestas y es posible afirmar que comparten una gran cantidad de elementos propios de una cosmovisión que asigna a la gravedad las propiedades y características descritas en los puntos anteriores.

8.1.2. Con respecto a los Objetivos de la investigación

Desarrollo a continuación una muy breve evaluación del grado en que se lograron los Objetivos que me propuse inicialmente:

8.1.2.a. Realizar una exhaustiva búsqueda bibliográfica internacional para enmarcar la investigación propuesta de modo que las conclusiones tengan validez lo más amplia y relevante posible.

Según fuera desarrollado en el Capítulo 1, trabajé principalmente sobre setenta y tres (73) trabajos internacionales de investigación específicamente relacionados con el concepto de gravedad. Este importante número de referencias fueron obtenidas a través de distintos medios: cartas personales con los autores, consultas vía Internet, bases de datos (ENFIS, ERIC, DUIT et al.), buscadores especializados provistos por las propias revistas de investigación en Internet, viajes a centros de documentación y bibliotecas especializadas de nuestro país y el exterior, etc. La actualización de estas búsquedas llega hasta estos últimos meses del año 2005.

Cabe destacar que desde 1976 en que Nussbaum inicia este tipo de investigaciones sobre la noción de gravedad (no considero aquí las realizadas por Piaget con relación al peso), el número de trabajos publicados en todo el mundo no ha sido demasiado importante. Si se hace un cruce de referencias entre los trabajos consultados, el número de artículos allí citados que no he podido conseguir no representa un porcentaje crucial (en el sentido de poner en tela de juicio la base referencial de la Tesis), siendo muchos de estos faltantes nada más que "variaciones" (nuevas versiones, o presentaciones a revistas y congresos de alcance no internacional) de otros más importantes.

Así, considero que la base de referencias específicas, y su estado de actualización, sobre la cual trabajé ha sido muy satisfactoria y adecuada a los fines de esta Tesis, y considero además que la difusión futura del análisis bibliográfico realizado servirá para que otros investigadores realicen sus trabajos con una mejor base que la que yo mismo tuve cuando inicié mis estudios.

8.1.2.b. Relevar las ideas sobre el concepto de gravedad (terrestre y astronómica) en personas de Esquel según las siguientes características: chicos de 13/14 años; adolescentes de 17/18 años; adultos docentes de EGB; adultos no especialistas.

Considero que el conjunto de ideas relevado en esta investigación ha sido muy completo, exhaustivo en su estudio y de gran riqueza en la variedad y fundamentaciones dadas por los entrevistados.

Los resultados obtenidos coinciden ampliamente con lo reportado en los trabajos de investigación consultados, tanto en las particularidades de las ideas y explicaciones como en las variaciones por rango de edad. En algunos casos, por estar mi estudio dirigido fundamentalmente a las características astronómicas de la gravedad, han surgido ideas no reportadas en los trabajos citados (funcionamiento de la gravedad a gran escala, por ejemplo).

Por último, vale la pena aquí hacer dos aclaraciones: cabe destacar que mi trabajo no buscó analizar "modelos mentales" sino únicamente las visiones de mundo asociadas al concepto de gravedad (aunque cualquier estudio sobre los modelos mentales sobre la gravedad partiría seguramente de estudiar las concepciones sobre este concepto, con muchos puntos de contacto con esta investigación). Tampoco fue mi intención investigar sobre cómo implementar estrategias de cambio conceptual, ya que ello hubiera implicado acciones concretas en instancias de enseñanza. Sin embargo, parte de la importancia de los resultados obtenidos en esta Tesis radica en que podrán ser la base para futuros trabajos específicos que quizás otros investigadores realicen en modelos mentales y/o en cambio conceptual.

8.1.2.c. Caracterizar las visiones de mundo del grupo de personas participantes que engloben o abarquen sus concepciones sobre la gravedad.

Los trabajos internacionales consultados no han profundizado más allá de un relevamiento sistemático de las concepciones sobre la gravedad de las personas que participaron en los distintos estudios, habiendo en algunos casos importantes esfuerzos por lograr una comprensión de los procesos psicológicos más profundos (Nussbaum, 1979; Vosniadou et al., 1992; Vosniadou et al, 2005; Österlind, 2005; Straatemeier et alii, 2005.)

Sin embargo, en ningún caso se profundiza sobre las posibles consecuencias con respecto a cómo ven el mundo las personas que sostienen tal conjunto de concepciones sobre la gravedad, sólo llegando a proponerles a los entrevistados que resuelvan ciertas situaciones físicas a partir del conjunto de concepciones relevado (Vosniadou et al, 2005, entre otros).

Por esta razón, esta Tesis da un primer paso en la comprensión de las consecuencias que trae para el resto de la vida de una persona el hecho de haber construido cierto tipo de concepciones acerca de la gravedad. Este primer paso es, aunque valioso, muy preliminar ya que la presente investigación no agota ni satisface completamente la comprensión de las visiones de mundo gravitatorias. Quizás su principal valor radique en la "puerta abierta" para que otros investigadores incorporen en sus trabajos una perspectiva mayor, más abarcativa, que la tradicional veta sobre concepciones alternativas, etc., incorporando la visión de mundo como el campo más holístico desde el cual analizar los aprendizajes y el diseño posterior de las estrategias didácticas.

8.1.2.d. Realizar recomendaciones para la formación docente y para la implementación de nuevas estrategias didácticas en EGB y Polimodal que permitan el aprendizaje del concepto de gravedad de manera diferente a la actualmente en vigencia.

La presente Tesis ha dado un lugar muy importante a las proyecciones didácticas que pueden realizarse a partir de la investigación producida. Esto es así porque considero que las investigaciones educativas deben, en una u otra forma y grado, llegar finalmente a las aulas, a través tanto de materiales, de la formación docente, o del diseño de propuestas curriculares puestas luego a prueba en la práctica real.

Por esta razón, considero como muy satisfactorio el cumplimiento de este objetivo, ya que, según lo desarrollado en el Capítulo 7, las proyecciones didácticas de esta Tesis han sido abundantes y con variado grado de posibilidades reales de concretarse en un futuro cercano.

8.2. COMENTARIO FINAL

Podríamos interpretar todo lo desarrollado en esta Tesis desde una perspectiva no optimista. Es decir, si las visiones de mundo relacionadas al concepto de gravedad de las personas no evolucionan más allá de lo que ellos hayan construido al entrar en la adolescencia, y si además los resultados de los procesos educativos en distintos lugares del mundo demuestran no haber sido efectivos, si los medios de comunicación continúan propagando mensajes erróneos relacionados a la gravedad, tanto terrestre como espacial, si nuestro cuerpo sólo detecta ciertos efectos gravitatorios propios de estar sobre la superficie de un planeta y no la gravedad en sí misma, y si la propia naturaleza de la gravedad es inmanejable, ¿qué nos queda a quienes nos dedicamos a investigar y a educar a través de la Astronomía y la Física con relación a la gravedad?

Es interesante notar que una visión de mundo, en el sentido antropológico más amplio, "sirve para hacer avanzar o perpetuar la posición social de quienes la sostienen" (Kearney, 1984, p. 2), tanto como un paradigma permite a la comunidad de especialistas que lo sostienen trabajar sin preocupaciones, sin dudas y con gran seguridad (Kuhn, 1992) o como "una representación social compartida por los miembros de un grupo introduce un cierto prejuicio en su manera de ver las cosas y de actuar" (Moscovici, 2003). Es decir, una de las funciones más importantes de las visiones de mundo, de los paradigmas y de las representaciones sociales, cada uno de estos constructos en su ámbito específico (individual, de grupo de especialistas o social) es la de brindar cierta forma de comprender el mundo y de actuar con cierta confianza y seguridad en sí mismos, lo que da a su vez cierta fuerza a las nuevas acciones a emprender.

Sin embargo, son estas mismas características las que producen otro efecto, no deseado para la Educación en general y mucho menos para el caso de innovaciones como las necesarias para construir nuevas concepciones como las planteadas por esta Tesis. Ese efecto secundario de las visiones de mundo, los paradigmas y las representaciones sociales es el de convertirse en "obstáculos epistemológicos" (Bachelard, 2000). Es decir, la estabilidad que brinda una forma de ver el mundo produce cierto "aburguesamiento" de los aprendizajes y ello trae aparejado una gran inercia en cualquier intento por modificar ya no una visión de mundo completa sino simplemente una "idea alternativa".⁴⁹

⁴⁹ Desde otra perspectiva, puede relacionarse esto con la línea de los estudios interculturales (ver Nota al pie N°45, p. 182), en particular con los "riesgos" que existen al intentar cruzar los límites entre subculturas. Es decir, si quienes aprenden no pueden identificar elementos de la subcultura científica que sean valiosos para su propia subcultura, no se dará el proceso de "enculturación" (en el cual el pensamiento científico enriquece el pensamiento cotidiano) sino que se dará, por el peso de la autoridad escolar, etc., la "asimilación" (se aprende el contenido tradicional de la ciencia sin relación significativa con la subcultura propia, reemplazando o marginalizando las propias visiones por dominación "imperialista" de un conjunto de valores sobre otro) (Dumrauf, Ana, comunicación personal; Aikenhead, 1996).

Así, es posible reinterpretar aquel resultado de las investigaciones del Movimiento de Concepciones Alternativas que caracterizaba a las mismas como muy estables, persistentes y recurrentes en el tiempo, sobreviviendo a prácticamente cualquier intento educativo por modificarlas. Se podría afirmar entonces que el MCA estaba "rasgando la superficie" de algo mucho más estructural (en términos de Kearney) y más profundo: estaba mirando la evidencia superficial (las concepciones alternativas) de las visiones de mundo de la gente. Debajo de esa superficie existía una extensa y diversificada red de interconexiones, las cuales trascendían el ámbito específico de lo conceptual, debido esto a otra de las funciones de estos constructos: ser integradores de todos los campos de la vida (Cobern, 1991).

Recordemos el esquema de la Figura 2.6 en el que se muestra la dinámica de funcionamiento de las visiones de mundo.

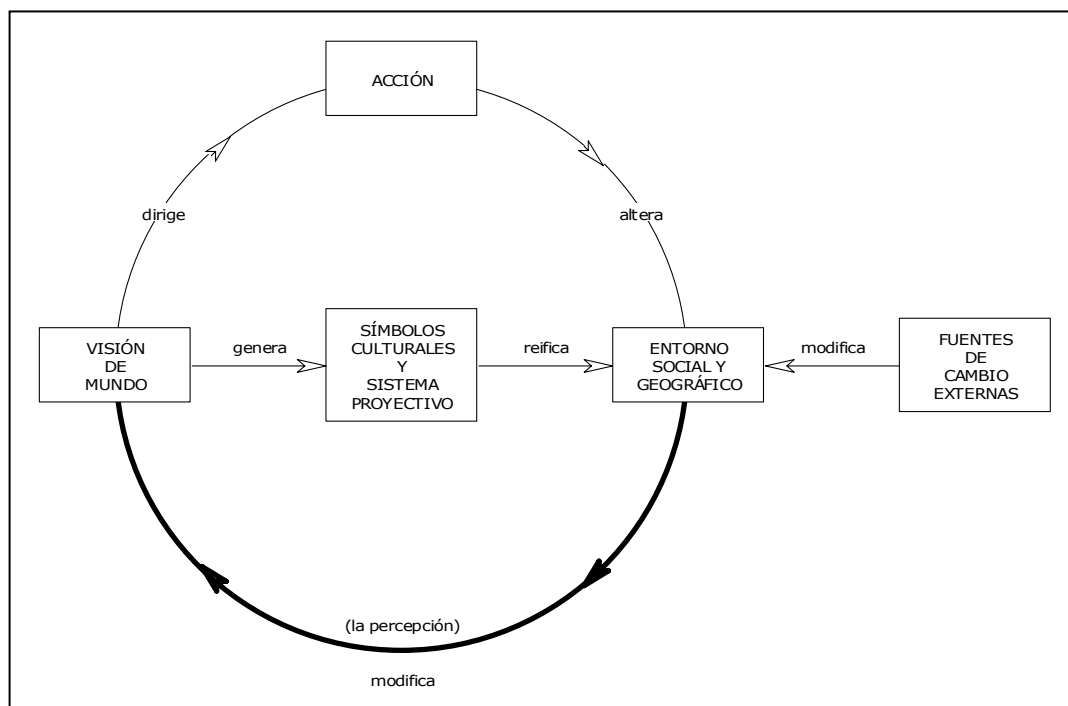


FIGURA 2.6
La interrelación dinámica entre el entorno material y social, la visión de mundo, el comportamiento sociocultural y los sistemas simbólicos de la cultura (en base a Kearney, 1984, p. 120)

En este esquema puede notarse claramente que de no existir las "fuentes de cambio externas" la dinámica de una visión de mundo termina estableciendo una especie de círculo vicioso, lo que a su vez lleva a la inercia que antes mencioné. Una vez establecidos los símbolos culturales y el sistema de proyecciones y reificaciones (o la ontización de Moscovici, ver punto 2.3.6.), y al no modificarse además el entorno social y geográfico (al menos en dos o tres generaciones, lapso de tiempo habitual sobre el que trabajamos los docentes), la acción cotidiana de las personas dirigida por sus visiones de mundo no variaría en lo esencial, estableciéndose una "rutina" (el aburguesamiento).

En el caso del concepto de gravedad, y tal como lo he demostrado en esta Tesis, el círculo vicioso se ve muy claro: prácticamente en todo el mundo los medios de difusión, los textos, el lenguaje escolar, etc., consideran ciertas concepciones acerca de la gravedad casi en forma unánime: dirigida a la superficie terrestre, sin que exista en la Luna o en el espacio donde el estado de movimiento es flotar a la deriva, y con posibilidades de bloquearla a discreción. Esta visión de mundo asociada a la gravedad satisface las necesidades de estabilidad e integración con el entorno de la mayoría de la gente independientemente de sus actividades en todo el mundo. ¿Por qué modificarla entonces? "¿Qué nos ofrecen a cambio?"⁵⁰

⁵⁰ Debemos comprender además que "es posible para la gente vivir efectivamente con visiones de mundo armadas a partir de imágenes y asunciones erróneas de la realidad física (comparadas con las imágenes y asunciones de alguna otra visión de mundo que es presumiblemente más válida)". (Kearney, 1984, p. 56)

Tanto es así, que prácticamente no se dan en la vida cotidiana oportunidades de poner en evidencia las "inconsistencias internas" y las "inconsistencias externas"⁵¹ de la visión de mundo gravitatoria de las distintas personas. Si así fuera, podría ponerse naturalmente en marcha el proceso descrito por Vosniadou (1994): como la "suspensión" y "revisión"⁵² de las suposiciones que dan lugar posteriormente a lo que ella denominó los "modelos sintéticos", híbridos con componentes tanto "ingenuos" como del conocimiento científico en la búsqueda de una persona por describir el mundo que la rodea.⁵³

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, es fundamental ser concientes de la inercia que produce una visión de mundo establecida y de que, como investigadores y como educadores, nos demos cuenta de que, a pesar de ello, es posible modificar tal visión de mundo y trabajar en consecuencia.

Una forma de tomar conciencia es a través de dispositivos como el presentado en esta Tesis, la denominada Frontera de Construcción Conceptual, pero ésta es sólo una herramienta útil a los fines y estilo de quien esto escribe. Seguramente habrán muchas otras herramientas con otros estilos y fines. Pero lo fundamental es que las haya, que los investigadores en Educación y los docentes inventen sus propias herramientas para ser ellos mismos y sus estudiantes concientes de cómo ven hoy el mundo y de qué manera es posible, con un trabajo siempre sistemático modificarlas.

Por último, podríamos preguntarnos si pensar distinto de las ideas dominantes en el mundo acerca de la gravedad, relevadas en parte en esta Tesis, es posible para el ser humano común (no para los especialistas o para los "genios" como Newton o Einstein). ¿Será posible desde la Educación lograr con el tiempo y con el diseño de procesos específicos que la gente "vea" el mundo distinto a lo puesto en evidencia en la presente investigación? ¿No será que ver el mundo con una visión newtoniana o einsteniana de la gravedad es para "personas distintas", casi para "fenómenos", y no para la normalidad de los humanos? Obviamente, yo no creo que así sea; creo que sólo es un problema de aprendizaje y de tiempo.

⁵¹ Las "inconsistencias internas" que pueden existir en una visión de mundo surgen de contradicciones entre sus propias asunciones o imágenes. Tales inconsistencias habitualmente resultan de asunciones de un período histórico retenidas en otro período en el cual un nuevo orden social ha generado un conjunto de asunciones diferente al anterior (Kearney, 1984, p. 58).

Las "inconsistencias externas" en una visión de mundo resultan cuando sus imágenes o asunciones se adaptan mal o son inapropiadas para la realidad que presumiblemente la visión de mundo debería reflejar. (Kearney, 1984, p. 54) Kearney da como ejemplo de una inconsistencia externa el proceso vivido en la época de Copérnico, expresando que son este tipo de inconsistencias las que, en el ámbito científico, dan lugar al reemplazo de una teoría por otra, citando para esto a Kuhn.

Hay por esto dos tipos de verdad en una visión de mundo. Primero, hay una verdad absoluta que tiene que ver con hechos empíricos, por ejemplo, asunciones acerca de la forma de la Tierra o si las brujas existen. Segundo, hay una verdad formal que tiene que ver con las relaciones entre asunciones, las cuales son consistentes o inconsistentes con cada una de las otras de acuerdo a principios lógicos básicos. Por ejemplo, si se asume que el mundo es un esferoide, luego se desprende que es potencialmente posible viajar alrededor de él, y viceversa. (Kearney, 1984, p. 61)

⁵² Vosniadou plantea (1984, p. 418) dos presupuestos básicos de los chicos sobre la Tierra y la gravedad. Tales presuposiciones son: el suelo sobre el que vive la gente es plano y la dirección de la gravedad es arriba/abajo (ésta lleva a que los objetos requieren soporte y entonces los objetos sin soporte caen en una dirección vertical hacia abajo). Los modelos mentales más básicos, "ingenuos", son contruidos a partir de estas dos presuposiciones y dan lugar, por ejemplo, al Estadio I de Nussbaum. Los modelos sintéticos surgen cuando las personas intentan reconciliar tales modelos ingenuos con los científica y culturalmente aceptados (Tierra esférica, etc.). Para la construcción de un modelo sintético, Vosniadou propone que las personas deben "suspender" (transitoriamente) la aplicación de las presuposiciones básicas para, más adelante, directamente "revisar" la validez de las mismas (reemplazándolas por otras presuposiciones). Este proceso lleva a modelos sintéticos cada vez más sofisticados, alejándose de la visión ingenua, hasta llegar a coincidir en gran medida con los modelos científicos (Estadio V de Nussbaum).

⁵³ Recordemos aquí que uno de los pasos recomendados en la época del Movimiento de Concepciones Alternativas y la posterior estrategia de Cambio Conceptual era proponer a los estudiantes experiencias o ejemplos que mostraran que sus propias explicaciones no eran suficientes para describir lo observado, suponiendo que esa "insatisfacción" traería como consecuencia el cambio conceptual (radical o evolutivo, según fuera la tendencia de los investigadores).

Farr (en Castorina, 2003, pp. 172-173) comenta que:

"...Moscovici señala que, al desarrollar una nueva teoría, el científico tiene una noción de la realidad en su mente. En cuanto comienza a hablar o a escribir acerca de la teoría, esta se convierte en una noción en la realidad... La brecha entre una idea expresada por una mente y la misma idea retomada e interpretada por otras puede abarcar siglos. ... Esta definición elemental de una representación social permite la existencia continua de una representación en alguna forma cultural o física durante un período en el cual no exista en la mente de nadie. Pueden ser libros que nadie lee y que permanecen en los anaqueles de una biblioteca o de un monasterio".

Es posible que el aprendizaje por parte de los individuos de los fundamentos o al menos de los aspectos más conspicuos de una teoría tarde décadas, como en el caso del Psicoanálisis, o centurias, como en el caso de la Revolución Copernicana y la Teoría de la Gravitación de Newton. Es difícil imaginar cuánto tardará el conocimiento de sentido común en incorporar elementos de la Teoría de la Relatividad; hemos festejado este año el centenario de tal teoría y aún es motivo de difíciles aprendizajes en aulas universitarias, sin que hayan elementos visibles de la misma en las visiones de mundo de la gente común, tal como el presente trabajo ha mostrado.

El científico creador de una teoría es un ser humano, uno más genéticamente hablando, pero uno que "vio distinto", nada más (y nada menos). Quiero decir con esto que, potencialmente, a todos los seres humanos nos es posible al menos aprender cómo vieron el mundo aquellos que, por muchas razones, pudieron ver distinto y quizás hacer nuestra esa visión, tanto individual como socialmente.

Nuestro trabajo como educadores y como investigadores será, sin dudas, generar las estrategias didácticas necesarias para que las representaciones sociales de nuestra comunidad y las visiones de mundo de las personas que la forman comiencen a tener elementos de tal forma relativista (en términos einstenianos) de ver el mundo; Farr (1986, p. 506), en otras palabras, expresa lo mismo:

"Cuanto más alejada se halle una nueva ciencia de la vida cotidiana, mayor será su necesidad de ser representada para convertirse en saber social".

Los resultados de la investigación realizada para la presente Tesis muestran (punto 8.1.) que la visión de mundo de las personas entrevistadas, en conjunto, no puede caracterizarse como newtoniana, ya que contiene elementos pre-newtonianos y hasta pre-galileanos. En términos de Moscovici (punto 2.3.8.), podríamos decir que la sociedad tiene una representación social de la gravedad pre-newtoniana (a nivel sociogenético), pero existen individuos en ella, habitualmente científicos, que pueden ser considerados la mayoría newtonianos y muchos einstenianos (a nivel ontogenético). Nuestro rol como educadores es lograr salvar esta enorme brecha que hace que la sociedad tenga limitada su conceptualización del universo, perdiendo belleza y profundidad en su forma de comprender la naturaleza, la tecnología, la historia, etc. Es decir, nuestro rol sería lograr la difusión de las ideas científicas a través de lo que Moscovici denominó la "microgénesis", focalizada en principio sobre otros educadores, potenciando su rol multiplicador.

¿Qué alternativas nos quedan para producir fuentes de cambio externas (en términos de Kearney) a las visiones de mundo relevadas? Las dos grandes influencias del entorno, como ya fue desarrollado, son las propiedades físicas de la gravedad y el medio socio-cultural, que incluye a la Educación.

Es claro que no podemos modificar en nada las propiedades de la gravedad, y por estar afectados por el campo gravitatorio terrestre no tenemos opción a sentir diferente a lo habitual (ver Capítulo 6). Quizás algún día, muchas generaciones en el futuro, cuando la vida en el espacio sea una realidad, los chicos comprendan qué es la Flotación Gravitacional Libre y no haya mayores problemas para diferenciar peso de gravedad, etc. Lamentablemente, no estaremos allí para ser parte de tan interesante posibilidad.

Por esto, sólo nos queda diseñar didácticas específicas que incorporen los resultados de estudios como el presente, con vistas a la modificación de las visiones de mundo de las personas que aprenden en nuestras aulas, y así, muy lentamente, las representaciones sociales de la comunidad en general irán evolucionando hasta poder considerarlas "newtonianas", acortando la brecha entre el conocimiento de sentido común y el científico.⁵⁴

El siguiente esquema muestra la posibilidad de estas dos fuentes de cambio externas:

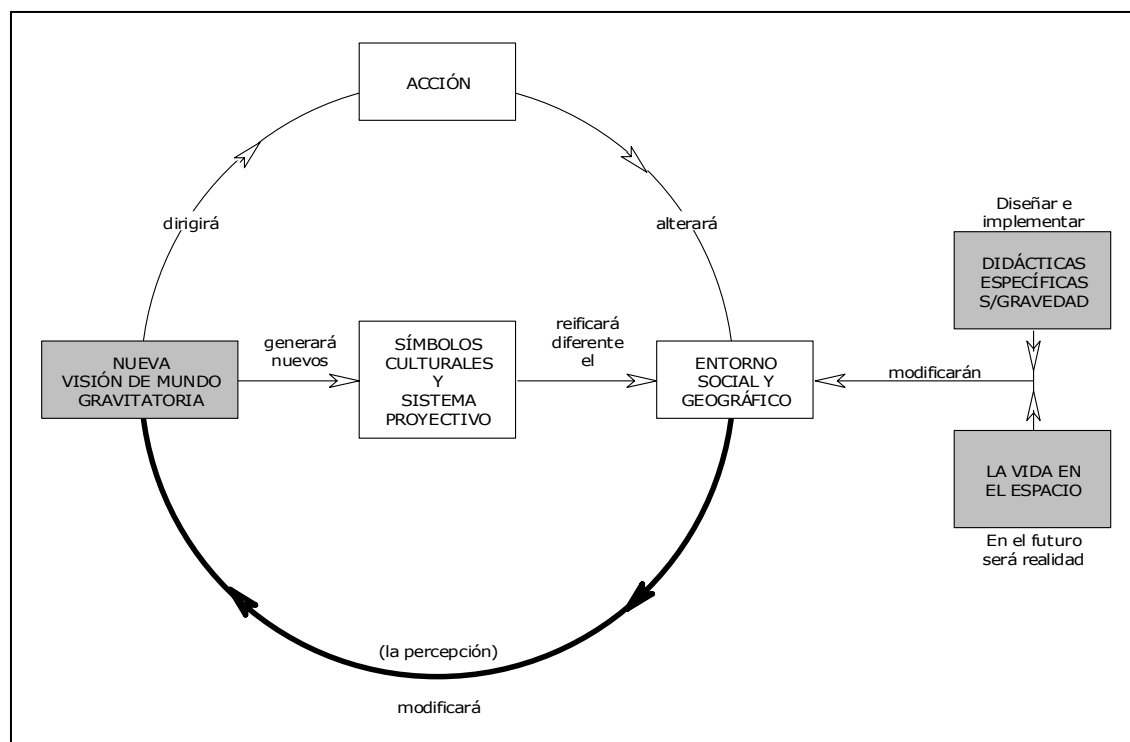


FIGURA 8.1
Nuevas fuentes externas de cambio: la vida en el espacio y el diseño de didácticas específicas

⁵⁴ El actual conocimiento de sentido común más básico, surgido de lo vivencial, es seguramente muy similar al de antes de los griegos (suelo plano y los objetos con tendencia a caer verticalmente). ¿Cuál sería el conocimiento "científico" de aquel entonces? Según Moscovici, la brecha entre ambos conocimientos era relativamente chica (la caída de los cuerpos vs. el estudio de los "graves"). Tal brecha ha ido aumentando gradualmente a medida que las teorías científicas se alejaron de la percepción y del sentido común, hasta llegar a la actualidad en que la Teoría de la Relatividad prácticamente no contiene ningún elemento de lo perceptible o vivencial de la gente común. Esto da lugar a que existan tanta variedad de modelos sintéticos, muchos más que los detectados por Nussbaum y Vosniadou en sus trabajos originales. En el futuro, quizás con chicos nacidos en estaciones espaciales, lo vivencial será lo que hoy es científico (¿Nussbaum V?) y lo científico quizás será la curvatura del espacio-tiempo. ¿Cuáles serían los sintéticos? Ya veremos. Pero dado que el individuo se inserta en un contexto dado, es hijo de su tiempo y de sus vivencias, al cambiar la cultura el proceso de construcción conceptual no será el mismo que antes y los sintéticos serán siempre diferentes a lo que hoy conocemos.

Finalmente, no debemos olvidar que las investigaciones educativas deberán en última instancia tratar sobre los conceptos (el de gravedad, y los relacionados con éste como peso, masa, etc.), tanto sobre el proceso de formación como de su evolución y de la estructuración en sistemas de organización jerárquica, ya que en definitiva:

“Una visión de mundo es ... una combinación integrada de conceptos, típica de una sociedad particular, que tiene que ver con la naturaleza de las cosas que los seres humanos necesitan conocer para obrar satisfactoriamente. ... en síntesis, con lo que estamos tratando es con un conjunto de procesos jerárquicos los cuales en un extremo tienen que ver con la recepción física de información del entorno y, en el otro extremo, tienen que ver con la más alta abstracción de estas sensaciones primarias. En cada nivel, la información del entorno es recibida y ajustada en las estructuras pre-existentes (esquemas, mapas cognitivos, imágenes, asunciones, etc.) que determinan cuánta información puede ser recibida y como va a ser organizada, las que a su vez serán alteradas por la información recibida. En cada nivel, la organización de estas estructuras cognitivas depende de su estado previo... La percepción y la visión de mundo son por esto productos de la realidad, de la mente, de la acción y de la historia”. (Kearney, 1984, pp. 46-47)

8.3. COMENTARIO FINAL DE NETO CORTE AFECTIVO

Antes de finalizar esta Tesis quiero hacer algunos comentarios sobre mis aprendizajes durante estos estudios de post graduación. Le pido al Lector que, habiendo ya llegado hasta esta página, tenga un poco más de paciencia y comparta mis reflexiones, aunque éstas sean más que nada de corte afectivo.

Considero que cuando uno emprende este tipo de desafíos existen muchos otros logros y aprendizajes, no sólo académicos sino fundamentalmente personales, que hacen que un proceso tan largo y sacrificado tenga sentido más allá de que finalmente se satisfaga el objetivo básico de obtener el título de Doctor. Considero además que en el caso de quienes nos dedicamos a la Educación esos otros aprendizajes son quizás los más trascendentales ya que nos permiten mirar a los demás, a nuestra tarea y al futuro con un poco más de “sabiduría” respecto de cómo éramos antes de vivir esta etapa, y así seguramente seremos mejores educadores.

Cuando hace muchos años pensaba en un doctorado imaginaba un proceso en el cual uno estudiaba e investigaba sobre algún tema de su gusto, orientado y ayudado por colegas ya formados, ganando conocimiento sobre determinada área y poniendo a prueba alguna hipótesis, de cuyo resultado obtendría cierta solvencia y madurez académica, y al finalizar uno quedaría con una sensación de “etapa concluida”.

Pues bien, ya finalizando esta Tesis mi sensación es otra. Si bien es cierto que elegí un tema de investigación que me apasiona y que fui acompañado por muchos amigos que me fueron ayudando a formarme a través de su guía (críticas, discusiones, etc.), no tengo de ningún modo la sensación de “etapa concluida”.

Muy por el contrario, a medida que fui estudiando y profundizando en las áreas elegidas para mi formación, fui encontrando grandes zonas de interés, imposibles de ser satisfechas durante el proceso de esta Tesis. Así, hoy día me encuentro finalizando un enorme trabajo (al menos así lo fue para mi) y con la sensación de que “esto recién empieza”. ¿Cuáles fueron las zonas de interés que encontré y que me marcarán futuros caminos de búsqueda?

En concreto, fueron las siguientes:

- ✎ Descubrí la posibilidad de pensar las teorías de Piaget, Ausubel y Vygotsky de manera interrelacionada, buscando comprender qué puntos de contacto y de diferenciación tienen entre sí, pero seguro de que tal posibilidad es cierta. Y comprendí también que la Didáctica de la Astronomía es un campo aún inexplorado, que permitiría comprender procesos que ocurren en la construcción conceptual y no son puestos en evidencia al estudiar otras áreas de contenido (como la abstracción espacial y temporal, por ejemplo).
- ✎ Al recorrer la Historia, me maravillé de ver a tanta gente trabajando en búsqueda de ciertas ideas y conocer sus brillantes artilugios para explicar lo observado. Como educador es bueno a veces ubicarse y ubicar a nuestros alumnos en el pasado y comprender de qué manera se investigaba (y se educaba) en una época cualquiera, como por ejemplo a mediados del S. XIX en la época de Faraday. Es importante darnos cuenta de que Faraday trabajaba con elementos muy sencillos y casi sin aparato matemático, y sin embargo fue uno de los pensadores más brillantes de la Historia, siendo buena parte de lo que hoy disfrutamos en el mundo actual el resultado de sus ideas. Asimismo, fue Faraday quien realizó los experimentos quizás más hermosos y creativos en la búsqueda de una relación entre la gravedad y la electricidad, el magnetismo y la luz. Hoy día pareciera que el trabajo de investigación en Física y Astronomía requiere de mentes cada día más especiales, que puedan manejar ciertos aparatos matemáticos y tecnológicos que podrían asustar a los jóvenes que miran a esas ciencias como su horizonte deseado. Dependerá también de nosotros los educadores el que comencemos a transformar cierta "aura" que rodea al quehacer científico y contribuir a que los científicos sean especialistas, por supuesto, pero sin que olviden la creatividad y la sencillez de saber imaginar nuevos rumbos aún sin elementos sofisticados, tal como lo hiciera Faraday; así, la Comunidad dejará de ver a la Ciencia como algo extraño, lejano, exitista.
- ✎ Disfruté también con la pasión que han puesto quienes intentaron explicar los procesos de evolución de las teorías científicas, y aprendí cómo es posible interpretar hechos de la Historia de muchas maneras distintas. Cuánta falta hace que las carreras más clásicas dentro de las Ciencias Naturales (Física y Astronomía, en especial) formen a sus jóvenes con una concepción epistemológica, lo que les dará sin dudas perspectiva de quienes son como científicos y del lugar y responsabilidad de su disciplina en la Comunidad. Identifiqué mucho mejor qué corriente epistemológica había recibido en mi formación como astrónomo, aunque fuera de hecho y no conscientemente ni explicitada, y cuánto de eso influyó en el proceso de formación como profesor años después. Hoy sé que Popper tiene sus límites, cuando joven no sólo no sabía de Popper sino que creía que nuestra forma de desarrollar el conocimiento era "la" forma y así lo enseñé durante mis primeros años como docente.
- ✎ Esta Tesis me dio la posibilidad de profundizar en la teoría de Kuhn, lo que he disfrutado enormemente y que me deja grandes inquietudes para el futuro. La posibilidad cierta de analizar la evolución conceptual en el aprendizaje de las personas a partir de un planteo similar al realizado por Kuhn para las comunidades científicas es uno de los temas que más me interesan para continuar trabajando. Más aún porque considero que muchos investigadores han sobre-utilizado la teoría de Kuhn en el ámbito educativo, mal interpretando muchas de las bases fundamentales de la misma, lo que trajo una reacción adversa y un regreso a la utilización de explicaciones de tipo popperianas o lakatosianas, sin haberse dado aún una profunda y fundamentada discusión sobre cuál es la posibilidad que nos brinda Kuhn a los educadores.
- ✎ El trabajo sobre Kuhn me dio también la posibilidad de comprender que existen formas de integrar sus desarrollos con los de Popper y Lakatos, y me alegré de ganar de todos ellos su riqueza y no quedarme con pedazos inconexos por verlos como antagonistas.

✦ La teoría de la Relatividad siempre fue un horizonte lejano; posible, claro, pero muy muy lejano. Aunque en mi formación de grado estudié esta teoría en varias asignaturas, nunca pude “hacerla mía” como sí considero que a esta altura lo es en buena medida la teoría de Newton. Comenzar a estudiar la Relatividad desde otro lugar, acercándome a ella desde la gravedad, me dio mayor confianza y me permitió disfrutar más que antes y saber que es posible aquel horizonte, cada vez menos lejano. Como educador siempre he expresado que no existe contenido que no pueda enseñarse, y que nuestra función es saber diseñar las didácticas específicas para que tal contenido pueda ser aprendido por quien corresponda. Recién ahora puedo animarme a pensar en la posibilidad de generar una transposición de los elementos gravitatorios de la Relatividad para su enseñanza en niveles educativos no universitarios. No es trivial tal “despertar”, se trata de intentar acompañar a otros en el larguísimo proceso de un cambio de cosmovisión, de una nueva forma de concebir el espacio, el tiempo, la materia y la gravedad (no se trata sólo de enseñar la “paradoja de los gemelos”).

✦ Quizás el aprendizaje que mayor impacto ha tenido sobre mi propia evolución como profesional haya sido haber iniciado mi acercamiento a las teorías de visión de mundo de Michael Kearney, con la utilización de la misma a los fines educativos en Ciencias Naturales hecha por William Cobern. El concepto de visión de mundo, propio de la Antropología, está fuertemente relacionado con las representaciones sociales de Serge Moscovici y con los paradigmas de Thomas Kuhn, de quien yo ya tenía una fuerte influencia. Sin embargo, tanto como una visión de mundo es completamente globalizadora de la experiencia de vida de una persona, así mismo la incorporación de esta teoría a la Investigación en Educación en Astronomía, cual es mi especialidad, me brinda la posibilidad de nuevos rumbos, prácticamente inexplorados en nuestra comunidad científica, con una potencialidad de transferencia didáctica enorme, ya que además contiene dimensiones afectivas, psicológicas, sociales y conceptuales que antes o bien estaban fragmentadas o en el peor de los casos ni siquiera se las tomaba en cuenta.

✦ Por último, mi investigación me demostró, me confirmó mejor dicho, que el desarrollo didáctico es posible, y que además es necesario. Los docentes entrevistados me expresaban su interés y su apoyo a que se realicen investigaciones sobre cómo ciertos temas pueden ser tratados en las aulas de maneras distintas y buscando mejores aprendizajes. La pregunta es quiénes deben recorrer ese camino, y la respuesta es que si no lo recorremos nosotros, profesionales universitarios, que tenemos la posibilidad de investigar y de correr ciertos “riesgos” académicos, seguramente los docentes “atrapados” por las aulas cotidianas nunca lo podrán hacer.

Finalmente, y ahora sí para concluir, quiero compartir con el Lector una frase que me acompaña siempre:

***“Vivir como si se fuera a morir mañana.
Aprender como si se fuera a vivir por siempre.”***

¡Ojalá tengamos muchos años de vida por delante para compartir nuestros aprendizajes!

CUARTA PARTE

BIBLIOGRAFÍA Y ANEXO

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

BIBLIOGRAFÍA DIRECTAMENTE RELACIONADA CON EL CONCEPTO DE GRAVEDAD

1. AFONSO LÓPEZ, R., BAZO GONZÁLEZ, C., LÓPEZ HERNÁNDEZ, M., MACAU FÁBREGA, M. D., RODRÍGUEZ PALMERO, M. L., 1995. "Una aproximación a las representaciones del alumnado sobre el universo". *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (3), 327-335.
2. AGAN, Lori, SNEIDER, Cary, 2004. "Learning about the Earth's Shape and Gravity: A guide for teachers and curriculum developers". *The Astronomy Education Review* (e-journal), 2 (2), 29 pp.
3. ALBANESE, A., DANHONI NEVES, Marcos Cesar, VICENTINI, Matilde, 1995. "Models in science and in education: a critical review of research on students's ideas about the Earth and its place in the Universe". 3rd. International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Minn., USA. 11 pp.
4. ARNOLD, Paul, SARGE, Ann, WORRALL, Lisa, 1995. "Children's knowledge of the earth's shape and its gravitational field". *Int. J. Sci. Educ.*, 17 (5), 635-641.
5. BAR, Varda, ZINN, B., RUBIN, E., 1997. "Childrens' ideas about action at a distance". *Int. J. Sci. Educ.*, 19 (10), 1137-1157.
6. BAR, Varda, ZINN, Barbara, 1992. "The development of children's concepts of weight and gravity". *Proceedings of GIREP '91: Teaching about reference frames from Copernicus to Einstein*. 344-347.
7. BAR, Varda, ZINN, Barbara, GOLDMUNTZ, Rivka, SNEIDER, Cary, 1994. "Children's concepts about weight and free fall". *Science Education*, 78 (2), 149-169.
8. BAXTER, John, 1989. "Children's understanding of familiar astronomical events". *Int. J. Sci. Educ.*, 11 Sp. Issue, 502-513.
9. BERG, Terrance, BROUWER, Wytze, 1991. "Teacher awareness of student alternate conceptions about rotational motion and gravity". *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (1), 3-18.
10. BLACK, Alice, 2004. "Relationship of Earth Science misconceptions and conceptual understanding with three types of spatial abilities in university non-science majors". *Proceedings of NARST 2004 Conf.*
11. BRICKHOUSE, Nancy, DAGHER, Zoubeida, SHIPMAN, Harry, LETTS, William, 2000. "Why things fall: evidence and warrants for belief in a college Astronomy course". *Improving Science Education*. Millar-Leach-Osborne (Eds.), Open University Press. 11-26.
12. CAMINO, Néstor, 2005. "Concepciones sobre la gravedad en estudiantes de magisterio y docentes de EGB". *Memorias REF XIV*. ISBN 987-22472-0-XREF14. 15 pp.
13. CAMINO, Néstor, 2005. "El concepto de gravedad en algunos artículos de investigación". *Memorias REF XIV*. ISBN 987-22472-0-XREF14. 10 p.
14. CAMINO, Néstor, MARTÍNEZ, Juan Manuel, 2005. "Algunas concepciones sobre la gravedad en la Luna". *Memorias REF XIV*. ISBN 987-22472-0-XREF14. 6 p.
15. CASTIGLIA, Delia, NOCE, Grazia, OLIVIERI, Giovanni, 1982. "Modelli di Terra e forza di gravità. Un'indagine preliminare in quarta elementare. Parte prima". *DDS Laboratorio didattico*, 57-61.
16. DOMÉNECH BLANCO, José Luis, DOMÉNECH PASTOR, Ángeles, 1990. "La barrera cielo/tierra aún existe. (Contra el cambio conceptual puntual)". *Tesis de Maestría en Didáctica de las Cs. Universitat de Valencia*. 99 pp.
17. DOSTAL, Jack Alan, 2005. "Students concepts of gravity". *Thesis for the degree of Master in Science*. Iowa State Un., 84 pp.
18. EHRLÉN, Karin, 2002. "The problem of pictures when studying children's conception of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 74-79.
19. GALILI, Igal, 1993. "Weight and gravity: teachers' ambiguity and students' confusion about the concepts". *Int. J. Sci. Educ.*, 15 (2), 149-162.
20. GALILI, Igal, 2001. "Weight versus gravitational force: historical and educational perspectives". *Int. J. Sci. Educ.*, 23 (10), 1073-1093.
21. GALILI, Igal, BAR, Varda, 1997. "Children's operational knowledge about weight". *Int. J. Sci. Educ.*, 19 (3), 317-340.
22. GALILI, Igal, KAPLAN, Dov, 1996. "Students' operations with the weight concept". *Science Education*, 80 (4), 457-487.
23. GALILI, Igal, LEHAVI, Y., 2003. "The importance of weightlessness and tides in teaching gravitation". *Am. J. Phys.*, 71 (11), 1127-1135.

24. GUNSTONE, Richard, WHITE, Richard, 1980. "A matter of gravity". *Research in Science Education*, 10, 35-44. (el mismo artículo fue también publicado como GUNSTONE, Richard, WHITE, Richard, 1981. "Understanding of gravity". *Science Education*, 65 (3), 291-299.
25. HANNUST, Trijn, KIKAS, Eve, 2002. "Five- and seven- year old children's concepts of the earth and the influence of experimental teaching on these concepts". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 176-183
26. IOANNIDES, Ch., VOSNIADOU, Stella, 2001. "The changing meanings of force". *Cognitive Science Quarterly*, 2 (1), 227-67.
27. KLEIN, Carol, 1982. "Children's concepts of the Earth and the Sun: a cross cultural study". *Science Education*, 65 (1), 95-107.
28. LANCIANO, Nicoletta, 1989. "Ver y hablar como Tolomeo y pensar como Copérnico". *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (2), 173-182.
29. LANCIANO, Nicoletta, 1996. "L'analisi delle concezioni e l'osservazione in classe: strumenti per la definizione degli obiettivi educativi e delle strategie pedagogiche per l'insegnamento dell'Astronomia nella scuola elementare in Italia". Tesis doctoral, N°235, Universidad de Ginebra, Suiza. 313 pp. +Allegati.
30. LLANCAQUEO, Alf., CABALLERO, Concesa, MOREIRA, Marco Antonio, 2003. "El concepto de campo en el aprendizaje de la física y en la investigación en educación en ciencias". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), 29 pp.
31. MALI, Ganesh, HOWE, Ann, 1979. "Development of Earth and Gravity concepts among Nepali children". *Science Education*, 63 (5) 685-691.
32. MAYER, Michela, 1987. "Common sense knowledge versus scientific knowledge: the case of pressure, weight and gravity". *Proceedings of the 2nd. International Seminar: Missconceptions and educational strategies in Science and Mathematics*, Cornell, USA. 299-310.
33. NARDI, Roberto, 1994. "História da ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força". *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 101-106.
34. NARDI, Roberto, CARVALHO, Ana María Pessoa, 1996. "Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta terra". *Investigações em Ensino de Ciências*, 1 (2), 13 pp.
35. NARDI, Roberto, CARVALHO, Ana María, 1990. "A genese, a psicogenese e a aprendizagem do conceito de campo; subsidios para a contrucao do ensino desse conceito". *Cad. Cat. Ens. Fis.*, 7 Esp., 48-69.
36. NOBES, Gavin, MARTIN, Alan, PANAGIOTAKI, Georgia, 2002. "Picturing the world: children's understanding of the earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 81.
37. NOCE, Grazia, TOROSANTUCCI, G., VICENTINI, Matilde, 1986. "Peso, aria e gravitá: rappresentazioni mentali a vari livelli di età". *La Fisica nella Scuola*, XIX (4), 242-251.
38. NOCE, Grazia, TOROSANTUCCI, G., VICENTINI, Matilde, 1988. "The floating of objects on the Moon: prediction from a theory or experimental facts?" *Int. J. Sci. Educ.*, 10 (1), 61-70.
39. NOCE, Grazia, VICENTINI, Matilde, 1982. "Investigation of the common sense knowledge of adults: gravity and light". *World views in science education*, Wanehoo, V., (ed.), Oxford IBH P. Co. 305-315.
40. NUSSBAUM, Joseph, 1979. "Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study". *Science Education*, 63 (1), 83-93.
41. NUSSBAUM, Joseph, 1986. "Students' perception of astronomical concepts". *Proceedings of the GIREP Conference 1986*, 87-97.
42. NUSSBAUM, Joseph, 1987. "Classroom conceptual change: the lesson to be learned form the History of Science". *Proceedings of the 2nd. International Seminar: Missconceptions and educational strategies in Science and Mathematics*, Vol. III. 272-281.
43. NUSSBAUM, Joseph, 1989. "La Tierra como cuerpo cósmico". *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Driver-Guesne-Tiberghien, A., Morata., 259-290.
44. NUSSBAUM, Joseph, NOVAK, Joseph, 1976. "An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews". *Science Education*, 60 (4), 535-550.
45. ÖSTERLIND, Karolina, 2002. "Concept formation as a process of general assimilation and differentiation: an investigation of children's conceptions of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 166-175.
46. PALMER, David, 2001. "Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity". *Int. J. Sci. Educ.*, 23 (7), 691-706.
47. RAYO, H., 1993. "Gravedad: algunos tópicos sobre el pensamiento científico de los alumnos de BUP y COU". *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra (IV Cong.), 277-278.
48. REYNOSO, Elaine, FIERRO, Enrique, TORRES, Gerrdo, VICENTINI-MISSONI, Matilde, PÉREZ DE CELIS, Josefina, 1993. "The alternative frameworks presented by Mexican students and teachers concerning the free fall of bodies". *Int. J. Sci. Educ.*, 15 (2), 127-138.
49. ROALD, Ingvild, MIKALSEN, Oyvind, 2000. "What are the Earth an the heavenly bodies like? A study of objectual conceptions among Norwegian deaf and hearing pupils". *Int. J. Sci. Educ.*, 22 (4), 337-355.

50. RUGGIERO, S., CARTELLI, A., DUPRE, F., VICENTINI, Matilde, 1985. "Weight, gravity and air pressure: mental representation by italian middle school pupils". *Eur. J. Sci. Educ.*, 7 (2), 181-194.
51. SELMAN, Robert, KRUPA, Michael, STONE, Carolyn, JAQUETTE, Daniel, 1982. "Concrete operational thought and the emergence of the concept of unseen force in children's theories of electromagnetism and gravity". *Science Education*, 66 (2), 181-194.
52. SEQUEIRA, M., LEITE, L., DUARTE, Ma. C., 1989. "Concepciones alternativas sobre a queda dos graves. Propostas para estrategias de ensino". *Enseñanza de las Ciencias*, Núm. Extra (III Cong.), 261-262.
53. SHARP, John, 1996. "Children's astronomical beliefs: a preliminary study of Year 6 children in south-west England". *Int. J. Sci. Educ.*, 18 (6), 685-712.
54. SIEGAL, Michael, BUTTERWORTH, George, NEWCOMBE, Peter, 2004. "Culture and children's cosmology". *Developmental Science*, 7 (3), 308-324.
55. SKOPELITI, Irini, IKOSPENTAKI, Kalliopi, VOSNIADOU, Stella, 2002. "The influence of external representations on children's models of the Earth". *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 80 (abstract).
56. SNEIDER, Cary, OHADI, Mark, 1998. "Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity". *Science Education*, 82, 265-284.
57. SNEIDER, Cary, PULOS, Steven, 1983. "Children's cosmographies: understanding the Earth's shape and gravity". *Science Education*, 67 (2), 205-221.
58. STEAD, Keith, OSBORNE, Roger, 1980. "What is gravity? Some children's ideas". *New Zealand Science Teacher*, 30, 5-12.
59. STIPCICH, María Silvia, 2004. "Significados del concepto de interacción gravitatoria en estudiantes de nivel polimodal y puesta en práctica de una propuesta didáctica respecto a dicho concepto". Universidad de Burgos. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. Programa internacional de Doctorado. *Enseñanza de las Ciencias*. Departamento de Didácticas Específicas. Inédita. 277 pp.
60. STRAATEMEIER, Marthe, VAN DER MAAS, Han L. J., JANSEN, Brenda R., 2005. "Children's Knowledge of the Earth: New Evidence for the Fragmentation Account". Preprint, 75 pp.
61. TÄHTINEN, Juhani, HALLIKAINEN, Hallikainen, 2002. "Finnish children's conceptions of the Earth and of the day and night cycle and the development of these conceptions: are they mental models?" *Proceedings of the 3rd European Symposium on Conceptual Change*. 62-73.
62. TREAGUST, David, 1989. "An approach for helping students and teachers diagnose misconceptions in specific science content areas". *Curtin Un. Of Technology, Perth, Australia*, 512-523. (prácticamente el mismo artículo fue también publicado como TREAGUST, David, 1989. "The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science". *American Education Research Association*, 16 pp.)
63. TREAGUST, David, SMITH, Clifton, 1986. "Secondary students' understanding of the solar system: implications for curriculum revision". *Proceedings of the GIREP Conference 1986*, 363-368.
64. TREAGUST, David, SMITH, Clifton, 1989. "Secondary students' understanding of gravity and the motion of planets". *School Science and Mathematics*, 89 (5), 380-391.
65. VICENTINI-MISSONI, Matilde, 1981. "Earth and gravity: comparisons between adults' and children's knowledge". *Proceedings of and international Workshop on Students' Representations of Physics and Chemistry Knowledge*, Un. of Frankfurt. 234-253.
66. VOSNIADOU, Stella, 1991. "Conceptual development in Astronomy". Glynn-Yeanny-Britton (Eds.), *The psychology of learning science*, Lawrence-Erlbaum, 149-177.
67. VOSNIADOU, Stella, 1994. "Universal and culture-specific properties of children's mental models of the Earth". Hirshfeld, L., Gelman, S., (eds.), *Mapping the Mind*, Cambridge Un. Press, 412-430.
68. VOSNIADOU, Stella, BREWER, William, 1992. "Mental models of the Earth: A study of conceptual change in childhood". *Cognitive Psychology*, 535-585.
69. VOSNIADOU, Stella, SKOPELITI, I., IKOSPENTAKI, K., 2004. "Modes of knowing and ways of reasoning in elementary Astronomy". *Cognitive Development*, 19, 203-222.
70. VOSNIADOU, Stella, SKOPELITI, Irini, 2005. "Developmental Shifts in Children's Categorizations of the Earth". Preprint, 6 p.
71. WATTS, Michael, 1982. "Gravity, don't take it for granted". *Physics Education*, 17, 116-121.
72. WATTS, Michael, GILBERT, John, 1982. "Appraising the understanding of science concepts: "Gravity"". Dept. of Educ. Studies. Un. of Surrey. Guildford. UK. *Educational Studies*. 57 pp.
73. WEBB, Linda, MORRISON, Ian, 2000. "The consistency of primary children's conceptions about the Earth and its gravity". *School Science Review*, 81 (296), 99-103.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL NO ESPECÍFICA DEL CONCEPTO DE GRAVEDAD

1. ÁLVAREZ, Mauricio, 2002. "Teoría de las Representaciones Sociales de Serge Moscovici: Algunas Consideraciones Críticas". Presentación en el 3er Encuentro Metropolitano de Psicología Social "Tradiciones de la Psicología Social y Relevancia Nacional", Seminario de Psic. Social de la Escuela de Psicología de la Un. Bolivariana. <http://members.fortunecity.es/matiasasun/mosco5encuentro.html>
2. AIKENHEAD, Glen S., 1996. "Science Education: Border Crossing into the Subculture of Science". *Studies in Science Education*, vol. 27, pp. 1-52. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/ssebordr.htm>
3. AIKENHEAD, Glen S., 1997. "Towards a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum". *Science Education*, Vol. 81, pp. 217-238. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/firstnat.htm>
4. JEGEDE, O., AIKENHEAD, Glen S., 1999. "Transcending Cultural Borders: Implications for Science Teaching". *Journal for Science & Technology Education*, Vol. 17, pp. 45-66. <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/RSTE.htm>
5. AIKENHEAD, Glen S., 2002. "Whose Scientific Knowledge? The Colonizer and the Colonized". En Roth, Wolff-Michael and Désautels, Jacques (Eds.), *Science Education as/for Sociopolitical Action*. Pp. 151-166. http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/science_ed.htm
6. ARAYA UMAÑA, Sandra, 2002. "Las representaciones sociales: Ejes teóricos para su discusión". CUADERNO DE CIENCIAS SOCIALES 127, Sede Académica, Costa Rica. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). <http://www.flacso.or.cr/fileadmin/documentos/FLACSO/Cuaderno127.pdf>
7. ARCÁ, María, GUIDONI, Paolo, MAZZOLI, P., 1990. *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Ed. Paidós, Barcelona, España.
8. AULT, C., NOVAK, J., GOWIN, B., 1988, "Constructing Vee maps for clinical interviews on energy concepts". *Sci. Ed.*, vol. 72, num. 4, pp. 515-545.
9. AUSUBEL, D., 2002. *Adquisición y retención el conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Ed. Paidós, Buenos Aires, Argentina.
10. AUSUBEL, D., NOVAK, J., HANESIAN, H., 1983. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas, Segunda edición, México.
11. AUSUBEL, D., SULLIVAN, E., 1983. *El desarrollo infantil. Tomo III: Aspectos lingüísticos, cognitivos y físicos*. Ediciones Paidós, Barcelona, España.
12. BACHELARD, Gaston, 2000. *La formación del espíritu científico*, México: Siglo XXI Eds., 23ª Ed.
13. BAILEY, Janelle, SLATER, Timothy, 2004. "A review of Astronomy Education Research". *Astronomy Education Review (e-journal)*, Vol. 2, Issue 2, sept. 2003-Jan. 2004. 26 páginas.
14. BANCHS, María Auxiliadora, 2000. "Aproximaciones procesuales y estructurales al estudio de las representaciones sociales". *Papers on social representations*, vol. 9, pp. 3.1-3.15. Peer Reviewed Online Journal. http://www.psr.jku.at/PSR2000/9_3Banch.pdf .
15. BANKS-LEITE, Luci, 1997. *Percursos piagetianos*. Cortez Editora, SP, Brasil.
16. BENLLOCH, Montse, 1993. *La génesis de las ideas sobre la composición de la materia*. Tesis doctoral, Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona, España.
17. BENLLOCH, Montse, 1997. *Desarrollo cognitivo y teorías implícitas en el aprendizaje de las ciencias*. Editorial Visor, Madrid, España.
18. BERKSON, William, 1985. *Las teorías de los campos de fuerza. Desde Faraday hasta Einstein*. Alianza Universidad, Madrid. Segunda Edición.
19. BLEGER, J., 1985, *Temas de psicología*. Cap. Método Clínico. Ed. Nueva Visión SAIC, Bs. As., Argentina.
20. BOIDO, Guillermo, (inédito). "Arrianismo y éter en el último Newton: triste, solitario y final".
21. BOIDO, Guillermo, 1996. *Noticias del planeta tierra. Galileo Galilei y la revolución científica*. A-Z Editora, Buenos aires.
22. BOIDO, Guillermo, FLICHMAN, Eduardo, (inédito). "Dos corrientes en la tradición mecanicista: el caso Newton".
23. BOIDO, Guillermo, FLICHMAN, Eduardo, (inédito). "La tragedia del Mecanicismo en el siglo XIX".
24. CAMINO, Néstor et al., 1991, "Estudio sobre las ideas de estudiantes de nivel terciario en Astronomía (sistema Tierra-Sol-Luna)". *Memorias de la VII Reunión Nacional de Educación en la Física*, REF VII, Mendoza, Argentina, pp. 311 a 331.
25. CAMINO, Néstor, 1995, "Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna". *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), pp. 81-96.
26. CAMINO, Néstor, 1998. "Un Palimpsesto en el Cielo Nocturno. Algunas Consideraciones sobre Investigaciones Educativas Basadas en Dibujos" en *Investigación e innovación en la enseñanza de las Ciencias*, Ed. Poblagrafic, Barcelona, España. ISBN 84-95095-01-1. pp. 91 a 101.
27. CAMINO, Néstor, 1999, "Sobre la Didáctica de la Astronomía y su Inserción en EGB". En KAUFMAN, Miriam y FUMAGALLI, Laura, *Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y Propuestas Didácticas*. Editorial Paidós, Buenos Aires, Argentina, ISBN 950-12-2140-7, pp. 143-173.

28. CAMINO, Néstor, 2001. "Astronomía y Aprendizaje Significativo. Conceptos, Proceso y Evaluación durante una experiencia concreta en la Patagonia argentina". Actas del VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias "Retos de la Enseñanza de las Ciencias en el Siglo XXI". Barcelona, Tomo I, pp. 203-204.
29. CAMINO, Néstor, 2002. <http://www.plaza-del-cielo.org>. Sitio web especializado en Didáctica de la Astronomía.
30. CAMINO, Néstor, 2005a. "Los esquemas con conceptos de Thomas Kuhn". Memorias de la Decimocuarta Reunión de Educación en la Física, REF14, Bariloche, octubre de 2005. ISBN 987-22472-0-XREF14.
31. CAMINO, Néstor, 2005b. "Una herramienta didáctica para acercar la Epistemología a las aulas de EGB y Polimodal. Análisis comparativo de distintas corrientes epistemológicas desde la perspectiva de Alan Chalmers en Qué es esa cosa llamada ciencia". Actas de la Decimocuarta Reunión de Educación en la Física, REF14, Bariloche, octubre de 2005. ISBN 987-22472-0-XREF14.
32. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°2, pp. 183-208.
33. CARRASCOSA ALÍS, Jaime, 2005. "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Vol. 2, N°3, pp. 388-402.
34. CASTORINA, José Antonio, LENZI, Alicia, FERNÁNDEZ, Susana, CASÁVOLA, Horacio, KAUFMAN, Ana María, PALAU, Gladis, 1984. Psicología genética. Aspectos metodológicos e implicancias pedagógicas. Miño y Dávila Editores, Buenos Aires.
35. CASTORINA, José Antonio, FERREIRO, Emilia, KOHL de OLIVEIRA, Marta, LERNER, Delia, 1996. Piaget-Vygotsky: contribuciones para replantear el debate. Paidós Educador, B. A.
36. CASTORINA, José Antonio, LENZI, Alicia, (compiladores), 2000. La formación de los conocimientos sociales en los niños. Investigaciones psicológicas y perspectivas educativas. Editorial Gedisa, Barcelona.
37. CASTORINA, José Antonio, (compilador), 2003. Representaciones sociales. Problemas teóricos y conocimientos infantiles, Editorial Gedisa, Barcelona.
38. CASTORINA, José Antonio, DUBROVSKY, Silvia, (compiladores), 2004. Psicología, Cultura y Educación. Perspectivas desde la obra de Vigotski. Noveduc, Buenos Aires.
39. COBERN, William, 1989. "Worldview Theory and Science Education Research: Fundamental Epistemological Structure as a Critical Factor in Science Learning and Attitude Development", <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP088/slcsp088.pdf> .
40. COBERN, William, 1991. World View Theory and Science Education Research. NARST Monog., N°3.
41. COBERN, William, 1993. "World View, Metaphysics, and Epistemology". Paper presented at the 1993 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA. <http://www.wmich.edu/slcsp/106.htm> .
42. COBERN, William, 1993. "Contextual constructivism: The impact of culture on the learning and teaching of science", <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP115/slcsp115.pdf>
43. COBERN, William, 1994. "Worldview Theory and Conceptual Change in Science Education". A paper presented at the 1994 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Anaheim, CA, March 26-29. Revised August, 1995, for submission to Science Education. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP124/SLCSP-124.pdf> .
44. COBERN, William, GIBSON, Adrienne, UNDERWOOD, Scott , 1996. "The Different Worlds Of High School Biology And Physical Science Teachers". Paper presentation at the 1996 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP139/SLCSP139a.pdf> .
45. COBERN, William, AIKENHEAD, Glen, 1997. "Cultural Aspects of Learning Science". Paper presented at the 1997 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Chicago. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP121/slcsp121long.pdf> .
46. COBERN, William, 1998. "Worldview, Science and the Understanding of Nature". <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP169/SLCSP169.pdf>
47. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2000. "Scientific Worldviews: a Case Study of Four High School Science Teachers". *Electronic Journal of Science Education*, 5 2. <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev5n2.html>
48. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2001. "Defining 'Science' in a Multicultural World: Implications for Science Education", *Science Education* 85:50-67. <http://www.wmich.edu/slcsp/SLCSP148/slcsp148.pdf> .
49. COBERN, William, LOVING, Cathleen, 2001. "In Defense of Realism: It Really Is Commonsense". Paper presentation at the tri-annual International History, Philosophy and Science Teaching Group Meeting, Denver, CO. http://www.wmich.edu/slcsp/slcsp162/realism_defended_slcsp162.pdf .
50. COLINVAUX, Dominique, 1992. A formação do conhecimento físico. Um estudo da causalidade em Jean Piaget. EDUFF, Brasil.

51. COLINVAUX, Dominique, 1996. "Como as crianças desenvolvem seus conceitos. As respostas de Piaget e Vygotsky". Trabajo presentado en la Second Conference for Socio-Cultural Research: Vygotsky/Piaget, Ginebra, Suiza, septiembre de 1996, bajo el título "Concept Formation: From Logical Classes to Meaning Provinces".
52. Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y la Matemática. Actas de los congresos desarrollados hasta la fecha, en los que aparecen numerosos trabajos sobre investigación y didáctica de la Astronomía. Publicados por el Institut de Ciènces de l'Eduació de la Universitat Autònoma de Barcelona, España.
53. CHALMERS, Alan, 1992. La ciencia y cómo se elabora. Siglo Veintiuno Editores, Madrid. 1ª Edición.
54. CHALMERS, Alan, 1997. Qué es esa cosa llamada ciencia. Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la ciencia y sus métodos. Siglo Veintiuno Editores, México. 19ª Edición.
55. CHAMPAGNE, Audrey, GUNSTONE, Richard, KLOPFER, Leopold, 1983. "Naive knowledge and science learning". *Research in science and technological education*, vol. 1, núm. 2, pp. 173-183.
56. CHI, Michelene, 1991. "Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science". En Giere, N., (Ed.), *Cognitive models of science*. Vol. 15, Univ. Of Minesotta Press, Minneapolis, USA.
57. CHI, Michelene, SIOTTA, James, DE LEEUW, Nicholas, 1992. "From things to processes. A theory of conceptual change for learning science concepts". *Learning and Instruction*, special issue.
58. DÍAZ DE BUSTAMANTE, J., JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P., 1996, "¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio". *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 183-194.
59. DRIVER, R., 1981, "Pupils alternative frameworks in science". *Eur. J. Sci. Ed.*, vol. 3, num. 1, pp. 93-101.
60. DRIVER, R., 1986, "Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, num. 1, pp. 3-15.
61. DRIVER, R., EASLEY, J., 1978. "Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students". *Studies in Science Education*, vol. 5, 61-84.
62. DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIE, A., 1989. Ideas científicas en la niñez y la adolescencia. Morata, Madrid.
63. DRIVER, R., OLDHAM, V., 1986, "A constructivistic approach to curriculum development in science". *Studies in Sci. Ed.*, vol. 13, pp. 105-122.
64. DUMRAUF, Ana, 2003. "¿De quién es el fracaso en el fracaso escolar? Una mirada basada en los aportes de la investigación en educación en ciencias". Conferencia invitada al Congreso de Educación "Prácticas pedagógicas y fracaso escolar". Unidad Académica "Emilio V. Alavedra". Maipú, Buenos Aires.
65. DURÁN, Cristóbal, RAMIREZ, Loreto, ÁLVAREZ, Mauricio, 2002. "Consideraciones críticas sobre algunos aspectos teóricos de la obra de Serge Moscovici". Material Utilizado en el Seminario de Psicología Social de la Escuela de Psicología de la Universidad Bolivariana, Santiago de Chile. <http://members.fortunecity.es/matiasasun/mosco1obra.html> .
66. DUVEEN, Gerard, LLOYD, Bárbara, 2003. "Las representaciones sociales como una perspectiva de la psicología social". En CASTORINA, José Antonio (compilador), Representaciones sociales. Problemas teóricos y conocimientos infantiles. Editorial Gedisa, Barcelona.
67. ERICKSON, G., 1979, Children's conceptions of heat and temperature. *Sci. Ed.*, vol. 63, num. 2, pp. 221-230.
68. FARR, Robert, 1986. "Las representaciones sociales". En Moscovici, Serge, Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. Editorial Paidós, Buenos Aires.
69. FERRATER MORA, José, 1986. Diccionario de Filosofía, Alianza Diccionarios, Alianza Editorial, Madrid. Quinta reimpresión, Tomos I a IV.
70. FERREIRO, Emilia, (¿). Piaget. Página/12, Serie "Los Hombres. La historia universal a través de sus protagonistas", Buenos Aires.
71. FLICHMAN, Eduardo, 2001. "Newton's dynamics, Kuhn and incommensurability". En "The Proceedings of the Twentieth Congress of Philosophy", Vol. 10 (Philosophy of Science), Tian Yu Cao (Editor del Vol. 10), Boston University. Publicado por el Philosophy Documentation Center, Bowling Green State University, USA.
72. FLICHMAN, Eduardo, et alii (Editores), 1998. Las raíces y los frutos. EudeBA, Buenos Aires.
73. FREUD, Sigmund, 1986. Obras completas. Tomo XXII. Conferencia N°35: "En torno de una cosmovisión". Amorrortu Editores, Buenos Aires.
74. FRIEDMAN, Michel, 1991. Fundamentos de las teorías del espacio-tiempo. Alianza Universidad, Madrid.
75. FULLER, S., 2000. Thomas Kuhn. A philosophical history for our times. Univ. of Chicago Press, USA.
76. GABEL, Dorothy (Ed.), 1994. Handbook of research on science teaching and learning. MacMillan, NY, USA.
77. GALAGOVSKY KURMAN, Lydia, 1996. Redes conceptuales. Aprendizaje, comunicación y memoria. Lugar Editorial, Buenos Aires, Argentina.

78. GÁLVEZ, Víctor, WALDEGG, Guillermina, 2003. "La negociación de significados asociados con la ciencia. Una metodología basada en ensayos individuales y la colaboración interpersonal". REVISTA LATINOAMERICANA DE ESTUDIOS EDUCATIVOS, Vol. XXXIII, nº 3. Centro de Estudios Educativos, CEE, pp. 159-166. <http://148.215.4.212/rev/270/27033308.pdf>.
79. GARCÍA, Rolando, 2000. El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de los sistemas complejos. Ed. Gedisa, Barcelona.
80. GARDNER, Howard, 1993. La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas. Ed. Paidós, Barcelona.
81. GARDNER, Howard, 1995. Estructuras de la mente. La teoría de las inteligencias múltiples. Fondo de cultura económica, México.
82. GARDNER, Howard, 2000. La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas. Ed. Paidós, Barcelona.
83. GILBERT, John, WATTS, Michael, 1983. "Concepts, Misconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education". *Studies in Science Education*, vol. 10, 61-98.
84. GIREP, 1986, Proceedings of the International Conference on Teaching Physics Cosmos: an educational challenge. ESA, Copenhagen.
85. GLASER, Barney, STRAUSS, Anselm, 1968. The discovery of grounded theory strategies for qualitative research. Weidenfeld and Nicolson, London.
86. GLYNN, Shawn, YEANY, Russell, BRITTON, Bruce (Eds.), 1991. The psychology of learning science. Lawrence Erlbaum Ass., Inc., NJ, USA.
87. HAMITY, Hugo, diciembre de 2000. Materiales no editados, comunicación personal.
88. HAMITY, Hugo, MARTÍNEZ, Juan Manuel, CAMINO, Néstor, et alii, 1998, "Espacio, Tiempo, Materia, Simetría e Interacciones. Ingredientes básicos en el aprendizaje contemporáneo de la Física (primera parte)". Actas del IV Simposio sobre Investigación en la Enseñanza de la Física, Asociación de Profesores de Física de la Argentina, La Plata.
89. HAMITY, Hugo, MARTÍNEZ, Juan Manuel, CAMINO, Néstor, et alii, 2000, "Espacio-tiempo, materia, simetría e interacciones, ingredientes básicos para el aprendizaje contemporáneo de la Física (segunda parte). Actas del V Simposio de Investigadores en Educación en Física, Asociación de Profesores de Física de la Argentina, Santa Fe.
90. HANSON, Norwood Russell, 1969, Patterns of Discovery. Cambridge University Press, NY, USA.
91. HANSON, Norwood Russell, 1969, Perception and Discovery. An Introduction to Scientific Discovery. Freeman, Coper and Co., San Francisco, USA.
92. HANSON, Norwood Russell, 1978, Constelaciones y conjeturas. Alianza, Madrid.
93. HEWSON, P., THORLEY, R., 1989, "The conditions of conceptual change in the classroom". *Int. J. Sci. Ed.*, vol. 11 sp. issue, pp. 541-553.
94. HIRSCHFELD, Lawrence, GELMAN, Susan, (comp.), 2002. Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura. Tomo I: Orígenes, procesos y conceptos. Editorial Gedisa, Barcelona.
95. HIRSCHFELD, Lawrence, GELMAN, Susan, (comp.), 2002. Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura. Tomo II: 'Teorías' infantiles, estudios interculturales y consecuencias educativas. Editorial Gedisa, Barcelona.
96. HOLTON, Gerald, BRUSCH, Stephen, 1984. Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Editorial Reverté, Barcelona, España.
97. HOPKINS, David, BOLLINGTON, Rob, 1989. "Growing up with qualitative research and evaluation", *Evaluation and Research in Education*, Vol. 3, Nº2, 61-79.
98. HOYNINGEN-HUENE, Paul, 1993. Reconstructing Scientific Revolutions. Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science. The University of Chicago Press, USA.
99. INHELDER, B., PIAGET, J., 1972. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Editorial Paidós, Buenos Aires.
100. JODELET, Denise, 1986. "La representación social: fenómenos, concepto y teoría". En Moscovici, S., Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psic. social y problemas sociales. Ed. Paidós, BA.
101. JODELET, Denise, 2003. Conferencia dictada durante las Primeras Jornadas sobre Representaciones Sociales CBC-UBA. <http://www.cbc.uba.ar/dat/sbe/repso.html>
102. JUNKKARINEN, Marko, (¿?) "World view and ideology as a subject of research". University of Joensuu. <http://www.uta.fi/laitokset/historia/tutkijakoulu/sivut/paperit/mjunk.htm>.
103. KARMILOFF-SMITH, Annette, 1994. Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo. Alianza Editorial, Madrid.
104. KEARNEY, Michael, 1984. World View. Chandler and Sharp Publishers, Inc., Novato, CA, USA.
105. KLIMOVSKY, Gregorio, 2001. Las desventajas del conocimiento científico. Una introducción a la epistemología. AZ Editora, Buenos Aires. 5ª edición.
106. KÖESTLER, Arthur, 1963. Los sonámbulos. EUdeBA, Buenos Aires.
107. KOYRÉ, Alexandre, 1980. Estudios galileanos. Siglo XXI, Madrid.
108. KOYRÉ, Alexandre, 1984. Newtonian Studies. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
109. KOYRÉ, Alexandre, 2000. Del mundo cerrado al universo infinito. Siglo XXI, Madrid. 11ª Edición.

110. KUHN, Thomas S., 1982. La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia. Fondo de Cultura Económica, México.
111. KUHN, Thomas S., 1985. La revolución copernicana. Editorial Ariel S.A., Barcelona.
112. KUHN, Thomas S., 1989. ¿Qué son las revoluciones científicas? Ed. Paidós, Barcelona.
113. KUHN, Thomas S., 1992. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica, Breviarios. Buenos Aires, Argentina. 4ª Reimpresión.
114. KUHN, Thomas S., 2002. El camino desde la estructura. Editorial Paidós, Barcelona.
115. KÜHNELT, H., BERNDT, M., STASZEL, M., TURLO, J., (eds.), 1992. Teaching about reference frames: from Copernicus to Einstein. Proceedings of the International Conference on Physics Education GIREP '91, Torun, Poland.
116. LINDER, C., ERICKSON, G., 1989, "A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound". *Science Education*, 11 Sp. Issue, pp. 491-501.
117. LÓPEZ BELTRÁN, Fidencio, 1996. "Representaciones sociales y formación de profesores. El caso de la UAS". *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol 1, núm 2, pp. 391-407. <http://www.comie.org.mx/revista/Pdfs/Carpeta2/2invest7.pdf>
118. LUFFIEGO, M., BASTIDA, M. F., RAMOS, F., SOTO, J., 1994. "Epistemología, caos y enseñanza de las ciencias". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, núm. 1., pp. 89-96.
119. LLORÉNS MOLINA, Juan Antonio, 1991. Comenzando a aprender química. Ideas para el diseño curricular. Editorial Visor, Madrid, España.
120. MENGASCINI, Adriana, MENEGAZ, Adriana, MURRIELLO, Sandra, PETRUCCI, Diego, 2004. "«...Yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.» Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas". *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 65-78.
121. MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN ARGENTINA, Consejo Federal de Cultura y Educación, Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica. Buenos Aires, 1995.
122. MORA, Martín, 2002. "La teoría de las representaciones sociales de Serge Moscovici". *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social.* <http://antalya.uab.es/athenea/num2/mora.pdf>
123. MOREIRA, Marco Antonio, 1985, Ensino e Aprendizagem. Enfoques teóricos. Editora Moraes, São Pablo, Brasil.
124. MOREIRA, Marco Antonio, DOMINGUEZ, M. E., 1989, A entrevista clínica como técnica de pesquisa em ensino. Pub. Int., (UFRGS, Brasil).
125. MOREIRA, Marco Antonio, CABALLERO, S., RODRÍGUEZ PALMIERO, María Luz (Eds.), 1997. Actas del Encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo, Universidad de Burgos, España.
126. MOREIRA, Marco Antonio, 2000. Actas del III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Plátano Editora e Didáctica Editora, Portugal.
127. MOREIRA, Marco Antonio, 2000. Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Editorial Visor, Madrid.
128. MOREIRA, Marco Antonio, 2004. "Investigación básica en educación en ciencias: una visión personal". Aceptado para su publicación en la *Revista Chilena de Educación en Ciencias.*
129. MOSCOVICI, Serge, HEWSTONE, Miles, 1986. "De la ciencia al sentido común". En Moscovici, S., Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psic. social y problemas sociales. Ed. Paidós, BA.
130. NAHOUM, Ch., 1961, La entrevista psicológica. Ed. Kapelusz, Bs. As., Argentina.
131. NAVARRO BROTONS, Víctor, 1983. "La historia de las ciencias y la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*, número especial, pp. 125-126.
132. NEWMAN, Denis, GRIFFIN, Peg, COLE, Michael, 1991. La zona de construcción del conocimiento: trabajando por un cambio cognitivo en educación. Ediciones Morata, Madrid, España.
133. NIEVA REYES, Blanca Cecilia, JÁCOME LIÉBANO, Sofía, 1998. "Representaciones sociales del proceso salud enfermedad oral en poblaciones urbano-marginales y su relación con los discursos y las prácticas institucionales". *Revista de la Federación Odontológica Colombiana*, N°194. http://www.encolombia.com/foc_indice.htm .
134. NOVAK, Joseph, 1988, "Constructivismo humano: un consenso emergente". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, num. 3, pp. 213-223.
135. NOVAK, Joseph, GOWIN, Bob, 1988. Aprendiendo a aprender. Ediciones Martínez Roca, Barcelona, España.
136. NOVAK, Joseph, 1998. Learning, creating, and using knowledge. Lawr., Erlbaum Ass., Eds., NJ, USA.
137. NUSSBAUM, J., 1987, "Classroom conceptual change: the lesson to be learned from the History of Science". Proceedings of the Second Int. Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, July 26-29, Ithaca. Vol. III.
138. OHANIAN, Hans, RUFFINI, Remo, 1994. Gravitation and Spacetime. W. W. Norton and Co., London. Second Edition.
139. ONTORIA, A., 1995. Mapas conceptuales. Una técnica para aprender. Editorial Narcea, Madrid, España. Quinta Edición.
140. OSBORNE, R., BELL, B., GILBERT, J., 1983, "Science teaching and children's views of the world". *Eur. J. Sci. Ed.*, vol. 5, num. 1, pp. 1-14.
141. OSBORNE, Roger, FREYBERG, Peter, 1989, El aprendizaje de las ciencias: implicaciones de la ciencia de los alumnos. Ed. Narcea, Madrid, España.
142. PASACHOFF, Jay, PERCY, John (Eds.), IAU Coll. 105: The teaching of Astronomy. Cambridge Un. Press, NY, USA, 1990.

143. PERCY, John (Ed.), 1996, IAU Coll. 162: New trends in the teaching of Astronomy. Cambridge Un. Press., London.
144. PÉREZ HERNÁNDEZ, M. Chantal, 2003. "Explotación de los corpórea textuales informatizados para la creación de bases de datos terminológicas basadas en el conocimiento", en *Estudios de Lingüística Española (ELiEs)*, Vol. 18.
145. PÉREZ RANSANZ, A. R., 1999. Kuhn y el cambio científico. Fondo de Cultura Económica, México.
146. PERRET-CLERMONT, Anne-Nelly, 1980. La construcción de la inteligencia en la interacción social. Aprendiendo con los compañeros. Editorial Visor, Madrid, España.
147. PETRUCCI, Diego, DIBAR URE, María Celia, 2001. "Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados", *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 217-229.
148. PFUNDT, H., et al., 1994. Bibliography. Students' alternative frameworks and science education. I.P.N., Kiel.
149. PIAGET, Jean, Introducción a la Epistemología Genética. Tomo 2: El pensamiento físico. Paidós, Buenos Aires, 1975.
150. PIAGET, Jean, La representación del mundo en el niño. Ed. Morata, Barcelona, 1984.
151. PINES, J., NOVACK, J., POSNER, G., VANKIRK, J., 1978, "The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure". *Research report 6, Dpt. of Educ.*, Cornell Un.
152. POPE, M., GILBERT, John, 1983, "Personal experience and the construction of knowledge in science". *Sci. Ed.*, vol. 67, num. 2, pp. 193-203.
153. POSNER, G., GERTZOG, W., 1982, "The clinical interview and the measurement of conceptual change". *Sci. Ed.*, vol. 66, num. 2, pp. 195-209.
154. POSNER, G., STRIKE, K., HEWSON, P., GERTZOG, W., 1982, "Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change". *Science Education*, vol. 66, núm. 2, pp. 211-227.
155. POZO, Juan Ignacio, 1989. Teorías cognitivas del aprendizaje. Ediciones Morata, Madrid, España.
156. POZO, Juan Ignacio, 1994. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. Editorial Visor, Madrid, España. Segunda Edición.
157. POZO, Juan Ignacio, GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel, 2000. Aprender y enseñar ciencia. Ediciones Morata, Madrid, España. Segunda Edición.
158. POZO, Juan Ignacio, 2001. Humana mente. El mundo, la conciencia y la carne. Ediciones Morata, Madrid, España.
159. ProCiencia-CONICET, 1994. Pensamiento Científico. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires. Tomos 1 y 2.
160. ProCiencia-CONICET, 1995. Pensamiento Científico. La polémica epistemológica actual. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires.
161. ProCiencia-CONICET, 1996. Pensamiento Científico. Historia de la idea de progreso. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Buenos Aires.
162. ProCiencia-CONICET, 1997. Pensamiento Científico. Método y conocimiento en ciencias sociales. Humanismo y ciencia. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, B. A.
163. RIOJA, Ana, ORDÓÑEZ, Javier, 1999. Teorías del universo. Vol. I: de los Pitagóricos a Galileo. Ed. Síntesis, Madrid.
164. RIOJA, Ana, ORDÓÑEZ, Javier, 1999. Teorías del universo. Vol. II: de Galileo a Newton. Ed. Síntesis, Madrid.
165. RIVIÈRE, Ángel, 1988. La psicología de Vygotski. Ed. Visor, Madrid, España. Tercera Ed.
166. RODRÍGUEZ GÓMEZ, G., GIL FLORES, J., GARCÍA JIMÉNEZ, E., Metodología de la investigación cualitativa. Ediciones Aljibe, 1996, Málaga, España.
167. ROGERS, P., 1982. "Epistemology and History in the Teaching os School Science". *Eur. J. Sci. Educ.*, vol. 4, núm. 1, pp. 1-10.
168. ROS, R., CERVANTES, C., (Eds.), 1992, Teaching Astronomy: IVth Int. Conference. Universitat Politècnica de Catalunya, Institut de Ciències de l'Educació. Barcelona España.
169. ROS, Rosa María, (Ed.), 1995, Teaching Astronomy: Vth Int. Conference. Universitat Politècnica de Catalunya, Institut de Ciències de l'Educació. Barcelona España.
170. ROUQUETTE, Michel-Louis, 1986. "La comunicación de masas". En Moscovici, Serge, Psicología Social, II. Pensamiento y vida social. Psicología social y problemas sociales. Ed. Paidós, B Aires.
171. SALTIEL, E., VIENNOT, L., 1985. "¿Qué aprendemos de las semejanzas entre las ideas históricas y el razonamiento espontáneo de los estudiantes?". *Enseñanza de las Ciencias*, número especial, pp. 137-144.
172. SÁNCHEZ RON, J. M., 1988. "Usos y abusos de la historia de la física en la enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 6, núm. 2, pp. 179-188.
173. SANTALÓ, Luis, 1969. Geometrías no euclidianas. EudeBA, Buenos Aires. Cuarta Edición.
174. *Science and Education*, 2000, 9, 1-2. Número especial dedicado a Thomas Kuhn.
175. SEBASTIA, J., 1984, "Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 2, núm. 3, pp. 161-169.
176. SEBASTIA, J., 1989, "El constructivismo: un marco teórico problemático". *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 7, núm. 2, pp. 158-161.
177. SELVÁTICO, Luis, (inédito). Extractos de su Tesis doctoral.

178. SPELKE, Elizabeth, 1991. "Physical knowledge in infancy: reflections on Piaget's theory. In CAREY, Susan, GELMAN, Rochel (Eds.). The epigenesis of mind: essays on biology and cognition. Lawrence Erlbaum Ass., Pub., NJ, USA.
 179. VIENNOT, L., 1979. "Spontaneous reasoning in elementary dynamics". *Eur. J. Sci. Educ.*, vol. 1, núm. 2, pp. 205-221.
 180. VOSNIADOU, Stella, 2002. "Mental Models in Conceptual Development". Model-Based Reas.: Science, Tech., Values. Magnani-Nersessian, Kluwer A.P.. pp. 1-16.
 181. VOSNIADOU, Stella, SKOPELITI, I., IKOSPENTAKI, K., 2005. "Reconsidering the Role of Artifacts in Reasoning: Children's Understanding of the Globe as a Model of the Earth". *Learning and Instruction* (submitted).
 182. VYGOTSKI, Lev, 1979. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Ed. Crítica, Barcelona, España.
 183. VYGOTSKI, Lev, 1995. Pensamiento y lenguaje. Editorial Paidós, Barcelona, España.
 184. WERTSCH, James, 1988. Vygotsky y la formación social de la mente. Editorial Paidós, Barcelona, España.
 185. WESTFALL, Richard, 1971. Force in Newton's physics. The science of dynamics in the seventeenth century. Neale Watson Academic Pub., Inc., New York.
 186. WESTFALL, Richard, 1996. Isaac Newton: una vida. Cambridge University Press, Londres.
 187. WHEELER, John Archibald, 1994. Un viaje por la gravedad y el espacio-tiempo. Alianza Editorial, Madrid.
 188. WILLAMETTE University, 2005. "World Views Course 2005". www.willamette.edu/cla/wviews/athens/
 189. WITTRICK, M., 1989. La investigación en la enseñanza. Ed. Paidós, Buenos Aires.
 190. YALAKI, Yalcin, 2004. "Science teachers' worldviews: a way to understand beliefs and practices". A Dissertation submitted to the Department of Middle and Secondary Education in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. <http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-05192004-181457/> .
 191. ZACCAGNINI, Mario César, 2000. "Tensiones, fracturas, continuidades y discontinuidades entre la epistemología de las prácticas educativas y la realidad social". OEI – *Revista Iberoamericana de Educación*. <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Zaccagnini.PDF> .
-

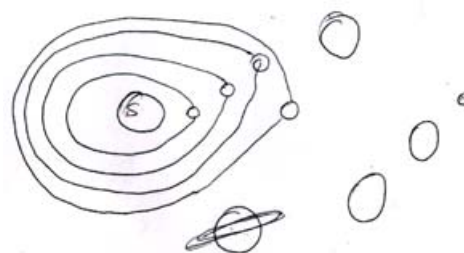
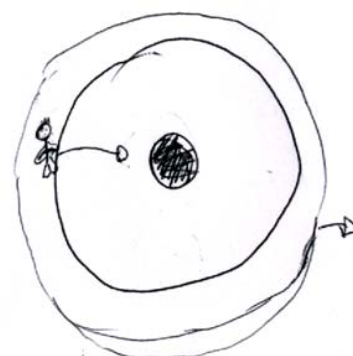
ANEXO

Transcripción de una entrevista por grupo

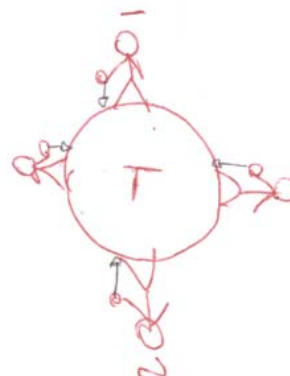
(en el CD adjunto se presenta la totalidad de las transcripciones)

GRAV_EGB_03	17/09/02	15:30	Esc. N° 735	cass.: TESIS 01 b	T: 33 min	hojas: 9
NOMBRE: Nicolás		edad: 13 años 06 meses		fecha nac.: 09/03/89		

- I: Contame cómo definirías gravedad.
E: ¿Gravedad? Gravedad, como una atracción a la, a la Tierra.
I: ¿Qué más, qué características tiene, por ejemplo?
E: Y que te atrae, a, o sea, te mantiene a, unido a la Tierra, porque si no saldrías al espacio. Todo, todo según el, el núcleo, creo, no sé, nada más.
I: Haceme un dibujo...
E: Sí.
I: ...que represente la imagen que vos tenés de gravedad.
E: ¿La imagen?
I: ¿Viste esos juegos que uno hace que tenés que dibujar y el otro tiene que adivinar lo que vos dibujaste?
E: Sí.
I: Bueno, imaginate que vos tenés que mostrarle a los demás tu imagen de gravedad, ¿qué dibujo harías?
E: (dibujá) Bueno, algo así.
I: ¿A ver?
E: O sea, acá estaría todo el espacio exterior, esta sería la Tierra, y con el metal, o sea, el núcleo nos atraería, no nos dejaría escapar.
I: ¿Y eso que hacés ahí qué es?
E: Eso es, representa, la flecha, es que no pueden salir.
I: Ahá, ¿y esto que está acá qué representa?
E: La atmósfera.
I: ¿Y qué significado tiene la atmósfera en este dibujo?
E: Y, bueno, la atmósfera crea, en este dibujo, representaría como una capa protectora, que, que no nos deja tampoco, o sea, pasar al espacio, al no haber gravedad.
I: Ahá, y, bueno, suponetes que esta es una persona (dibuja en rojo)...
E: Sí.
I: ...que está en el espacio...
E: Sí.
I: ...¿sí?...
E: Sí.
I: ...y tiene una piedra en la mano...
E: Sí.
I: ...la tiene en la mano y solamente...
E: Sí.
I: ...abre la mano...
E: Sí.
I: ...¿qué haría esa piedra?
E: Volaría.
I: ¿Cómo, a ver? Marcame qué haría la piedra esa.
E: Flotaría, o sea, estaría, o sea, así flotando, qué sé yo, en el aire, no sé, cómo representarlo.
I: ¿Se movería de alguna manera particular...
E: Se movería.
I: ...o se quedaría quieta?
E: No, se movería para todos lados.
I: ¿E iría para algún lugar en particular?
E: No, no creo.
I: Bueno, ¿y por qué decís en el aire?
E: Porque, (...) porque, porque, o sea, el aire sería, ¿por qué digo en el aire?, porque sería el espacio, una forma de representar el espacio...
I: Está bien, pero...
E: ...como nosotros siempre estamos alrededor, rodeados de aire, supongo que también debe haber aire en el espacio.
I: ¿En el espacio?
E: Sí.
I: Bueno. Y, ¿cómo, cómo dibujarías al Sol y a los planetas?
E: ¿Al Sol y los planetas? (dibuja) El Sol, estos serían (¿).



I: ¿Se están moviendo, están quietos, cómo están?
E: Se mueven.
I: ¿De alguna manera en particular?
E: O sea, sí, o sea, alrededor del Sol.
I: ¿Cómo, podrías dibujarlo para que yo me dé cuenta?
E: Sí, a través de sus órbitas (dibuja).
I: Ahá. Bien, está bien. Suponete...
E: Sí.
I: ...imaginá esto, suponete por un instante que sacamos el Sol...
E: Sí.
I: ...de acá, de este dibujo, sacamos el Sol, ¿qué pasaría con los planetas?
E: Se congelarían.
I: Se congelarían, muy bien, ¿y en cuanto a sus movimientos?
E: No habría más movimientos.
I: ¿Se quedarían quietos?
E: Sí.
I: O sea, vienen andando en esas órbitas y yo de repente saco el Sol...
E: Sí.
I: ...¿y se quedan quietos?
E: Sí.
I: ¿Cada uno en el lugar donde estaban o se quedan quietos cada uno distinto?
E: Cada uno, ¿cómo?
I: ¿Se quedan quietos...
E: Sí.
I: ...en el lugar donde estaban en la órbita...
E: Sí.
I: ...o hacen algo antes de quedarse quietos?
E: Y no, se quedan quietos, o sea, si sacan el Sol y tal vez duran un poco al, en que se vaya la atracción por el Sol.
I: Ahá, ¿y qué es, qué es esa atracción por el Sol?
E: Y sería tal vez como con nosotros la gravedad de la Tierra, es como un núcleo de todos los planetas.
I: ¿Y cómo, y cómo se llama esa atracción del Sol? Vos decís "es como nosotros acá en la Tierra", y vos hoy decías que eso le llamabas gravedad...
E: Sí.
I: ...¿cómo le llamarías a la atracción del Sol?
E: No sé, (...) atracción solar, no sé, algo así, por el estilo, porque la gravedad sería una atracción sobre nosotros del planeta, el, la atracción del Sol sobre los planetas sería la atracción solar.
I: Ahá, ¿pero no es la gravedad, no es la misma?
E: No, no es la misma.
I: Bueno, mirá, suponete ahora...
E: Sí.
I: ...que este es el planeta Tierra (dibuja en rojo)...
E: Sí.
I: ...¿sí?...
E: Sí.
I: ...y hay varias personas...
E: Sí.
I: ...ubicadas en diferentes lugares...
E: Sí.
I: ...cada una tiene, como la persona en el espacio antes...
E: Sí.
I: ...cada una tiene una piedra en la mano...
E: Sí.
I: ...y de repente abren la mano, no es que la tiran, sino abren la mano...
E: Sí.
I: ...¿qué pasa con las piedras?
E: Las piedras se caen al suelo.
I: ¿Cómo? Marcámelo.
E: ¿Con flechas?
I: Sí, por ejemplo.
E: Esto sería a causa de la gravedad (dibuja).
I: Ahá, ¿y ahí se quedan, en el suelo?
E: Sí, sí, o tal vez se muevan en el suelo por la, por el golpe.
I: Está bien, pero suponete que no hubiera golpe así que no fuera muy...
E: Sí, se quedan en el suelo.



I: Se quedan en el suelo. Bueno y ahora imaginate de nuevo la Tierra...

E: Sí.

I: ...pero que, estamos imaginando todo, ¿no?...

E: Sí.

I: ...que justo a los pies de una de esas personas se hizo un pozo (dibuja en rojo)...

E: Sí.

I: ...tan profundo que pasó para el otro lado, ¿sí?...

E: Sí.

I: ...y la persona está como antes con una piedra en la mano...

E: Sí.

I: ...y abre la mano, ¿qué haría la piedra esa?

E: Se cae, se caería al pozo.

I: ¿Y qué hace?

E: ¿Es tan profundo que atraviesa la Tierra?

I: ¿El pozo?

E: Sí.

I: Pasa de lado a lado.

E: Ah. La piedra se caería al pozo, pero tal vez en el medio, por el núcleo, y por lo que rodea al núcleo se quemaría.

I: No, pero yo hice...

E: Ah.

I: ...una imaginación, ¿está bien?

E: Ah, listo.

I: El pozo, vos agarrás una pala...

E: Sí.

I: ...pasó, pasó, pasó por el núcleo, pasó por todo...

E: Sí.

I: ...no hay peligro de quemarse, ni nada por el estilo.

E: Al atravesar al otro lado vuelve a la Tierra por la gravedad.

I: ¿A ver de nuevo?

E: Pasa al otro lado, al llegar al otro lado, o sea, es atraída por la Tierra nuevamente.

I: ¿Y qué, se queda en el suelo?

E: Sí.

I: ¿En el suelo del otro lado?

E: Sí.

I: ¿Y cómo dobla, cómo hace para doblar?

E: (...) Y, o sea, la tira, atraviesa el pozo, (...) no, no sé, y se cae, o sea, llega, atraviesa y tal vez no llega hasta acá arriba (¿).

I: ¿Y después qué hace?

E: Se queda en el suelo. O, tal vez por, tal vez la piedra al pasar fue más rápido y atravesó, o sea se fue, al espacio, creo.

I: Ahá, ¿se fue y se fue al espacio?

E: Sí, se fue al espacio.

I: ¿Y en el espacio qué haría?

E: Flotaría.

I: ¿Y por qué?

E: Porque no hay gravedad.

I: ¿En el espacio no hay gravedad?

E: No, (¿).

I: Bueno, entonces, fijate vos, ¿el Sol y los planetas están en el espacio, no es cierto?

E: Sí.

I: ¿Pero acá no hay gravedad?

E: No.

I: ¿Pero sí está la atracción del Sol?

E: Sí.

I: ¿Y esta piedra no sería afectada por la atracción del Sol?

E: No. A ver...

I: ¿Qué se te ocurre? O sea, ¿qué diferencia hay entre un planeta y una piedra?

E: El volumen. En realidad es lo mismo porque los dos están hechos de roca.

I: ¿Y entonces?

E: Tal vez sí, estaría atraída por el Sol.

I: O sea que la piedra puede ser atraída por...

E: O, por el Sol o por otro planeta.

I: Bien, ¿y la atracción del otro planeta cómo se llama?

E: Bueno, la piedra...

I: Lo que te atrae a la Tierra, gravedad...



E: Sí.
I: ...lo que el Sol hace, atracción del Sol...
E: Atracción solar. ¿Y lo de los planetas? Sería (...), ¿el nombre que yo le pondría?
I: Sí, qué es lo que a vos se te ocurre. Vos me decís recién que la piedra sería atraída por el Sol o quizás por algún planeta...
E: Sí.
I: ...¿cómo se llama lo que el planeta hace para atraer a la piedra?
E: Sería tipo un, tipo dos imanes, no sé cómo explicarlo...
I: ¿Pero sería la misma que la del Sol?
E: No.
I: ¿Y sería la misma que la de la Tierra?
E: (...) Sería, o sea, la, la piedra está en el espacio...
I: Hmm.
E: ...y es atraída también por la fuerza magnética del planeta, de la Tierra, o sea, sería como...
I: ¿De la Tierra o del planeta?
E: Del planeta, del planeta, sería, podríamos decir que si esta es atracción solar, atracción planetaria le llamaría.
I: Bien, bueno y ahora con respecto a lo que hiciste acá, suponete que cuando la piedra llega acá...
E: Sí.
I: ...a esta zona...
E: Sí.
I: ...que vos decís que si va muy rápido se va al espacio...
E: Sí.
I: ...suponete que estás como en esta posición, suponete que la piedra pasa, pasa, pasa y llega a donde el otro hombre en aquel dibujo...
E: Sí.
I: ...tenía la piedra y cuando él la soltaba la piedra iba hacia el suelo, ¿por qué acá no va hacia el suelo? O sea, vos la hacés doblar acá, dobla así...
E: Sí.
I: ...para que caiga fuera del agujero...
E: Sí.
I: ...¿pero cómo hizo para doblar acá?
E: Es la misma gravedad.
I: Pero, ¿y por qué la, por qué la desvía, por qué no hace lo que hizo antes cuando el hombre la soltó?
E: Porque en, al tirar la piedra del otro lado tuvo cierta fuerza y hasta que se le gastó la fuerza fue atraída por la gravedad del núcleo.
I: Está bien, pero, fijate, en este dibujo, este hombre...
E: Sí.
I: ...vamos a ponerle el número 2...
E: Sí.
I: ...y el número 1...
E: Sí.
I: ...y este es el número 1 también...
E: Sí.
I: ...si acá hubiera estado el número 2...
E: Sí.
I: ...hubiera llegado la piedra a su mano, suponete...
E: Sí.
I: ...bueno, pero no está el número 2. Bueno, antes el número 2 soltaba la piedra y la piedra iba así, ¿por qué no hace lo mismo acá, y no queda otra vez en el agujero en vez de doblar y caer en la superficie?
E: Podría caer en el agujero otra vez.
I: ¿Y por qué no, por qué no lo pusiste? O sea, tenés que elegir una de las dos, dobla y se queda en el suelo...
E: Sí.
I: ...o vuelve por el agujero.
E: Vuelve por el agujero.
I: ¿Y qué hace?
E: Y vuelve al otro extremo, al otro extremo.
I: Ahá, ¿y después?
E: Y así, hace la misma, la misma cosa. Porque todos están opuestos, así que la Tierra va, la piedra va al otro extremo y al acabarse la fuerza vuelve al hoyo, porque, o sea, la piedra tal vez puede moverse por, por el viento y caer al suelo, pero lo más probable es que siga por el hoyo.
I: Ahá, porque no había viento acá.
E: No, acá no hay...

I: Si no hay viento, si no hay nadie que la empuje...

E: Acá no hay...

I: ...nada por el estilo...

E: Nada, sigue por el hoyo.

I: ¿Seguro?

E: Seguro.

I: ¿No queda en el suelo?

E: No.

I: ¿No dobla así y queda en el suelo?

E: No dobla. No, no dobla.

I: Bueno, y mirá, suponete que (dibuja en rojo) hacemos dos pozos...

E: Sí.

I: ...en la Tierra...

E: Sí.

I: ..acá está la, la boca de entrada al pozo, ¿está bien?

E: Sí.

I: ...y la persona como recién está acá, otra vez con la piedrita...

E: Sí

I: ...la persona ve a sus pies un agujero...

E: Sí.

I: ...no sabe que hay dos túneles acá...

E: Sí.

I: ..no se ve, la piedrita, cuando el la suelta, ¿por cuál de los dos túneles va?

E: Por cualquiera, depende...

I: Pero, puede ir por uno solo, ¿si tuvieras que elegir, por cuál iría?

E: Por este (dibuja).

I: ¿Y por qué?

E: Porque (...), porque este hoyo es más, bueno, este túnel es más largo.

I: ¿Y si fueran los dos igualmente largos?

E: Lo tendría que pensar más.

I: O sea la piedra no sabe...

E: No sabe.

I: ...qué túnel es más largo...

E: Sí.

I: ...y hasta que no llega al fondo no sabés vos...

E: Sí.

I: ...cuál es más largo. Suponete que son los dos igualmente largos.

E: Para mí que se iría por el túnel, por el túnel que estaría más cerca del centro.

I: Ahá, bien, bueno y ahora, suponete, vos hablabas de gravedad hoy...

E: Sí.

I: ...¿qué podrías hacer para alterar, para cambiar la gravedad de un lugar?

E: (...) No, no, no tendría el núcleo, donde están todas las rocas, o sea que tiene magnetismo concentrado, eso, eso sacaría.

I: ¿A la Tierra le sacás eso...

E: Sí.

I: ...y la gravedad cambiaría?

E: Sí, para mí sí.

I: ¿Aumenta o disminuye?

E: Disminuye.

I: Ahora, y suponete, entonces con todo lo que vos me decís...

E: Sí.

I: ..si tuvieras que definir ahora por qué se produce la gravedad, ¿por qué dirías?

E: Por la atracción del núcleo, por la atracción del núcleo, ¿cómo se dice?, magnetizado.

I: Pero, a ver, cuando vos hablás de magnetizado...

E: Sí.

I: ...¿pensás que es como un imán?

E: Sí.

I: Pero cuando vos tirás una piedra, dejás caer una piedra, la piedra si vos le ponés un imán al lado no funciona. Si vos agarrás una piedra de la calle...

E: Sí.

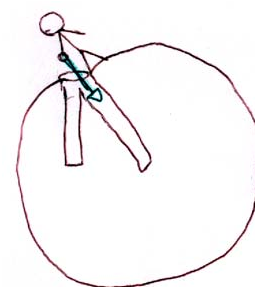
I: ...y la ponés al lado de un imán no pasa nada.

E: No pasa nada.

I: Entonces, ¿por qué sí pasa que se va al suelo atraída por el núcleo de la Tierra?

E: (¿) (...) Porque, o sea, (...) sería el, o sea, el núcleo ese no sería el, sería un imán diferente, no me puedo explicar, no sería un imán común, especial, tal vez de otros materiales.

I: ¿Pero sí atrae a las piedras, a nosotros, etc.?



E: Sí, atrae.
I: Bueno, ¿y lo mismo pasaría con la atracción del Sol y la atracción de los planetas?
E: Sí.
I: ¿Sí?
E: Sí.
I: ¿Se parece?
E: Se parece.
I: Y, ¿pero no es magnetismo?
E: No es magnetismo, no, no es magnetismo.
I: ¿Y si todo esto que yo te conté pasara en la Luna? Suponete que esto, acá poníamos la T de Tierra...
E: Sí.
I: ...fuera la Luna...
E: Sí.
I: ...¿qué pasaría con las piedras?
E: Y si fueran, depende, porque hay, si esa, esa atracción que tiene la Tierra fuese más, fuese más débil que la de la Luna las rocas se irían a la Luna.
I: No, yo, yo te pregunto, vos estás en la Luna...
E: Sí.
I: ...cuatro personas van a la Luna...
E: Sí.
I: ...con una piedrita en la mano...
E: Ah.
I: ...dejan caer la piedrita, en la Luna...
E: Sí.
I: ...¿qué pasa en la Luna?
E: Y tienen, ah, ¿no tienen la misma condición que en la Tierra?
I: No sé.
E: Ah no, ahí las rocas no irían para abajo.
I: ¿Y para dónde irían?
E: Sería, o sea, irían para abajo pero no golpearían, o sea, quedarían flotando.
I: ¿Quedan flotando?
E: Sí.
I: ¿Y eso debido a qué?
E: A que (...), a que no tiene núcleo, no sé si tiene núcleo. Tal vez es porque no tiene núcleo.
I: ¿Lo que pasaría en la Luna...
E: Sí.
I: ...está relacionado con lo que pasa en la Tierra, con lo que pasa en el espacio y en los demás planetas?
E: (...) Algo.
I: ¿Y con qué, a qué se parece más? Me explico, en la Tierra caen acá...
E: Sí.
I: ...en el espacio quedan ahí flotando...
E: Sí.
I: ...al Sol lo puede atraer, los planetas también, la Luna vos decís cae pero no toca el suelo queda flotando, ¿a qué se parece más, a lo que pasa en la Tierra, a lo que pasa en el Sol, a lo que pasa en el espacio?
E: Una mezcla de espacio y Tierra.
I: Una mezcla de espacio y Tierra.
E: Sí.
I: Muy bien, y ahora mirá, salgo de la Tierra...
E: Sí.
I: ...me voy viajando, llego a la Luna, después sigo viajando, voy al espacio...
E: Sí.
I: ...tenés lo que vos contabas de la Tierra, después tenés la mezcla entre la Tierra y el espacio que es la Luna, y después tenés lo que es el espacio, ¿está bien? ¿Dónde está el límite entre que las cosas son como en la Tierra o las cosas son como en la Luna?
E: ¿El límite entre esos dos? En la Tierra el límite sería la atmósfera. Hasta ahí.
I: O sea, de ahí para el suelo, ¿funciona cómo?
E: ¿De ahí, de la atmósfera para el suelo de la Tierra?
I: Sí. ¿Funciona como qué?
E: Gravedad.
I: Ahá. ¿De la atmósfera para afuera?
E: Sería atracción solar. Pero llega un punto que la Luna, o sea, llegás a la Luna, ahí sería la Luna, o sea, la mezcla de espacio y Tierra, llegado un momento que sería, llegaría a esa mezcla.
I: Y, decime, en toda tu vida...

E: Sí.

I: ...¿en qué situaciones oíste hablar o viste cosas que tuvieran relación con gravedad?

E: ¿En toda mi vida?

I: Sí, todo lo que vos te acuerdes. ¿En dónde...

E: Gravedad.

I: ...oíste hablar o viste o leíste cosas de gravedad?

E: En algún libro, mientras estaba trabajando, haciendo algún trabajo para la escuela sobre el espacio, más sobre la Tierra. Bueno, ahí, y después (...) y tal vez en alguna película.

I: ¿En los diarios, en la tele, en el cine? Bueno, las películas en el cine.

E: Sí. Diarios, no, no sé.

I: ¿En tu casa?

E: En mi casa hay muchos libros. Tal vez para ayudarla a mi hermana, tal vez vea un poco, pero más de eso no.

I: Bueno, y de nuevo, en toda tu vida...

E: Sí.

I: ...toda, ¿eh?...

E: Toda.

I: ...¿recordás si alguna vez fuiste conciente de que vos estabas afectado por la gravedad?

E: Sí.

I: ¿Y en qué situación?

E: Cuando, en, o sea, cuando a veces sale por la televisión, en el aniversario por ejemplo de, del hombre pisó la Luna, que lo pasan por el noticiero, y veo que en la Luna no hay, hay, hay poca gravedad, y digo "cómo esos hombres están saltando y se mantienen en el aire", y ahí voy siendo conciente de que tengo gravedad.

I: Ahá.

E: O sea que salto y no me quedo en el aire, vuelvo para el piso.

I: Ahora, ¿y por qué ahora me decís que hay gravedad en la Luna?

E: Poca.

I: O sea, ¿pero hay entonces? Porque antes me hablabas de "atracción en la Luna"...

E: Sí.

I: ...no dijiste que se llamaba gravedad. Vos al principio me dijiste que gravedad era sólo lo que nos atrae a la Tierra, ¿en la Luna también hay gravedad entonces?

E: Pensando en eso, puede que sí, pero muy poco.

I: ¿Pero vos te fijaste bien esas películas, vos estás seguro que los astronautas se quedan flotando siempre?

E: No, siempre no, siempre bajan, o sea, saltan, se mantienen un poquito, bajan...

I: Pero entonces no flotan, no se quedan siempre flotando.

E: Sí. O sea, ino!

I: ¿Se quedan o no se quedan?

E: No, no se quedan.

I: ¿No se quedan?

E: No se quedan.

I: ¿Y qué pasa con las piedras esas entonces? Porque vos me decís tirás una piedra, soltás una piedra en la Luna...

E: Sí, ah.

I: ...y baja, pero se queda ahí, no toca el suelo, ¿qué diferencia hay entre la piedra y el astronauta?

E: No hay ninguna.

I: O sea...

E: O sea que me equivoqué.

I: O sea que la piedra se queda flotando y el astronauta también, o los dos tocan el suelo.

E: No, los dos tocan el suelo.

I: ¿La piedra y el astronauta?

E: Sí.

I: ¿Y por qué te convence una y, por qué te convence eso y no lo anterior, por qué no me decís que el astronauta se queda flotando?

E: Porque lo he visto.

I: Ah, o sea vos viste que los astronautas...

E: Tocaban el piso.

I: ...tocan el piso, y caminaban y...

E: Y la nave se quedaba en el piso.

I: ...la nave se quedaba en el piso, porque la nave también, sino, hubiera quedado flotando.

E: Sí.

I: ¿Está bien?

E: Sí.

I: Bueno, y entonces si ahora la Luna tiene gravedad pero poca...

E: Sí.

I: ...¿qué pasará con los planetas y el Sol, esa atracción será también gravedad?
E: ¿Los planetas y el Sol?
I: Sí.
E: (...) Y, no sé si es gravedad, porque hay gravedad y nosotros tocamos el piso. Pero tal vez también podría ser gravedad porque no nos deja irnos a otro, a otro sistema, o quién sabe lo que hay allá.
I: Ahá, y ya que tenemos muchas atracciones y gravedad y cosas así, ¿cómo te imaginás que sería un lugar sin gravedad, sin atracción, sin gravedad, sin ninguna de estas cosas que charlamos, cómo sería ese lugar?
E: ¿Ese lugar? Y estaría todo suelto, todo suelto, todo estaría en el aire.
I: ¿Pero hay aire, habría aire?
E: Habría aire, habría aire, sí, habría aire, pero todos estaríamos, o sea, ahora estamos en el aire, estamos, pero estaríamos flotando en el, como en, ¿como en el agua?
I: Sí.
E: Ahí.
I: Ahá, eso sería un lugar sin gravedad...
E: Sí.
I: ...¿a qué se parece de todo esto que dibujaste recién?
E: ¿Un lugar sin gravedad?
I: Sí.
E: Al espacio.
I: Ahá. ¿Y vos podrías respirar en el espacio?
E: No.
I: ¿Pero hoy me dijiste que había aire?
E: Sí. (...) Bueno, el...
I: Digamos, hay que elegir, ¿hay o no hay?
E: Hay o no hay. ¿En el espacio?
I: En el espacio.
E: No hay.
I: ¿Seguro? ¿Y en la Luna?
E: Tampoco.
I: ¿Cómo sabés?
E: Estoy, ¿cómo se dice?, estoy especulando.
I: ¿Y por qué ahora concluís eso y no lo que dijiste antes?
E: (...) Por todo lo que hablamos, por, por lo que me planteaste. ¿Si hay o no hay?
I: Sí.
E: Claro, acá tenemos la atmósfera. Tal vez la atmósfera deja que el aire se quede, que haya aire, pero en la Luna no hay, así que pienso que no hay aire.
I: ¿En la Luna no hay qué?
E: Aire.
I: ¿Y si no hay aire, afecta la gravedad eso?
E: No.
I: O sea, suponete, si yo mañana saco la atmósfera de la Tierra...
E: Sí.
I: ...¿cambiará la gravedad?
E: No.
I: ¿Seguro? Yo me pongo ahí con las piedritas y sigue pasando lo mismo que dibujaste ahí...
E: Sí.
I: ¿Sí, y qué va a cambiar, si saco la atmósfera?
E: ¿Con la gravedad?
I: Con todo.
E: ¿Con todo?
I: Sí.
E: Si saco la atmósfera, nosotros, o sea, no va a mantener el aire la Tierra y nos vamos a morir.
I: O sea, vamos a seguir, a poder estar caminando como antes pero sin aire, tirando piedritas como antes pero sin aire.
E: Sí.
I: Bueno, bueno, ¿querés decir algo más de gravedad?
E: No, no.
I: Bárbaro, bueno, gracias.

GRAV_POL_02	03/10/02	11:40	Esc. N° 758	cass.: TESIS 05 a	T: 14 min	hojas: 4
NOMBRE: Héctor		edad: 17 años 05 meses		fecha nac.: 21/05/85		

I: ¿Cómo definirías gravedad?

E: ¿Lo dibujo?

I: Primero contámelo.

E: Gravedad, la fuerza que atrae los cuerpos hacia la Tierra, el suelo.

I: ¿Y alguna otra característica que me puedas decir?

E: ¿Gravedad? Y, lo, lo que nos mantiene acá firmes, sería, más o menos.

I: Bueno, entonces sí haceme un dibujo que represente lo mejor que puedas esa imagen que vos tenés.

E: ¿De gravedad?

I: De gravedad.

E: (dibuja) Una cosa así, más o menos, ni idea.

I: O sea, esto es el planeta...

E: Claro.

I: ...¿y esto?

E: Es como, el hombre, o sea, que como que impulsa al hombre a estar firme en la Tierra.

I: Ahá, bien, ya que hiciste ese dibujo, imaginate que en, en, en nuestro planeta, ¿sí?, ponés varios hombres, como vos hiciste (dibuja en rojo)...

E: Hmm.

I: ...personas, cada uno tiene una piedra en la mano, ¿está bien?...

E: Sí.

I: ...la tiene así y de repente abre la mano, nada más, ¿qué le pasa a las piedras?

E: Y caen al suelo.

I: ¿Cómo a ver?

E: ¿Lo dibujo acá nomás?

I: Sí, sí.

E: Y como que van cayendo (dibuja), una cosa así, caen al suelo.

I: Bárbaro, ¿y si esta persona estuviera en el espacio (dibuja en rojo), también con su piedra y abre la mano, qué le pasa?

E: Y, como que flota, queda flotando.

I: ¿Se mueve?

E: Sí, se mueve, pienso que sí.

I: ¿Cómo?

E: Y, no sé, creo que, no sé, flotaría así normal, un movimiento así como que se mueve y nada más.

I: ¿Pero suave digamos?

E: Claro, suave, se mueve, empieza a dar vueltas, suave.

I: ¿Y, y si en vez de, de que esto fuera la Tierra fuera la Luna? Mirá otras personas en la Luna y sueltan las piedras, ¿qué pasaría?

E: Yo pienso que cae, caería pero mucho más suave a la Luna, al, al suelo de la Luna.

I: ¿Y eso por qué?

E: Y porque pienso que debe tener un porcentaje de gravedad, sería. Como que, para mí debe caer en la Luna, pero más suave, mucho más suave.

I: Ahá, así que vos me decís que si esto es la Luna, y tenés las personas (dibuja en rojo), cada una con su piedra, ¿sí?...

E: Sí.

I: ...¿también caerían a, parecido a la que hiciste allá?

E: Claro, pero mucho más suave.

I: Ahá, ¿y por qué esta, por qué se produce esa diferencia entre cómo caen en la Luna y cómo caen en la Tierra?

E: Ni idea, lo que yo pienso debe ser por el, por el tamaño, puede ser.

I: ¿El tamaño de qué?

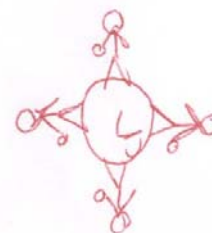
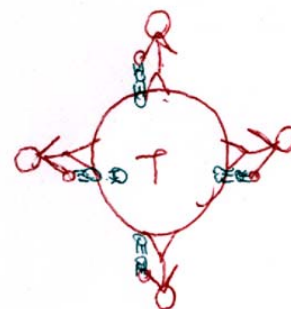
E: Del, tamaño de diferencia que hay entre la Tierra y la Luna. Diría, pero no, no sé bien por qué es.

I: Está bien, ¿pero qué te imaginás, eso en qué afecta?

E: Para mí, mayor tamaño como que, como que hay más gravedad

I: Ahá, ¿o sea que si yo me voy a un planeta más grande que la Tierra...

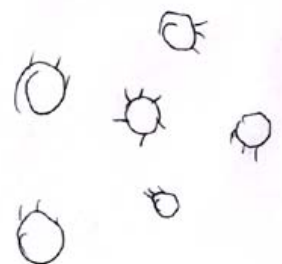
E: Podría haber, para mí podría haber más, más gravedad.



- I: ¿Y cómo caerían las piedras?
- E: Muchísimo más rápido, caerían, un agujero en el suelo.
- I: Ahora, la dirección de caída, ¿sería parecida en todos los casos? ¿La persona vería que la piedra cae a sus pies, tanto acá, como en la Luna, como en otro planeta?
- E: Sí, pienso que sí, que por ahí en la Luna cae como más suave, como que es como que está más, como que flota un poco más, más suave.
- I: Bueno, y si a este, en este caso de la Tierra, vos a una de esas, en donde estás parado en esas personas, ¿sí?, hubieras hecho un pozo (dibuja en rojo), pero un pozo tan profundo que pasó para el otro lado...
- E: Hmm.
- I: ...y también la persona, esto es la Tierra, y suelta la piedra, ¿qué haría la piedra?
- E: ¿La piedra, si esto fuera la Tierra?
- I: Sí.
- E: Y, para mí queda flotando.
- I: ¿En dónde?
- E: Como que la suelto y queda flotando, y no sé, queda flotando por acá, no, no llega a pasar, no...
- I: ¿A ver, marcalo dónde te parece que quedaría la piedra esa?
- E: Y para mí que, no para mí por ahí pasa flotando por acá, pero así como suave, sería una cosa así.
- I: ¿Y sigue?
- E: Claro.
- I: ¿Hasta dónde?
- E: Y no sé, por acá y me parece que acá como que ya flota.
- I: Marcalo, ¿a ver, dónde, dónde termina la historia de esta piedra?
- E: Y, quedaría acá, así (dibuja), como flotando.
- I: Ahá, ¿y entonces qué, qué es lo que produjo este cambio en, en antes y después de hecho el túnel, qué produjo el túnel para que la piedra se comporte diferente?
- E: Como que, creó un espacio, como que la gravedad es acá en la Tierra y en el espacio ese no hay una gravedad, sino que es como el espacio que está fuera de la Tierra.
- I: Ah, ¿o sea que el solo hecho de haber hecho un túnel, que pasa de lado a lado, ya ese túnel tiene características como el espacio este, como decías antes?
- E: Claro.
- I: ¿Y por qué se produce eso?
- E: Y, para mí no sé, porque podría ser por la Tierra, como que la Tierra es la que tiene la gravedad y no el espacio en donde está la Tierra. Si uno le hace un agujero a la Tierra, y se convierte como en el espacio que está afuera, sería para mí.
- I: O sea, cuando vos decís "la Tierra tiene..."
- E: Gravedad, me refiero a la Tierra así como...
- I: ¿A la Tierra como planeta, o...
- E: Claro.
- I: ...o a lo que lo forma, eso decís?
- E: Claro, claro.
- I: Ahá, y bueno, y un caso intermedio, si a una de estas personas, imaginate esto (dibuja en rojo), hacemos un pozo, que tiene la boca, la persona ve la boca de entrada al pozo, ¿sí?, suelta la piedra, pero el pozo se le han hecho dos túneles, que no traspasan todo el planeta...
- E: Hmm.
- I: ...y los dos tienen el mismo, la misma profundidad...
- E: Sí.
- I: ...el mismo largo, ¿qué haría la piedra?
- E: Para mí la piedra caería más en la dirección donde está, o sea si, si está la boca acá, para mí caería como más al centro.
- I: ¿Y por qué eso?
- E: Como que, para mí, la gravedad está más en el centro, en el centro...
- I: A ver, marcalo.
- E: Caería la piedra acá en la boca y llegaría más al centro, (dibuja) una cosa así.
- I: Bueno, acá sí llegaría al centro porque el túnel no traspasa...
- E: Claro.
- I: ...¿y acá por qué?
- E: Porque acá no hay como un suelo, es como un espacio en el túnel.
- I: Ah, porque digamos, el centro ahí no desapareció de la Tierra...
- E: Claro.
- I: ...la Tierra sigue siendo una esfera con...
- E: Hmm.



I: ...nada más que el agujero pasó por el centro.
E: Claro.
I: ¿Es como que el agujero hizo desaparecer esa característica que tiene el centro.
E: Claro, claro, como que acá está el suelo en el centro, sería, más o menos.
I: Bueno, y cuando vos me decís que en la Luna y en el espacio las cosas funcionan diferente que en la Tierra, si vos salís viajando y te vas anotando, por así decir, cómo funcionan las cosas, ¿habría algún límite en donde se puede ver cómo va cambiando la forma de funcionar las cosas?
E: Podría ser, como que hay distintas características en otros lugares.
I: ¿Y ese límite está dado por algo?
E: Y no sé, por ahí, como, como el centro es el Sol, por ahí, mientras más te alejás del Sol, por ahí es más diferente, más te alejás es como más diferente la cosa.
I: Bueno, y ya que nombraste al Sol, haceme un dibujo esquemático, sencillo, del Sol y los planetas.
E: El Sol y los planetas. Acá estaría el Sol (dibuja), los planetas acá girando alrededor, una cosa así.
I: ¿Están quietos los planetas?
E: No, están en, en movimiento.
I: ¿Y cómo sería su movimiento?
E: Para mí, llegaría a ser una cosa así, o sea, en contra de las agujas del reloj.
I: ¿Y ese movimiento tiene algo que ver con el Sol?
E: Y, no, creo que no, o, o quizás sí, como que está todo, todo centrado en el Sol sería.
I: Bueno, entonces suponete que yo saco el Sol, ¿qué le pasa al movimiento de los planetas?
E: Para mí como que quedarían dando vueltas, no con el mismo, el mismo movimiento que tendrían si estaría el Sol, pero quedarían dando vueltas.
I: ¿Y se moverían diferente que antes?
E: Y, sí, por ahí sí.
I: ¿Sabés cómo, te imaginás cómo?
E: Yo creería que sería una cosa parecida pero, no tan parecida, sino que darían vueltas diferentes, uno se pondría más lejos que cuando estaba en el centro el Sol, otro más cerca, con todo más desperejo.
I: Bueno, ¿se te ocurre alguna manera de cómo hacer para alterar la gravedad de un lugar?
E: ¿Cómo hacer?
I: Hmm.
E: ¿Cómo hacer? No. (...) No, la verdad que no.
I: ¿Que no se te ocurre o que no se puede?
E: Por ahí quizás se pueda pero no, no creo, no se me ocurre a mí, por ahí se puede.
I: O sea, este dibujo que vos hacés con la flecha, que mantiene la persona...
E: Hmm.
I: ...ahí, ¿se puede hacer algo para que ese, esa...
E: ¿La persona no esté firme al suelo, sería?
I: O que esté diferente de lo que estaba en tu dibujo original, ¿qué se podría hacer?
E: Para mí se podría aislarla, pero, por ahí quizás cambie algo, aislarlo, o sea como, rodearla y ponerle como una capa diferente y por ahí quizás cambie algo.
I: ¿Una capa de qué?
E: Y, no sé, podría ser, no sé, como una especie de paredes así que, que aisle la Tierra, para que, por ahí podría cambiar algo.
I: Ahá, bueno, imaginate un lugar sin nada de gravedad...
E: Sí.
I: ...¿qué apariencia tendría?
E: No sé, cosas flotando serían, para mí. Porque no sería nada firme, sería todo más descontrol, sería una cosa así.
I: Ahá, ¿y cambiaría algo más, la apariencia de las cosas, la luminosidad, cambiaría algo?
E: Sí, cambiaría, porque el hombre siempre se, se adapta, así como que busca la forma de adecuar su, su modo de vida, para mí, como que, un escritorio no sería como es ahora, sino sería una tabla así, está flotando sería como más portátil, más comodidad, se buscaría la forma de adaptarse así a la situación.
I: Bueno, y en toda tu vida, ¿recordás en qué situaciones leíste, viste o algo relacionado con gravedad?
E: En la primaria.
I: ¿Y cómo lo trataron el tema?
E: Me acuerdo en la primaria que nos hicieron leer, que nos comentaba la maestra, usaba, explicaba, hacer anotaciones, hacer también las maquetas que hacen hacer, los planetas, la gravedad, qué pasaría si no hay, cosas así.
I: ¿Y te acordás qué se dijo en ese momento?
E: No, no.
I: Bueno, y también en toda tu vida, ¿recordás algún momento en que hayas vi., vivenciado la acción de la gravedad sobre vos?



E: Por ahí cuando, cuando, no sé, estoy cansado y me siento más pesado, digo "para qué existe la gravedad", o cosas así, podría estar flotando uno, cuando estás hablando cosas así de que podrían ser, que no son pero podrían ser, no sé, se pone a imaginar cómo sería si no hubiera gravedad. Alguna veces pensás si sería mejor otras que es pero, cosas así. Sentirla bien cuando estoy cansado, digo "para qué está la gravedad", como que mi peso pesa mucho, mi cuerpo es muy pesado, sería mejor si estoy flotando capaz que no soy más pesado.

I: Hmm. ¿Querés decir algo más sobre el tema?

E: No, no, creo que no, no.

I: Bueno, bárbaro, gracias che.

GRAV_DOC_09	11/10/02	08:30	Esc. N°8	cass.: TESIS 07 b	T: 28 min	hojas: 7
NOMBRE: M ^a Mercedes		edad: 46 años 07 meses		estudios: M. N. S.	nivel: EGB 2 (6°) Cs. Nats.	

I: ¿Cómo definirías gravedad?

E: Gravedad como la fuerza que ejerce la, la Tierra hacia los cuerpos, hacia el centro de la Tierra.

I: ¿Y alguna otra característica?

E: Es que en cada punto de la Tierra se dirige hacia el mismo, o sea, va hacia el suelo, ¿no?

I: Bueno...

E: Y los cuerpos, bueno, tienen su centro de gravedad, por Física sabemos que tienen un, un punto donde se forma la fuerza que, tienen un centro de gravedad, digamos, cada cuerpo.

I: Bueno, hacé un esquema o un dibujo que represente tu imagen de gravedad.

E: (dibuja).

I: ¿Qué sería?

E: Esto sería la Tierra y estos objetos que están, este, qué sé yo, como la manzanita de...

I: ¿Y la flecha?

E: La atracción.

I: Bien, bueno, imaginá que tenés una persona en el espacio...

E: Sí.

I: ...con una piedra en la mano (dibuja en rojo), y de repente abre la mano, ¿qué le pasa a la piedra?

E: Depende de dónde esté esta persona, si está por fuera de la atmósfera la piedra queda suspendida, y si está dentro de la atmósfera caerá en la Tierra.

I: O sea, ¿si está dentro de la atmósfera hace lo que hiciste en el primer dibujo?

E: Sí.

I: ¿Y fuera de la atmósfera?

E: Sigue suspendida.

I: ¿Y qué, qué sería suspendida, se queda quieta, se mueve?

E: Sí, como que no tiene gravedad, no, no...

I: Está bien, ¿pero qué hace?

E: Sigue la orb., sigue en su órbita, digamos, en la, está en el espacio, este...

I: Y va, ¿cuando decís...

E: ...como están los astronautas en el espacio (risas).

I: ..cuando decís "órbita" qué sería?

E: Y, este...

I: O sea, dibujá qué sería para vos la órbita de esa piedra.

E: (dibuja).

I: O sea que, fuera de la atmósfera, esta persona suelta la piedra y la piedra haría esto...

E: Sí.

I: ...este camino que hace, la órbita que vos llamaste, ¿está determinada por qué cosa?

E: Por la, por el Sol, por la atracción del Sol, ¿no?, creo.

I: Ahá, y, cuando vos decís "atracción del Sol"...

E: Sí.

I: ...¿qué, qué significa?

E: Porque está dentro del Sistema Solar, este, y todos los cuerpos que están dentro del Sistema Solar tienen una órbita, es como que los planetas que dibujan una órbita.

I: ¿Y esa atracción del Sol tendrá algo que ver con la gravedad?

E: (...) La verdad que no lo sé.

I: ¿Y qué se te ocurre?

E: Este, creo que no, porque es como, es la, si se está cerca de la Tierra entonces sí existe esa gravedad, y si está fuera de lo, de lo que es la atmósfera no.

I: Bueno, pero, digamos, si la atracción de la Tierra se llama gravedad...

E: Sí.

I: ...¿la del Sol cómo se llamaría?

E: No tengo idea, no sé, debería tener un nombre pero no lo sé (risas).

I: Por eso, ¿y tendría características similares a la gravedad?

E: (...) Sí, pienso que sí, porque mantiene un, un dibujo, una órbita, ¿no?, mantiene una trayectoria.

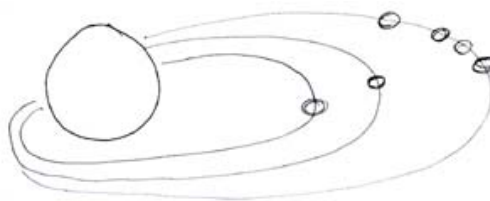
I: Ahá, hacé un, un esquema más focalizado sobre el Sol...

E: Hmm.

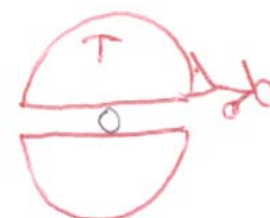
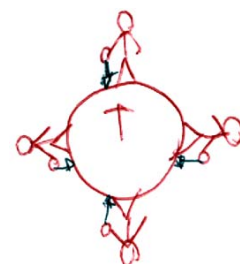
I: ...y lo que vos decís "el Sistema Solar".



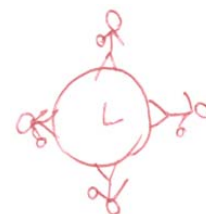
- E: Bueno, esto sería el Sol (dibuja), y alrededor de él giran los, los nueve planetas que componen el, el Sistema Solar, ¿no?, uno, dos, tres...
- I: Está bien...
- E: Más o menos.
- I: ...aproximadamente.
- E: Sí.
- I: Bueno, entonces, estos planetas que dibujás acá...
- E: Sí.
- I: ...¿son equivalentes a esta piedra?
- E: (...) Supongo que los planetas deben de tener, este, ya su, por, por ser más, este, más grandes que esta piedra pero también, este, con la velocidad que vienen algunas piedras, los meteoritos, y eso, vencen la, la, bah, que son, chocan con, vencen la, sería la capa protectora de la Tierra, que sería la atmósfera, ¿no?, depende de cómo venga la velocidad que tenga esa piedra, ¿no?
- I: Está bien, pero yo me refiero a esto, vos acá dibujaste la órbita de los planetas...
- E: Sí.
- I: ...y acá dibujaste la órbita de la piedra...
- E: Sí.
- I: ...¿ambas órbitas son equivalentes?
- E: Sí. Si está, si no tiene velocidad, o una fuerza que venga, que la imp., que venga desde, qué sé yo, como los meteoritos, entonces, este, conserva su órbita, como hacen los satélites en, que se colo., los satélites artificiales que coloca el hombre.
- I: Bueno, ¿qué pasaría con los planetas y con la piedra si vos sacás el Sol?
- E: Y, este, un desbarajuste me parece (risas), qué sé yo, una cosa que no...
- I: ¿Y cómo quedarían?
- E: Desorbitados.
- I: ¿Se moverían o se quedarían quietos?
- E: (...) Creo, que bueno, a la larga se destruirían porque, por ejemplo, en la Tierra si no hay Sol no hay vida, no hay nada, o sea, qué sé yo, la, la, la trayectoria creo que se quedaría quieta, que el Sol debe ejercer una fuerza como para conservar esa, esa órbita, no lo sé muy bien...
- I: Sí, pero, la pregunta es qué te imaginás, si yo de repente saco el Sol, ¿esas órbitas siguen como están...
- E: No.
- I: ...se quedan quietos los planetas, se mueven de otra manera, qué harían?
- E: (...) Supongo que se, que se reorientarían, ¿no?, que pueden moverse pero no con la misma, como lo ejercían antes, puede, puede ejercer, qué sé yo, por inercia digamos, un movimiento pero después...
- I: ¿Y por ejemplo cómo sería, por inercia?
- E: Este...
- I: ¿Qué haría cada uno?
- E: Y bueno, la Tierra seguiría dando la, el movimiento de rotación pero como que se perdería después y a la (¿)...
- I: Dibujá uno, a ver, un caso por ejemplo.
- E: Este, por ejemplo, llegaría así con movimientos un tiempo y después se frenaría, quedaría ahí, este, estacionada.
- I: ¿Estos, estos tres dibujitos son después de sacado el Sol?
- E: Sí.
- I: O sea, se sigue moviendo en esta órbita...
- E: Sí.
- I: ..y dentro de un tiempo se frena, ¿está bien?
- E: Sí.
- I: ¿Y ahí se queda?
- E: La verdad que no sé (risas), supongo que se destruiría, porque si no tiene el Sol, este, en la Tierra, bueno, no habría vida o se, esa misma desorientación haría que, que se perdieran las características que tiene la Tierra.
- I: Bien, bueno, y al principio me decías, con la piedra con la persona en el espacio, si está cerca de la atmósfera para la Tierra funciona el primer dibujo, si está fuera de la atmósfera y está en el Sistema Solar, hace esta órbita...
- E: Sí.
- I: ...en torno al Sol...
- E: Sí.
- I: ...¿está bien?...
- E: Sí, sí.
- I: ...bueno, ¿qué pasa si está mucho más lejos del Sistema Solar? Es una persona en el espacio muy lejos...
- E: Hmm.
- I: ...fuera de lo que vos imaginás que es el Sistema Solar, ¿qué haría la piedra?



E: Y, este, estaría suspendida en el espacio.
I: ¿Y cómo se queda, hace alguna órbita así?
E: Y, considero que todo el universo está en movimiento, ¿no?, que, que está atraído por otras estrellas, que el mismo sistema solar que tenemos nosotros, bueno, se da en otros sistemas, con otras estrellas y planetas y asteroides, todos cuerpos que nosotros no, bueno, algunos se observan y otros todavía no.
I: Bueno, pero todas las atracciones que decís...
E: Sí.
I: ...¿no son gravedad? ¿Tienen cada una una particularidad?
E: (...) Este, creo que sí, que es diferente la atracción que ejerce el Sol que la atracción que ejerce la, la atmó., la Tierra, o sea, por la gravedad.
I: ¿Y la atracción que ejercería otra estrella es diferente a la que ejercería el Sol?
E: (...) Es más fuerte la del otro, cada sistema tiene su estrella que lo, que lo atrae, digamos, ¿no?, y el Sol no tendría tanta fuerza fuera, no tendría competencia con...
I: Pero yo no me refiero a la intensidad...
E: Sí.
I: ...sino a la naturaleza. Vos me decís "no, la, la atracción de la Tierra que llamás gravedad es diferente a la del Sol"...
E: Sí.
I: ...bueno, la atracción de otras estrellas o de otras cosas en el universo...
E: Sí.
I: ...en su naturaleza, ¿sería similar a la del Sol o también es diferente?
E: No, similar a la del Sol.
I: ¿Pero diferente a la Tierra?
E: Sí.
I: Bueno, y fijate, si hacemos que esta experiencia estuviera hecha en la Tierra, ¿está bien? (dibuja en rojo)...
E: Sí.
I: ...son cuatro personas que están en la Tierra cada uno con una piedrita...
E: Sí.
I: ...y sueltan, esta es la Tierra...
E: Sí.
I: ...y abren la mano, la sueltan la piedra, ¿qué harían las piedras esas?
E: Y, cada piedra va hacia el, el suelo de, de donde está parado el, la persona, ¿no?, cada una va hacia (dibuja) hacia aquí.
I: Bien, y si justo en donde está una de esas personas, a sus pies...
E: Sí.
I: ...donde antes tocaba una de esas piedras que vos dibujaste...
E: Hmm.
I: ...hubiéramos hecho un pozo, tan profundo (dibuja en rojo)...
E: Ahá.
I: ...que pasó para el otro lado...
E: Ahá.
I: ...un pozo...
E: Sí, sí, sí.
I: ...bien profundo y perforó toda la Tierra...
E: Sí.
I: ...¿qué haría la piedra?
E: Y, no sé, creo que se quedaría acá en el centro (risas), no sé.
I: O sea, ¿entra por acá y se queda ahí en el centro?
E: Creo que sí.
I: Bueno...
E: Este es el medio, esta experiencia no se ha hecho nunca porque nunca se hizo un pozo tan grande (risas).
I: Es un experimento mental.
E: Ah, sí, sí, sí.
I: ¿Sí?
E: Sí.
I: O sea, que no cambia nada en su naturaleza a la atracción de la Tierra que esté perforada o que no.
E: No lo sabría decir con seguridad, la verdad que no te podría decir, pero creo que pasaría eso, no sé.
I: ¿Y si en vez de hacer un túnel que perforara toda la Tierra hubiéramos hecho esto? Mirá (dibuja en rojo), así, dos túneles del mismo largo, con una única boca de entrada y vos ponés una persona con una piedrita...
E: Ahá.



I: ...justo arriba de la boca del túnel, pero hay dos túneles...
E: Sí.
I: ...y esto sigue siendo la Tierra...
E: Ahá.
I: ...¿qué pasaría, por cuál túnel va la piedrita?
E: (...) Este, ¿hay dos, uno, uno va hacia el centro y otro hacia un costadito?
I: Hmm.
E: (...) Y creo que al centro.
I: Marcalo, por favor.
E: (dibuja).
I: Bien, ¿o sea que sería equivalente a esto que está acá?
E: Sí.
I: ¿Y si todo esto lo hiciéramos en la Luna? Las personas (dibuja en rojo)...
E: Sí, sí.
I: ...con sus piedras, pero es la Luna.
E: Y si es la Luna, este, quedarían las piedras suspendidas, porque no, no tiene, queda todo en el aire, no hay gravedad.
I: ¿O sea que quedan cómo, abren la mano y queda ahí donde estaba?
E: Sí o, bueno, se desplazará un poco, pero no, como lo vimos a los astronautas, ¿no?, que no pueden estar...
I: Bueno, pero entonces ahora, ¿qué diferencia hay entre soltar la piedra en la Luna o soltarla en el espacio?
E: Y, no mucha, no...
I: ¿Y por qué entonces en la Luna se quedan suspendidas y en el espacio hacen esta órbita?
E: Claro acá, este, también en la Luna seguirían un, un trayecto, la acompañarían, estarían suspendidas pero de, también marcando una, la órbita de la Luna, o cerca de ella, este...
I: O sea, ¿la Luna se está moviendo?
E: La Luna se mueve, sí.
I: ¿Parecido a esto, al Sistema Solar?
E: No, porque es un satélite de la Tierra y esa, esa atracción que tiene es con respecto a la Tierra, ¿no?
I: Ah, o sea que, ¿cómo se mueve la Luna?
E: Alrededor de la Tierra.
I: ¿Y debido a?
E: A que ejerce una atracción sobre la, sobre la Tierra.
I: ¿La Luna ejerce una atracción sobre la Tierra?
E: No, no, la, la Tierra ejerce una atracción sobre la Luna?
I: ¿Y por eso?
E: Y por eso, este, la acompaña (risas).
I: ¿Por eso la Luna acompaña a la Tierra, me decís?
E: Sí.
I: Bueno, y entonces, una vez soltada la piedra, la piedra...
E: Acompañaría también a la, con una cierta distancia, a la Luna, o sea, no es que se va a caer sobre ese lugar, va a tener, va a formar parte de su, de su cuerpo, digamos, sino que, bueno, esa, esos cuerpiitos van a estar alrededor de ella...
I: ¿Y todo moviéndose...
E: Sí, con una cierta, acompañándola, ¿no?, con una cierta distancia que se va a mantener.
I: ¿Acompañándola en su movimiento alrededor de la Tierra?
E: Sí.
I: O sea, que entonces, si todo este conjunto está moviéndose al lado, alrededor de la Tierra y eso era, en el caso de la Luna, porque la Tierra la atraía, ¿podemos considerar también que la Tierra atrae a las piedras estas?
E: Sí, creo que sí, (¿).
I: A ver, a ver si me explico. Si vos me dijiste que soltabas esta piedra en el espacio...
E: Sí.
I: ...lejos de...
E: Sí, sí.
I: ...de la Tierra y la Luna...
E: Sí, sí.
I: ...y se movía en esta órbita influenciada por el Sol...
E: Sí.
I: ...si yo suelto estas piedras en la Luna y se mueven, ¿quién las influencia?
E: Y, bueno, está la Luna y todo lo que la acompaña, está, tiene, la Tierra ejerce una influencia sobre ella, y, este, la Tierra a su vez es atraída por el Sol, entonces acompaña a la, a la órbita que tiene 365 días en el año, y la Luna con sus, sus, el material que tenga alrededor también va a acompañar y ejercer una, un acompañamiento, una, una, qué sé yo (¿)...



I: Ahora, la Luna, y todo lo que esté a su alrededor, digamos...

E: Sí.

I: ...¿está dentro o fuera de la atmósfera?

E: Fuera.

I: Fuera. ¿Y cómo puede ser que la Tierra la inflencie si está fuera de la atmósfera?

E: Y, este, yo por lo que sé ejerce una cierta atracción la Tierra sobre la Luna, es su satélite y lo acompaña desde (¿).

I: Está bien, pero esa, a ver...

E: Sí.

I: ...vos hoy me dijiste que la gravedad de la Tierra funciona de la atmósfera hacia abajo, digamos, ¿está bien?...

E: Sí, sí.

I: ...entonces, la atracción que la Tierra hace sobre la Luna...

E: Ahá.

I: ...está afuera de la atmósfera...

E: Sí.

I: ...entonces, esta atracción de la Tierra sobre la Luna, ¿es gravedad o es otra cosa?

E: Es otra cosa.

I: Ah, o sea, funciona tal como me dijiste...

E: Sí.

I: ...pero no es gravedad...

E: No.

I: Lo que decimos gravedad es de la atmósfera para abajo.

E: Sí.

I: Bueno, y ahora, entonces, el mo., la atracción que el Sol ejerce sobre todo el conjunto...

E: Hmm.

I: ...el Sistema Solar, la piedra en el espacio, etc....

E: Sí.

I: ...¿es equivalente, en su naturaleza, a la atracción que la Tierra ejerce sobre la Luna?

E: No sabría decirte, no lo sé.

I: ¿Pero no es gravedad?

E: No, no.

I: Bueno, y una cosa más, fijate, de la atmósfera para abajo, la influencia de la Tierra sobre estas piedras, por ejemplo...

E: Sí.

I: ...en su intensidad y naturaleza, ¿tendrá alguna similitud con la influencia que ejerce la Tierra sobre la Luna de la atmósfera para arriba, por ejemplo?

E: Puede ser, no sé.

I: ¿Qué se te ocurre?

E: No sé si tiene que ver con la gravedad o, qué sé yo, que ejerce una tipo, una, una atracción magnética, no lo sé, no.

I: Bueno, ¿te imaginás de qué manera se puede alterar la gravedad de un lugar?

E: Sí, yo sé que hay, por ejemplo en, que se hacen simuladores, ¿no?, de la, de la falta de gravedad, pero no sé cómo lo hacen, la verdad, no.

I: ¿Pero en principio te parece que se puede?

E: Sí.

I: Ahora, ¿es un simulador o es en serio que se altera la gravedad?

E: (...) No tengo ni idea, no lo sé (¿).

I: ¿Pero me entendés, no?

E: Sí, sí, sí, sí, sí.

I: Vos te subís a un simulador...

E: Simulás...

I: ...de vuelo y no estás volando.

E: Claro.

I: Bueno, cuando se simula que no hay gravedad...

E: Pienso que debe ser un simulador.

I: ¿Y se podrá quitar por ejemplo la gravedad?

E: Pienso que sí.

I: ¿Y se te ocurre qué habría que hacer en la Tierra... O sea, suponete, gravedad funciona solo en la Tierra...

E: Sí, sí, sí, sí.

I: ...estamos de acuerdo, suponete entonces en esta habitación, ¿qué tendrías que hacer entonces para que acá no haya más gravedad?

E: Y, no sé, quitarle los gases que hay, eso.

- I: Entonces, casi al principio de la charla hablábamos de cómo definirías gravedad, después de todo lo que estamos charlando, ¿se te ocurre una definición más adecuada de gravedad? ¿Qué cosa produce que exista gravedad?
- E: Y, saco, las, los componentes de los gases que existen en la atmósfera.
- I: O sea, que si yo en esta habitación, por ejemplo, quitara la atmósfera, ¿podría suponer que no hay gravedad?
- E: Sí.
- I: ¿Y qué apariencia tendría este lugar sin gravedad?
- E: Y, todo estaría, no como lo, comúnmente lo vemos sino suspendido en el aire.
- I: ¿Y alguna otra cosa cambiaría?
- E: Y nosotros también no nos podríamos estar sentados ni...
- I: Bueno, todas las cosas suspendidas, ¿qué más?
- E: (...) Donde no se pueden tomar ni desplazarse en el espacio.
- I: Por ejemplo, ¿la luminosidad cambiaría?
- E: Creo que no.
- I: ¿No tiene nada que ver la luz con que haya o no haya gravedad?
- E: Y, los rayos que, que hacen la, el Sol sí cambiarían porque, bueno, los gases no serían la, los mismos componentes que tendríamos en el, en este cuarto, qué sé yo, no, no, influirían en, sabemos que, bueno, los rayos ultravioletas, este, o la capa de ozono hacen que, que los rayos solares tengan una cierta, o sea la atmósfera es una capa protectora en ese aspecto, ¿no?
- I: O sea, pero, ¿habría luz igual...
- E: Sí.
- I: ...aunque las, de otras características, pero habría?
- E: Sí.
- I: ¿No es que si quito la gravedad no tengo más luz?
- E: No, no.
- I: Bueno, y en, en todo el universo, ya ahora con todas las atracciones que vos me decís, la del Sol con el Sistema Solar, las de otras estrellas, etc., ¿se te ocurre si podría haber en el universo un lugar sin gravedad? O sea, perdón, no sin gravedad, no estamos dentro de la Tierra...
- E: Sí.
- I: ...¿sin cualquier atracción?
- E: Y, no, me parece que es todo como un equilibrio, o sea, este, está todo, es como, son distintos sistemas que están organizados, y si no, qué sé yo, tendríamos un montón de, de ataques de cuerpos y andaríamos a la deriva.
- I: O sea, me vaya donde me vaya, lo lejos que yo quiera, ¿siempre hay algún sistema organizado...
- E: Sí.
- I: ...que alguna atracción tiene?
- E: Sí.
- I: O sea, ¿no te podés imaginar un lugar sin ningún tipo de atracción o fuerza?
- E: Sí, creo que no.
- I: Bueno, y, imaginate en, en toda tu vida...
- E: Hmm.
- I: ...recordá más que imaginá...
- E: Sí.
- I: ...en toda tu vida...
- E: Sí.
- I: ...¿en qué situaciones has oído hablar, leído, visto cosas relacionadas con gravedad?
- E: Este, bueno, en la escuela, este, en la Facultad, habíamos tenido bastante de Física con distintas experiencias de cuerpos, este, bueno después yo no estudié, no terminé la universidad, ¿no?
- I: ¿Qué estudiabas?
- E: Agronomía.
- I: ¿En dónde?
- E: En La Plata. Y, bueno, y ahí veíamos eso, que cada cuerpo tenía un centro de gravedad, este...
- I: ¿Y en el Magisterio?
- E: Y en el Magisterio también, así someramente, ¿no?, no, poca todo este tipo de temas, este, es como que tenés que estudiarlo vos desde, lo que más te enseñan a hacer es proyectos, y el contenido, bueno, uno lo tiene que, que tomar de los libros, y bueno...
- I: O sea que en, en toda tu formación no es un tema que se haya desarrollado con algo de, de interés.
- E: En el secundario someramente, en la Facultad un poquito más, y en el Profesorado como algo, qué sé yo, para hacer algún proyecto, pero no, no, no muy detallado, ni, y que, un tema que uno lo conozca mucho, ¿no?
- I: Ahora, ¿qué suponés, que no, por ejemplo en el Profesorado o en la escuela...
- E: Sí.
- I: ...qué suponés, que no se trabaja porque no tiene importancia o porque se lo da por hecho?

E: Claro es este, es un tema que como se vivencia y, bueno, se da como algo para informar un poco más, pero no para experimentar ni, ni darlo muy profundo, ¿no?

I: Bueno, y recién hablaste de vivencias, recordá en toda tu vida también...

E: Sí.

I: ...si en algún momento, no de leerlo, ¿eh?...

E: Sí.

I: ...sino de vivenciarlo, fuiste conciente que estabas afectada por la gravedad.

E: Sí, por ejemplo en los juegos esos de, de la rule., ¿cómo se llama?, los juegos estos de los parques, este, en donde no sabés muy bien dónde estás, dónde vas a ir a parar, este, y, bueno, el alivio de estar parada sobre los pies, este, es como que ya, ya terminó esa (risas) una experiencia media...

I: ¿Pero cuando estás ahí medio asustada en el juego se te re., te trae alguna imagen de que eso está relacionado con la gravedad?

E: Este, estás vivenciando una experiencia distinta a lo que comúnmente estás viviendo, estás como, este, en tu cuerpo están ejerciendo otras fuerzas que, que como, como su, este, va con tanta fuerza, o violencia, bah, violencia, bueno, que perdés la noción de, este, de dónde estás parado, este, de dónde va a ir a parar, ¿no?, o sea, como que no, que deseás, este, volver a la gravedad, a lo normal.

I: ¿Parecido a eso, a esa sensación es cuando vos decís "suspendidos"? Cuando hoy hablábamos de que en esta habitación quitábamos la gravedad estaríamos todos suspendidos...

E: No, no sería eso porque, es como que estás suspendido no te podés valer por vos mismo, o sea, el cuerpo no se puede cambiar de, de postura, pero no es algo, digamos, violento o agresivo, o sea, estás, te está ejerciendo una fuerza...

I: ¿Lo suspendido no es violento?

E: No.

I: ¿Y el juego sí?

E: Sí.

I: O sea, la sensación de estar suspendido, ¿es más placentera o más terrible que el juego?

E: Más placentera.

I: Ah. ¿Sin embargo alguna relación tiene? O sea, ¿algo del juego está relacionado con eso de suspendido?

E: Sí, sí, sí, porque en los dos casos no, no podés, este, movilizarlo como vos querés.

I: O, a ver si te entiendo, ¿si le quitáramos la sensación de violencia al juego...

E: Sí.

I: ...te re., tendría reminiscencias del "suspendido" de estar sin gravedad?

E: Y, sí, porque en los dos no, no podés movilizarlo como vos querés.

I: ¿Pero sería placentero?

E: Sí.

I: Si yo te dijera ahora "vamos a hacer la prueba de estar sin gravedad un rato"...

E: Claro.

I: ...no te disgusta?

E: No, no, no, sería placentero

I: Sería placentero.

E: Sí, sí, sí. Creo yo, no sé.

I: Bueno, bueno no sé si querés hacer algún otro comentario.

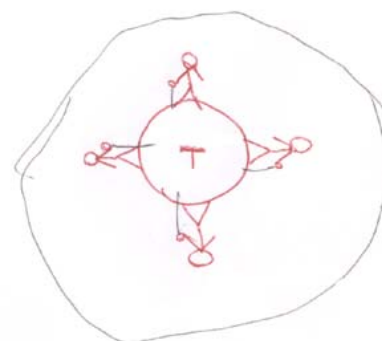
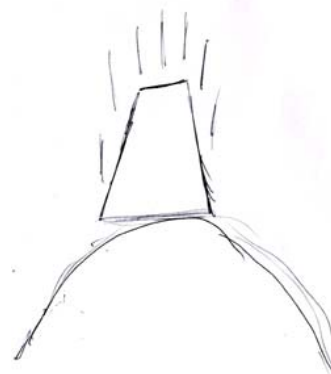
E: No, no.

I: Bárbaro, muchas gracias.

E: No, de nada.

GRAV_NSP_04	01/10/02	13:15	Cultura	cass.: TESIS 02 b	T: 15 min	hojas: 3
NOMBRE: Jaime		edad: 40 años 06 meses		estudios: 50% Letras		trabajo: actor/letrista

- I: ¿Cómo definirías gravedad?
- E: La gravedad. Es una fuerza, una fuerza sé que es, (risas) es la fuerza de atracción de los cuerpos hacia el centro de la Tierra.
- I: ¿Y qué características tiene?
- E: Es intangible, (risas) ¿qué características? Sé que tiene, debe tener una intensidad o un, una fuerza de atracción, una determinada magnitud, no se me ocurre más que...
- I: Haceme un dibujo que represente tu imagen de gravedad.
- E: Es lo que se me ocurre (dibuja). Para representar algo, qué sé yo...
- I: Digamos, si yo viera ese dibujo...
- E: Sí.
- I: ...¿podría decir "ah, esa es la imagen, eso significa gravedad"?
- E: Supongo que no porque no tengo una imagen concreta, digamos, es como una cosa no figurativa esto.
- I: Esta bien, pero ¿viste cuando jugás al Pictionary?
- E: No, no he jugado pero, bueno, ¿tenés que dibujar?
- I: Tenés que dibujar para que el otro...
- E: Comprenda.
- I: ...comprenda y pueda descubrir la palabra que vos quisiste poner.
- E: Pero ahí trato de, de poner...
- I: ¿Qué es cada cosa?
- E: Esto es como una imagen, una especie de tótem...
- I: Hmm.
- E: ...estas son como las líneas de la velocidad y esto sería el mundo.
- I: Bien. Bueno, mirá, suponete que esta es una persona (dibuja en rojo) que está en el espacio...
- E: Sí.
- I: ...con una piedra en la mano...
- E: Sí.
- I: ...y de repente abre la mano...
- E: Sí.
- I: ...¿qué le pasa a la piedra?
- E: ¿En el espacio está?
- I: Sí.
- E: Queda flotando.
- I: ¿Se mueve? O sea, flotando y queda quieta, queda flotando y se mueve, ¿cómo?
- E: No, y supongo que se mueve, este, ¿de acuerdo a qué?, a, en el espacio, tengo imágenes de las películas, no sé, que hay peligro, ¿no?, con esos objetos que quedan sueltos porque derivan y pueden golpearte, ¿no?, así que calculo que quedan flotando sin, sin una, una precisión de órbitas ni de, ni de destino ni de carrera, no es que se dirija directo a la Tierra.
- I: Bien, y si en vez de estar en el espacio ponemos varias personas, en la Tierra, ¿sí? (dibuja en rojo)...
- E: Sí.
- I: ...cada una con una pelotita en la mano, una piedra en la mano...
- E: Sí.
- I: ...y también, cada una lo único que hace es abrir la mano, ¿qué le pasa a las piedras?
- E: Caen a la Tierra.
- I: ¿Cómo harían, dibujame las trayectorias.
- E: (dibuja).
- I: Bien, ¿y si esto en vez de la Tierra fuera la Luna?
- E: Tengo entendido que en la Luna no hay gravedad, entonces otra vez se daría el caso anterior del espacio.
- I: ¿O sea sería lo mismo, que haría, la misma descripción que hiciste para el espacio podría pasar en la Luna?
- E: Y me imagino, sí, al no haber fuerza de gravedad.
- I: Bueno, y entonces, si vos salís de la Tierra, vas a la Luna, seguís al espacio...
- E: Sí.
- I: ...las cosas van cambiando su funcionamiento, podríamos decir...
- E: Sí.



I: ...¿hay algún límite espacial que marque dónde dejan de funcionar de una manera para empezar a funcionar de otra?

E: Fuera de la atmósfera.

I: ¿Ese sería el límite?

E: Supongo.

I: ¿Y dónde quedaría la atmósfera en ese dibujo?

E: Y, no sé, acá, alrededor de la Tierra (dibuja).

I: Ahá. ¿O sea la Luna estaría fuera de esto, fuera de la atmósfera terrestre?

E: Sí.

I: Entonces dentro de eso funciona como dibujás acá en la Tierra...

E: Sí.

I: ...y fuera de eso funciona como describiste en el espacio...

E: Sí.

I: ...incluyendo a la Luna, ¿está bien?

E: Es lo que supongo, sí.

I: Bien, bueno, y si en el caso de la Tierra, a una de estas personas, justo a sus pies, hiciéramos un túnel (dibuja en rojo), o sea que justo donde él suelta la piedra hay un túnel...

E: Ahá.

I: ...¿qué le pasaría a esa piedra?

E: ¿El túnel pasa de lado a lado de la Tierra?

I: Pasa de lado a lado.

E: Y supongo que sería atraída por el, por el centro de gravedad de la Tierra, que es su centro mismo supongo, y al no encontrar límites, ¿qué haría?, ¿qué haría?, (...), y no, sería absorbida por un centro, por esa magnitud que debe tener ese centro que atrae, que tiene esa fuerza.

I: Por eso, pero, ¿qué haría la trayectoria de la piedra?

E: Y se dirigiría hasta el centro mismo...

I: ¿Y ahí qué hace?

E: Quedaría en la Tierra, y ahí quedaría pegada en algún núcleo.

I: ¿A ver, dibujalo?

E: Como si acá hubiera un núcleo partido (dibuja) y a uno de estos dos se, se tiene que quedar unida.

I: O sea, viene por aquí, pasa por el túnel, ¿y queda ahí?

E: Y queda ahí pegada. A la materia circundante, central.

I: Bien, ¿cómo te imaginás que están distribuidos el Sol y los planetas? Haceme un dibujo.

E: ¡Ah!

I: Esquemáticamente, ¿eh?, no con datos precisos.

E: Ahá. El Sol (dibuja), ¿dibujo querés, no letras?

I: Está bien, está bien.

E: Y, lo que tengo entendido es que los planetas están alineados en función de su cercanía o lejanía con el Sol.

I: ¿Están quietos, se mueven?

E: No, describen órbitas.

I: ¿Cómo sería una órbita tipo, por ejemplo?

E: Los planetas giran alrededor del Sol (dibuja).

I: Esta sería una órbita tipo, ¿los demás algo parecido?

E: Sí.

I: Bien, suponete por un instante que sacamos el Sol...

E: Sí.

I: ...¿qué pasaría con los planetas?

E: (...) Tendrían que buscarse su sustituto, dejarían de tener su referencia de movimiento.

I: Y los movimientos que vos describías antes, ¿qué, qué pasaría, seguirían igual?

E: No, supongo que sería un descalabro.

I: Ahá. ¿Y se moverían de otra manera o se quedarían quietos?

E: O se chocarían.

I: ¿Cuál es la imagen que más te convence?

E: Como que dejarían de describir órbitas, es la que me parece, y quedarían lanzados en el espacio, algo así, lo mismo que la piedra, esta que...

I: O sea, ninguna, ningún movimiento particular, lo mismo que la piedra.

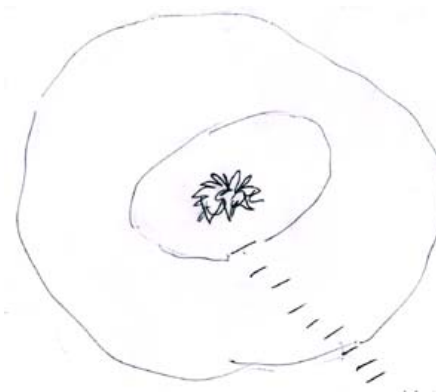
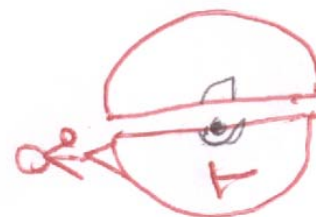
E: Lo mismo que la piedra.

I: Está bien. Bueno, ahora, imaginate esto, ¿qué tendrías que hacer para alterar la gravedad de un lugar?

E: La gravedad. (...) Habría que reducir la atmósfera, supongo, reducirla en su peso, en su magnitud, en su presión.

I: ¿Y con eso cambiaría la gravedad?

E: Creo que sí.



I: Bueno, y por contrapartida...
E: ¿Para aumentarla?
I: No, ¿cómo sería un lugar sin gravedad, tendría alguna característica particular?
E: ¿Cómo sería sin gravedad? (...) Sí, sí, supongo que tendría, toda otra forma de vida, digamos, necesitaría, en la que los cuerpos no descansan, sino que...
I: Por eso, pero, ¿hay alguna condición particular para que algo, un lugar no tenga gravedad o podría ser cualquier lugar, de cualquier característica?
E: Sí, cualquier lugar, podría ser.
I: ¿O sea este mismo lugar podría ser sin gravedad?
E: No, no me lo imagino pero, supongo que si se le puede quitar la fuerza de gravedad, sí.
I: ¿A este lugar mismo?
E: Sí.
I: ¿Y qué apariencia tendría?
E: (...) Caótica, se me ocurre. Me da la imagen de las cosas flotando.
I: Pero, el resto, o sea los colores, la luz, todo eso, ¿cambiaría porque tenga o no tenga gravedad?
E: Sí, es como la imagen que tengo sí, cuando preguntabas esto por ahí sí, se me ocurre la imagen de la Luna, esto de oscuridad, de...
I: Suponete que yo hago así y se va la gravedad de este lugar...
E: Sí.
I: ...además de que todo está caótico, y flotando y qué sé yo...
E: Sí.
I: ...¿cambiaría la luminosidad, por ejemplo?
E: Calculo que sí, que la...
I: ¿Y cómo te lo imaginás?
E: Oscura o con un, sí, no oscura, oscura, me imagino oscura y fría.
I: Bien, y en toda tu vida...
E: Sí.
I: ...¿en qué situaciones hablaste, viste, leíste, cosas que tuvieran que ver con gravedad?
E: Y, este, desde que leí a Julio Verne, Viaje al Centro de la Tierra, que era muy chico, y después, no, científicamente nunca, lo único que, al único a que me acerqué fue a este difusor Carl Sagan, que lo veía a través de su programa de TV, digamos, que solía hablar de temas de este tipo, y alguna novela seguramente habré curtido que tenía que ver con esto, pero desde lo literario, ¿no?, nunca...
I: ¿Y te acordás de algún tratamiento en especial sobre gravedad que esas cosas que vos viste hayan tenido?
E: No, no, precisamente, no, no, no, son todas imágenes vagas, no, no, no tengo precisamente...
I: Bueno, y también en toda tu vida, ¿recordás alguna vez que hayas sido conciente de que estabas afectado por la gravedad?
E: Suelo tener mucho contacto con la presión de la atmósfera, siento a veces que la presión es, cuando la presión está baja, creo que es, suelo sentir mucho en el cuerpo esa pesadumbre de, que me lleva hacia la Tierra, digamos.
I: Pero eso cuando lo sentís, ¿lo relacionás a la gravedad?
E: ¿Si lo relaciono con la gravedad? Sí, por algo te lo estoy mencionando, porque tengo como unido el tema de la presión a la gravedad. No sé si es correcto, erróneo, o no.
I: Está bien. ¿En otra situación no?
E: Otras situaciones sí, en las pérdidas de, pérdidas de equilibrio, las caídas, creo que tomo conciencia y clara de la gravedad. O en el, bueno, cuando se te cae algún objeto y se te rompe, son momentos en que a veces se te cruza la noción de la gravedad, y si no charlas con los amigos, qué sé yo, cualquiera de esos dislates que tiene uno.
I: Hmm. Bueno, ¿querés algún comentario más de gravedad, querés decir algo más?
E: No, no sabía que era sobre la gravedad, la encuesta, este, no, que bueno, siempre surgen dudas, ¿no?, cuando uno, es muy importante, la quiero mucho.
I: Bueno, gracias.
