

LA CONSERVACIÓN DE LA SUSTANCIA Y EL CAMINO HACIA SU ADQUISICIÓN EN DISTINTOS GRUPOS ETARIOS

MALTESE, ANDREA^{1,2}; SPELTINI, CRISTINA^{1,3}

¹ Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Avellaneda

²amaltese@fra.utn.edu.ar

³cspeltini@fra.utn.edu.ar

RESUMEN

La importancia del concepto “conservación” reside en que gran parte de los problemas de química requieren la aplicación de la ley de conservación de la masa. La enunciación de la ley de conservación de la masa, contribuyó a la creación de un sistema satisfactorio para el estudio de las combinaciones químicas, elaboración de un lenguaje metódico y preciso que favoreció el advenimiento de una ciencia con bases cuantitativas y demostrables experimentalmente. La construcción de conceptos científicos es uno de los pilares del proceso de aprendizaje, por lo cual este trabajo tiene por objetivo analizar cómo construyen los estudiantes el concepto de conservación, buscando mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje. El estudio, de sesgo exploratorio, describe los razonamientos sobre “conservación de la sustancia”, analizando su evolución a lo largo de diferentes etapas cognitivas. Para ello, se realizaron entrevistas a niños de 5, 10 y 15 años en base a experimentos donde la materia sufre un cambio. El análisis de las entrevistas se realizó acudiendo a la teoría psicogenética de Piaget, que permitió iluminar las características cognitivas de cada grupo etario, encontrando que la adquisición del concepto está obstaculizada por factores relacionados con capacidades cognitivas, centramiento perceptivo o de índole cotidiano.

Palabras clave: conservación de la sustancia; grupos etarios; capacidades cognitivas, centramiento perceptivo, animismo.

INTRODUCCIÓN

La importancia de tratar el tema “conservación” reside en que gran parte de los problemas de química implican para su resolución la aplicación de la ley de conservación de la masa. Hewson (1981 citado por Doménech 1992) opina “la construcción de conceptos científicos aparece como núcleo central del proceso de aprendizaje” de modo que analizar como construyen nuestros estudiantes el concepto de conservación, permitirá mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Desde el punto de vista psicológico, Piaget (1986) coloca la adquisición de las conservaciones como una cima del pensamiento en sus fases elementales. Alcanzar dicha conceptualización implica en este sentido haber evolucionado hacia un estadio superior de mayor equilibrio cognoscitivo.

En el sentido histórico, la importancia de este concepto reside en el surgimiento, a partir de la enunciación de la ley de conservación de la masa, de la creación de un sistema satisfactorio para el estudio de los elementos y combinaciones químicas, de la elaboración de un lenguaje metódico y preciso como instrumento eficaz de comunicación, junto al descubrimiento de la descomposición del agua y la utilización de la balanza, de la Química moderna, de una ciencia que comienza a fundamentar sus hallazgos con bases cuantitativas y demostrables experimentalmente.

MARCO TEÓRICO

Según Pozo y Crespo (2000) las concepciones que los alumnos mantienen al enfrentarse a la mayor parte de los conceptos y fenómenos científicos, no son algo arbitrario o casual, ni el resultado de un error, irregularidad o fallo de su sistema cognitivo, sino, al contrario, el producto de un aprendizaje en la mayor parte de los casos, informal o implícito que tiene por objeto establecer regularidades en el mundo, hacerlo más previsible y controlable. Estos conceptos previos, según Ausubel (1986:61) y Pozo (1989:28, citados por Pozo 2000) son muy estables y resistentes al cambio ya que por lo general son compartidos por muchas personas de diferentes edades, contextos culturales, formación y países. Al respecto, teniendo en cuenta el origen, Pozo *et al.* (1999) han clasificado dichas concepciones en: espontáneas, inducidas, y analógicas. Las concepciones espontáneas se forman por las percepciones sensoriales que se tienen acerca del mundo y de hechos de la vida cotidiana, las concepciones inducidas se generan en el proceso de socialización, y por último, las analógicas se derivan de las comparaciones que se realizan con hechos de la vida cotidiana.

Pozo y Gómez Crespo (1998 citado por Pozo 2000) exponen las dificultades específicas en el aprendizaje de conceptos químicos en función de las teorías intuitivas que tienen los estudiantes sobre ciertos temas como ser, la conservación de las propiedades no observables de la materia, entre otros. Plantean que los cambios de estado resultan más fáciles en tareas sobre conservación de la sustancia que en tareas sobre conservación de la masa. Apoyados en sus investigaciones concluyen que los alumnos basan sus respuestas en los aspectos observables de los estados inicial y final de la materia, centrándose en explicar aquello que ha cambiado y no en lo que permanece. Encuentran que hay una tendencia a considerar que tras un cambio hay una pérdida de materia, la cual, según ellos, es consistente con la fenomenología del conocimiento cotidiano, preocupado por el gasto, el consumo o la pérdida de energía, etc. Manifiestan que la conservación de la masa se comprende más fácilmente y a

una edad más temprana en las tareas de disolución que en las de cambios de estado, contrariamente a lo que ocurre con la conservación de la sustancia.

Aunque ha habido y sigue habiendo intentos diversos para conceptualizar, en términos de procesos psicológicos, el uso del pensamiento científico y su enseñanza, sin duda una de las teorías más elaborada sobre los fundamentos psicológicos de la comprensión de la ciencia sigue siendo la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1986). En la misma, la inteligencia pasaría por cuatro fases o estadios cualitativamente distintos. Cada estadio se caracterizaría no sólo por una mayor inteligencia, sino por una inteligencia diferente y crecientemente más compleja, marcando la aparición de estructuras sucesivamente construidas.

METODOLOGÍA

El trabajo, puede caracterizarse como exploratorio con sesgo cualitativo, dónde la metodología se materializa en entrevistas individuales no estructuradas empleando material experimental de apoyo. Las mismas, se realizaron sin un guión de preguntas preestablecido, el entrevistador interrogaba adecuándose a las líneas de pensamiento del entrevistado.

El supuesto metodológico que acompaña la indagación es que a través de las entrevistas se pueden obtener indicios que permitan reconstruir las ideas de los estudiantes, teniendo en cuenta, que la misma, no es una representación unívoca o fiel de lo que el aprendiz piensa, sino, simplemente nos arroja algunos elementos que nos sirven de guía.

Se empleó material experimental con el objetivo de presentar al entrevistado el tema a tratar y ambientarlo en el experimento a realizar. Teniendo en cuenta que los experimentos serían realizados con sujetos tanto de 5, como de 10 y de 15 años, se buscó que fueran sencillos, con cambios perceptibles que permitieran indagar las ideas sobre conservación de la sustancia.

Las situaciones elegidas fueron:

- Fusión del agua
- Fusión de estearina
- Disolución de sal o azúcar en agua

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Fusión del agua

Esta experiencia presenta un cambio de estado progresivo en el cual se conserva tanto la sustancia como la materia.

Los niños de cinco años evidencian una tendencia al animismo tal como puede apreciarse en las expresiones:

*“El agua **sale** del hielo”*

*“**Se** derritió y **se** puso en agua”*

El verbo “sale” utilizado en la primera expresión, denota voluntad a la sustancia, mientras que en la frase siguiente el empleo de “se” personaliza a la sustancia. Este aspecto expresa una confusión o indisociación entre el mundo interior o subjetivo, y el universo físico.

Al comenzar la indagatoria, se les pregunta qué es lo que se puso en el plato (cubito de agua), a lo que todos responden “*un hielo*”. La respuesta de uno de los entrevistados marca una pequeña diferencia al decir “*un cubo de hielo*”. Al preguntarles qué va a pasar al dejarlo fuera de la heladera, todos contestan “*se derrite*”, término que utilizan para referirse a la fusión.

El fenómeno de la fusión es para ellos un fenómeno macroscópico, lo explican en función del cambio de tamaño del “hielo”.

*“Se va haciendo **chiquito, muy chiquito**, y cuando se hace **tan chiquito no está más**”*

*“Se **achicó**”*

Podría decirse que dichas respuestas descansan en un centramiento perceptivo sobre un aspecto parcial, el más visible, el cambio de tamaño del “hielo”. Situación acorde con el desarrollo cognitivo propio de esta etapa madurativa.

*“El **agua sale del hielo**”*

*“Se **derrite, se hace agua**”*

*“Se está **haciendo agua**, agua fría, porque el hielo es frío”*

Todas ellas muestran que los niños tratan de explicar la presencia del agua debido a una transformación que le ocurrió al “hielo”, parecería que la consideran como una sustancia nueva, distinta del hielo. En síntesis, no hay conservación de sustancia, ya que para la mayoría, el agua y el cubito de agua no son la misma sustancia, sino diferentes, una se transforma en la otra, deja de ser lo que era, “hielo”, para pasar a ser “agua”.

Las entrevistas a estudiantes de diez años no fue iniciada en todos los casos de igual modo, a dos de los entrevistados se les preguntó qué era el cubito de agua que se les mostraba, a lo que contestaron:

*“Un cubito...hielo, **agua congelada** con el freezer”*

*“Es **agua congelada**”*

*“El cubito está **hecho con agua**”*

Una primera impresión daría la idea de que el “cubito” es agua, al respecto marca una diferencia el entrevistado que contesta que está “hecho” con agua.

Al preguntarles qué va a pasar al dejarlo fuera del freezer se encuentra:

*“Se va a **derretir** y se va a **hacer agua**”*

*“Se va a **derretir**”, “Se **hace líquido**”*

*“Al principio **no tenés agua, porque es hielo**”, “son **dos sustancias distintas**”*

Encontramos por unanimidad la utilización del vocablo “derretir” para referirse a la fusión.

En estas respuestas puede evidenciarse una contradicción, ya que si bien en un principio manifiestan que el “cubito” es agua, luego de la fusión, parecerían no identificar esa agua con la que constituye al “cubito”. Daría la impresión que su razonamiento fuese: “el agua formó al cubito, se hizo “hielo”, y ocurrida la fusión, puede nuevamente hablarse de agua”. Estaría implícita, tal vez, una relación, estado de agregación, sustancia. Una de las entrevistadas manifiesta bien este aspecto cuando explica:

*“Es un **cambio químico**, porque el hielo pasa por tres partes, **primero es agua** hasta que se congela, **después es hielo** hasta que se **descongela** y es **agua otra vez**”*

También es ilustrativa de este aspecto la respuesta de un entrevistado cuando se le pregunta qué es antes de derretirse, a lo que responde “un cubito”, sin hacer referencia a la sustancia.

En función de lo expresado, en todos los entrevistados, excepto uno de ellos, no puede afirmarse que haya conservación de sustancia en el fenómeno de la fusión, ya que el líquido obtenido luego de la misma, es agua, pero no parece ser la misma que constituye al “cubito”. Para ellos, el estado transitorio “cubito” es una sustancia distinta al agua que lo formó y que luego generó. Tal vez, esta falta de conservación descansa en la idea implícita mencionada anteriormente en relación al estado de agregación y la sustancia.

Al preguntar, a los estudiantes de 15 años, qué es derretir, encontramos respuestas diversas, algunas asociadas al cambio de forma de la sustancia, basadas en la percepción externa de lo que le ocurre, otras de transposición macro-micro, y otras en función del cambio de estado sólido a líquido.

*“Se va a **deshacer** el agua, el hielo” “Va a estar como agua, la vas a ver como cristal, como agua normal”*

*“Que un objeto sólido **se convierte en líquido**”, “**Se deshace**”, “El sólido que es el hielo tiene las partículas bien juntas, bien unidas y cuando se derrite, **esas partículas se van expandiendo y se van haciendo más líquidas**”*

*“**Se hace agua, se hace líquido, se convierte en líquido, pasa de sólido a líquido.**”*

*“Que se va a **hacer agua**. Va a **dejar de ser sólido, se va a hacer líquido**, en realidad ya es agua, es agua condensada”, “Va a dejar de tener forma, lo vas a poder pasar a otros recipientes, lo vas a poder repartir”*

Resulta interesante resaltar algunas cuestiones características de este grupo etario:

a-En casi todos, de un modo u otro encontramos reiteradamente la expresión “*se va a hacer agua*”, idea implícita muy arraigada y que se detecta en los grupos etarios anteriores, que hielo y agua no es la misma sustancia.

b-Aparece la idea de sólido – líquido como un cambio que le ocurre a la sustancia, pero en algunos casos, parecería considerarse como un fenómeno químico, de transformación, al utilizar el término “*convierte*”.

c-En ningún caso aparece la denominación correcta del cambio de estado.

d- Se pudo detectar como se aplican propiedades macroscópicas a entidades microscópicas, debido tal vez a una incorrecta aplicación de la Teoría Cinético Molecular.

Para poder decidir si hay o no conservación de sustancia se procedió a indagar qué creían ellos que era el cubito:

*“**Es agua congelada**”*

*“**Agua congelada, pero antes era líquida, pasó a sólido porque es un ambiente frío, y después en un ambiente cálido forma otra vez líquido**”*

*“Porque el cubito es **agua congelada**, y si no está en el frío, digamos, si no está en el congelador, **con el calor se derrite**”*

Basados en estas respuestas podría decirse que hay conservación de sustancia, ya que tienen conocimiento de que el cubito es agua congelada, y además, a diferencia de los entrevistados de diez años, explicitan el cambio de estado, evidenciando con ello una mayor comprensión del fenómeno físico ocurrido.

Fusión de estearina

Este experimento cumple la función de presentar un cambio de estado paralelo a la fusión del agua, pero con una sustancia diferente, que a través del cambio físico muestra un cambio notable en su coloración.

Resulta interesante notar en este experimento que los niños preescolares (grupo de 5 años) asocian el líquido transparente que se obtiene luego de la fusión de la estearina, con la sustancia agua cuando se encuentra en estado líquido.

*“... Se está **haciendo agua**”*

*“Desapareció, porque se iba **haciendo agua** al quemarse”*

*“Se hace líquido”; “como **agua**”*

Como en el caso del cubito de agua, al no ver más al mismo, aparece la idea de desaparición, ya que carecen de las herramientas cognitivas necesarias para hacer frente a la explicación de tal fenómeno. Puede notarse como intentan explicar la fusión, para ellos, “derretir”, como un proceso macroscópico en el cual la sustancia sufre un cambio superficial.

*“Se está quemando, se está **achicando** y se está **haciendo agua**”*

En uno de los niños, encontramos un pequeño intento de explicación con un telón de fondo que busca darle respuesta a lo ocurrido, sin hablar de desaparición de la vela;

*“**Está derretida**, mezclada con esa **agüita**”*

Puede decirse, generalizando, que no hay conservación de sustancia, ya que luego de la fusión el líquido obtenido es agua, por asociación de características macroscópicas con dicho líquido.

Ante un primer cuestionamiento sobre qué va a pasar, o qué está pasando en el experimento, los estudiantes de diez años responden:

*“Se va a **derretir**...”*

*“Se va **derritiendo**, se va poniendo más caliente”*

*“Se va a **derretir**”*

*“La vela se va a **derretir**, se va a **hacer agua**”*

Pueden observarse elementos interesantes como la utilización del término “derretir” para referirse a la fusión, al igual que ocurrió con el caso del cubito de agua, y la referencia “se va a hacer agua”, que será analizada luego. Posteriormente se indagó qué significaba derretir, qué le pasaba a la sustancia:

*“Se calienta, se va **yendo el material**”, “Que se está **haciendo muy chiquita** y que se **hace agua**, y va a **desaparecer en poco tiempo**... y ahora ya se **derritió**”*

*“Cuando pones algo en el calor y se va **deshaciendo**”*

*“Como que se **hace líquido**”, “Se está **haciendo chiquito**”*

Al igual que en el caso del agua, se asocia el fenómeno de la fusión con cambios de aspecto macroscópicos de la sustancia. Una característica interesante para destacar en estas respuestas es la aparición del término “agua” para referirse a lo que se va a obtener luego de la fusión.

Una vez avanzado el proceso de fusión se pregunta qué hay en el recipiente:

*“**Agua**, “la vela desapareció, **ahora tengo agua**. Se **disolvió** y se **hizo agua**”*

*“**Agua** digamos”, “Se **derritió** y se **convirtió en el agua**”*

*“**Agua**”, yo **veo agua**, ¡por ahí **cera!**”, “De la vela, la **cera de la vela**”*

Ante la fusión total, varios entrevistados recurren a expresiones tales como: “No está más”; “se **derritió**”; “No hay nada”; mientras que otros sostienen: “Hay **cera**”; “El **trozo de vela está, pero derretido**”; se preguntan “¿es **agua o cera**, y ellos mismos se responden *es **cera caliente, es la vela derretida***”.

Las respuestas de dos de los entrevistados pueden llevar a considerar la posible existencia de una idea implícita fundada en la asociación inconsciente de que todo líquido transparente es agua. Podría decirse que aún no conservan la sustancia, mientras que el resto de los entrevistados estarían iniciando la construcción del proceso.

Las respuestas dadas por los estudiantes de 15 años revelan la existencia de un vocabulario escolarizado y en algunos de los casos, utilizado confusamente. Se detecta una aplicación

incorrecta de términos, e intentos de utilización de Teoría Cinético Molecular y transposición de propiedades macroscópicas a entidades microscópicas. Al preguntar qué está ocurriendo en el experimento, se obtienen respuestas como las siguientes:

*“Se va **haciendo líquido por el calor que lo derrite**”, y si lo sacas y lo dejas enfriar se vuelve a armar, pero con otra forma “cada vez se hace **más chiquito y parece como agua transparente**”*

“La sustancia sólida va a llegar a su punto de calor y va a pasar al estado líquido”

*“Se está derritiendo cada vez más por el calor de la hornalla” “se está desapareciendo la vela y se está **transformando en líquido**”*

“Se está derritiendo, se hace como agua y eso se solidifica”

Surge la idea del cambio de estado y del punto de fusión. En algunas de las respuestas surge la semejanza con el agua:

*“Se hace cada vez más chiquito y **parece como agua transparente**”*

*“Se está haciendo **agua parece**”, “Y, porque es una vela, no es como un hielo, se está haciendo la misma sustancia de la vela pero agua”*

*“El objeto sólido ya llegó a su punto y está empezando a poner líquido”, “es un **proceso normal como el del hielo**”*

Se encuentra en estas respuestas asociaciones con el caso de la fusión del agua, y con la sustancia misma, el líquido transparente les hace recordar al agua, al igual que en los estudiantes de diez, pero, a diferencia de aquellos, éstos reconocen que lo que se obtiene luego de la fusión no es agua. Importante diferenciar la forma de expresión con aquellos, aquí vemos como se expresan, “parece” que no es lo mismo que decir “es”. Un único entrevistado mostraría estar en duda al utilizar la asociación implícita entre estado de la materia e identidad de la sustancia, es decir en estado líquido no puede considerar la existencia de la sustancia vela. Indagando la conservación de la sustancia, se les pregunta si lo obtenido es o no lo mismo que se tenía originalmente, a lo cual responden:

“Si. Pero los átomos van a estar de una forma más separada.”

*“Si lo enfriamos y lo convertimos en vela si, pero, **así líquido no**”*

“Es la misma sustancia, pero no la misma forma. Uno era sólido y el otro es líquido”

En líneas generales puede hablarse de conservación de sustancia, excepto en uno de los entrevistados, quien considera que es lo mismo si volvemos al estado sólido, mientras que el estado líquido es un estado transitorio diferente.

Disolución sal/azúcar en agua

Este último fenómeno físico ensayado, introduce una variable, la aparente “desaparición” de uno de los componentes del sistema. A partir del mismo, se buscó indagar que creían los estudiantes respecto de las sustancias en los sistemas inicial (antes de agitar) y final (luego de agitar). Las primeras respuestas, brindadas por los estudiantes de cinco años, relacionadas con el sistema inicial fueron:

“La sal se fue”; “se fue a lo hondo”

*“Se **hundieron**”; “Se pegaron al piso del vaso”*

“Agua mezclada con sal”

Pudo verse como dos de ellos utilizan explicaciones de tipo macroscópicas asociadas a un proceso de decantación. La forma de expresarse muestra lo expuesto por Piaget (1986),

personificación, asignando voluntad y poder de decisión a los objetos inanimados, en este caso la sal. Al preguntar qué ocurrió, o porqué no se ve la sal, luego de agitar, se observa que recurren a explicaciones de tipo macroscópicas asociadas a la percepción visual inmediata.

*“No se ve porque es **blanca como el agua y no se ve**”*

*“No se ve porque **está en el agua**”, “**están ocupando toda el agua**”*

*“Se **deshizo con el agua al revolver y se hizo agua**”*

*“Cuando **revolviste la sal se revolvió y se fue con el agua**”*

Como puede apreciarse, todos los intentos de explicación buscan el por qué la sal no se ve dando distintas razones, por semejanza con el color del agua, por transformación de la sal, desaparición y distribución de la sal en el agua.

En todos los intentos de explicación se encuentra que la mayoría acude al sentido visual, mientras que uno de ellos marca una diferencia al utilizar el sentido del gusto para comprobar la presencia de la sal, verificar su pensamiento y afirmar que el sistema final está constituido por una sustancia nueva, “el agua salada”.

Los elementos presentados a través de las respuestas permiten afirmar que no hay conservación de sustancia por parte de este grupo etario, ya que una parte de los entrevistados supone transformación de sal en agua, variando de esta forma los átomos y las especies, y la otra argumenta desaparición de uno de los componentes (sal) en el sistema final. Interesa resaltar aquí la diferencia con la psicología, Piaget (1986), desde la cual, habría conservación, ya que los mismos no suponen aniquilación de sustancia sino que buscando dar respuesta al fenómeno observado transformando la sustancia disuelta que no ven en aquella que si ven, el agua, existiendo transmutación de una en otra y permaneciendo la sustancia en el sistema final.

Los estudiantes de diez años también se encuentran dominados por la percepción visual, pero pueden recurrir a otro sentido como herramienta para salvar la noción de conservación de la sustancia, legalizándola con la idea de que el sabor constituye una prueba que afirma su existencia. Un ejemplo es el caso de O, quien comenta que a medida que se revuelve hay menos azúcar, hasta que no hay nada de azúcar, pero *“deja su sabor”*, *“si lo probas es agua dulce”*, ó R1 quien dice que para saber entre dos vasos, cuál tiene sal, *“probándolo”* se decide. Son capaces de aceptar cambios y transformaciones que no modifican la conservación del objeto. Se observa mayor aceptación de un mundo microscópico, no perceptible directamente. Al igual que el grupo etario anterior, se detecta asociación con un proceso de decantación, quizás fundado en la idea de que todo sólido debe precipitarse. Al indagar sobre el soluto (sal) luego de agitar, se obtuvieron respuestas como:

*“se **disolvió**”, “y el agua se hizo de color turbia”*

*“**desapareció la sal**”*

*“el azúcar se degradó en el agua”, “Se fue, como que **el agua que es mucho más tomó ese azúcar y la hizo pedacitos, pedacitos que no se ven**”, “¿ves que revuelvo y va desapareciendo?, se pone blanca el agua...” (O)*

*“porque se **deshace la sal**” (R1)*

Una primera observación destaca la diferencia entre las respuestas, todos contestan dando distintos argumentos. Pueden resaltarse las respuestas de O y R1, quienes parecerían interpretar la disolución como un fenómeno que disminuye, desarma las partículas del soluto. La respuesta de O lleva a pensar, en palabras de Piaget (1986) en una suerte de “atomismo infantil”, según el cual las partículas del soluto se hacen cada vez más pequeñas hasta no

verse, pero están, aunque a su vez se evidencia cierta contradicción al decir que “van desapareciendo”.

Al indagar, con mayor precisión sobre la conservación de la sustancia en el fenómeno, preguntando sobre la identidad de las sustancias en el sistema final y su cantidad, ante lo cual las respuestas obtenidas fueron:

“...antes tenía agua y sal y ahora es agua salada” Las cantidades son las mismas “porque no saque agua ni sal”

Refiriéndose a la sal en el sistema final R1 sostiene *“si, porque la mezclaste y quedó ahí”*.

Puede concluirse que dos de los entrevistados conservan la sustancia al sostener que la sal sigue estando en el sistema final, no hay ni desaparición ni transformación de una sustancia en otra, sólo un cambio en el sistema debido a la acción ejercida, “mezclar”, o bien a una acción del agua sobre la sal que cambia su aspecto visible a otro no visible. Mientras que otros dos entrevistados no conservan sustancia suponiendo la formación de una sustancia nueva, “el agua salada”, o desaparición de la sal del sistema final.

Las primeras respuestas de los estudiantes de 15 años al preguntar qué pasó luego de agitar, revelan las ideas de los estudiantes sobre la disolución de un sólido en un líquido. Algunos suponen distribución del soluto en el líquido, mientras que otros lo asemejan más a un fenómeno químico en el que dos sustancias se combinan para formar otra. Por otro lado algunos de los entrevistados sólo responden que se disolvió o mezcló, con lo que queda pendiente continuar la indagación para comprender que entienden por disolver o mezclar.

“Todo lo que estaba abajo se puso en toda el agua y se empezó a desparramar por todo el vaso. Como que se hizo todo el mismo líquido”

“Como que la sal se disolvió...ahora está en todas partes más opaco, antes era un sector”

“que las dos fases se hicieron una”, “como si las dos fases se hubieran fusionado para formar una sola sustancia”

Atravesados por un discurso escolarizado, se observa la utilización de términos propios de la disciplina. Ante la pregunta sobre qué sucedió con la sal, porqué no se veía y qué se tenía en el sistema actual luego de agitar:

“Porque el agua la hizo disolver, era como granitos y la disolvió”, “se distribuye”, “...se hizo como partículas”, “están mezcladas”, “...combinadas”, “pasa como el cubito, cuando está sólido las partículas están todas juntitas y al derretirse no están juntas, están esparcidas y forman un líquido. Y acá pasa lo mismo, en la sal están todas juntas y al ponerlas en el agua se dispersan y por eso no las podemos ver, porque no están sólidas”

“Como que desapareció, se mezcló con el agua”, “estar, está ahí, si tomas el agua te vas a dar cuenta....”

“Y, porque son pequeñas partículas y al esparcirlas quedaron por toda el agua y al ser tan diminutas no se pueden ver, además, tal vez al mojarse se van haciendo más chicas”,

“puede ser que se disminuya un poco el tamaño, o que se disuelva tal vez, pero va a seguir estando en el vaso”

En todos los casos se ve que los estudiantes intentan dar respuesta o buscar una explicación al fenómeno ocurrido, la disolución de la sal, lo cual se condice con una de las características de este grupo etario consistente en buscar causas y explicaciones a los hechos. Para el caso, pueden aceptar la existencia del soluto en el sistema final, aunque no visible a simple vista. En este sentido, las nuevas respuestas obtenidas permiten mejorar la idea que tienen de lo que

ocurre en la disolución, diciendo que para ellos a nivel molecular, tal fenómeno parecería implicar una disminución del tamaño de partícula hasta hacerse imperceptibles.

Es interesante notar, como, en algunas respuestas, aún aparecen sesgos del estadio intuitivo, al hacer referencia a desaparición de sustancia.

Buscando dar garantías de la permanencia del soluto, acuden a otro sentido distinto del visual, el gusto, que les permita corroborar la permanencia de la sustancia en el sistema

Se encuentra también, transposición de características macroscópicas a entidades microscópicas. Algunos no conservan sustancia ya que para ellos la disolución ha originado una sustancia nueva, perdiendo las sustancias originales su identidad; otros se hallan en una etapa intermedia, de confusión, ya que no pueden afirmar ni que las sustancias sean las mismas ni que se han transformado. Y por último, se hallan los que conservan las sustancias, ya que si bien suponen una serie de cambios ocurridos a la misma, concluyen que la sustancia sigue estando presente en el sistema.

REFLEXIONES FINALES

Comprender el concepto de conservación lleva a aceptar la constancia de la magnitud en su cantidad (materia) y calidad (sustancia), abarcando las transformaciones que pueda sufrir. Reconocer la dinamicidad del concepto evita asociaciones estáticas del mismo, que es la significación coloquial que suele darse cuando se habla de conservación. No debe perderse de vista que el presente trabajo sólo se ha abocado a la conservación de sustancia.

Los niños de 5 años no aplican, ni comprenden el concepto de conservación, debido justamente a no poseer capacidad de abstracción, estar dominados por lo visual, captar sólo cambios a nivel macroscópico, no diferenciar cambio de transformación, esto último, los lleva a relacionar la clase de sustancia con su estado de agregación y considerar hielo, vapor y agua como sustancias distintas. La conservación de sustancia se encuentra mediada por un animismo característico de la edad, propio del pensamiento intuitivo que hace que le otorguen características de vida, y voluntad a los objetos; expresión de una confusión o indisociación entre el mundo interior o subjetivo y el universo físico. Alcanzar la noción de conservación se encuentra obstaculizada aún por un centramiento perceptivo que sólo les permite observar un aspecto del fenómeno, perdiendo de vista su totalidad y coordinar simultáneamente todos los puntos de vista que se suceden en las transformaciones.

Si los preescolares se encuentran dominados por lo visual, en los estudiantes de diez años encontramos una ampliación al utilizar el sentido del gusto como método para comprobar aquello que el sentido de la vista no les permite. Tal utilización muestra inicios de abstracción por parte del estudiante, ya que puede aceptar, y de hecho busca verificar la existencia de algo que no se ve, con mayor aceptación de un mundo microscópico no perceptible a simple vista.

Es un período de transición en el que nos encontramos con respuestas que fluctúan entre el pensamiento mágico y la abstracción, tal aspecto puede deberse a que tropiezan con contradicciones que los coloca en un lugar de “desorientación”, ya sea, por no tener las herramientas necesarias, o bien, porque han entrado en un tiempo de contradicción con sus estructuras alternativas.

Más allá de la evolución cognitiva observada, en esta etapa, aún no se han afianzado los instrumentos conceptuales necesarios para construir la noción de conservación de la sustancia, ya que si bien muestran avances en la capacidad de abstracción, ésta todavía no les permite

comprender el hecho de que el cambio de estado no implica un cambio en la identidad de la sustancia.

En el grupo de 15 años existe una marcada aplicación de propiedades macroscópicas a entidades microscópicas. Si bien, se trata de un obstáculo para la construcción del concepto de conservación, dicha transposición es posible si el estudiante ha desarrollado una cierta capacidad de abstracción que le permite aceptar la existencia de partículas que forman a la materia, constituyente de las distintas sustancias implicadas. Persiste una asociación, ya observada, que relaciona el estado de agregación y la identidad de la sustancia.

Incorrecta utilización del vocabulario científico y su aplicación para elaborar las respuestas, presentan un importante obstáculo para el análisis. Puede relacionarse con el hecho de que muchos términos científicos están incorporados al lenguaje cotidiano con significados diferentes a los científicos.

Guiados por las características cognitivas planteadas por Piaget, los estudiantes de quince años deberían poseer un manejo de la abstracción que les permita comprender los fenómenos microscópicos de la materia. Sin embargo, nos encontramos con explicaciones mixtas, conteniendo elementos propios del sujeto escolarizado junto con ideas elaboradas a partir de un aprendizaje implícito que lleva a contradicciones y dificulta la comprensión del concepto de conservación. Si bien se observa una mayor capacidad de abstracción, no es suficiente como para construir el concepto de conservación.

Como reflexión al respecto se resalta la importante incidencia que la cotidianeidad científica tiene en los seres humanos, haciendo que, más allá de la instrucción escolar, los razonamientos y argumentos dados por los estudiantes estén más teñidos de ellas que de lo aprendido y colmen el saber popular aventajando al saber escolar o científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badillo Gallego, R., Miranda Pérez, R., Torres Gallego, A. P., (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, volumen 8 (1): 358 - 395

Benlloch, M (2002). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona, España: Paidós Educador. 235-255

Doménech, A (1992). El concepto de masa en la física clásica: Aspectos históricos y didácticos. *Historia y epistemología de las ciencias*, volumen 10 (2): 223-228

Driver, R., Guesne, E., Tiberghien A., (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.

Piaget, J., (1986). *Seis estudios de Psicología*, 4ta edición. Argentina. Sudamericana Planeta

Pozo, J.I., (1999). *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*, 3ra edición. Madrid: Alianza: 142-205

Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A., (2000). *Aprender y enseñar ciencia*, segunda edición. Madrid: Morata.

Ron Sanchez, J.M., (2008). *Lavoisier vida, pensamiento y obra*. España: Planeta De Agostini