

IDEAS SOBRE LA TEMPERATURA DE LA TIERRA Y SUS CAUSAS EN ALUMNOS DE LA LICENCIATURA EN EDUCACIÓN AMBIENTAL

V. Capuano, L. Albarracín

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

Vélez Sársfield 1601 - Ciudad Universitaria - 5000 Córdoba

e-mail: vcapuano@com.uncor.edu; e-mail: luisalbarracin99@gmail.com

RESUMEN: A partir de aproximadamente 1980, la teoría del Aprendizaje de Ausubel provoca en el ámbito de la Investigación en Educación en Ciencias un acentuado estudio de la estructura de conocimiento de los jóvenes, con el propósito de averiguar lo que el alumno ya sabe para enseñar en consecuencia. Temas transversales de las Ciencias Naturales, como por ejemplo la temperatura del Planeta Tierra, sus causas y efectos, han sido menos estudiados. Por medio de una encuesta, realizada a estudiantes de la Licenciatura en Educación Ambiental de la UNCuyo, que cursaron al menos las tres cuartas partes de la carrera, se intenta detectar el conocimiento y los preconceptos, que éstos tienen del porqué de la temperatura del Planeta Tierra, e indirectamente del efecto invernadero y de la capa de ozono. Finalmente, se emiten juicios de valor sobre las razones por las cuales se dan estos resultados en la encuesta.

Palabras clave: educación, ambiental, ideas previas, calentamiento global

INTRODUCCIÓN

Las Ciencias Naturales (CN), es un área de estudio razonablemente elaborada en los cursos de los niveles primario y medio, aún cuando los resultados en el terreno de los aprendizajes que logran los alumnos, no están en concordancia con dicha elaboración. Por otro lado, existen temas que, tal vez por su carácter transversal (importan a la Biología, a la Química y a la Física), cobran una trascendente importancia a la hora de pensar en los contenidos a desarrollar en el Área de las CN en los niveles aludidos, pero que en el momento de medir el aprendizaje de los alumnos, no están presentes en su estructura cognitiva (Capuano y otros, 2004). Esto hace pensar que los docentes no desarrollan en clases esos temas y como causa de esta vacancia, también se puede pensar que los docentes del área de las Ciencias Naturales, no han sido formados en estos temas transversales. La formación de futuros Licenciados en Educación Ambiental en temas como la temperatura del Planeta Tierra, vinculada con la radiación solar y la energía radiante que recibe el Planeta Tierra, y con el Efecto Invernadero, son tratados en este trabajo.

A partir de aproximadamente 1980, la teoría del Aprendizaje de Ausubel y su principal planteo "enseñar a partir de lo que el alumno ya sabe" provoca en el ámbito de la investigación en la Enseñanza de la Física en primer lugar y luego en la Enseñanza de las Ciencias, un acentuado estudio de la estructura de conocimiento de los jóvenes con el propósito de averiguar lo que el alumno ya sabe para enseñar en consecuencia. Como resultado de esto se instala en el campo de la investigación en la Enseñanza de las Ciencias la problemática de las ideas de los alumnos sobre un determinado tema, previas al momento de su enseñanza en la escuela. Estas ideas, que en general no acuerdan con el conocimiento desarrollado por la comunidad científica y que en algunos casos pueden ser espontáneas y en otros provocadas por la instrucción, o en el caso que nos ocupa, por la opinión pública y especialmente por los medios de difusión, causan enormes dificultades para el aprendizaje de nuevos conceptos (Novak, 1990; Ausubel y otros, 1996).

Vale la pena decir que, como antecedente en relación con este trabajo, las investigaciones en concepciones alternativas o preconceptos, vienen desarrollándose en el ámbito de la Enseñanza de la Física (Pfundt y Duit, 1994; Furió y Guisasola, 1999; Welti, 2002) desde la década del ochenta y en el de la Enseñanza de la Química (Benarroch, 2000; Jiménez Liso y otros, 2000; Galagovsky y otros, 2003) desde algún tiempo después. También en la Enseñanza de la Biología aparece esta problemática en los últimos años (Mateos Jiménez, 1998; Mondelo Alonso y otros, 1998; Sigüenza Molina, 2000). Estas líneas de investigación han trascendido al ámbito de las CN y también se encuentran trabajos de relevamiento de preconceptos en el área de las Ciencias Sociales y de la Matemática. Es necesario destacar que en los últimos trabajos sobre concepciones, se investiga una dimensión más amplia que las propias concepciones, enfatizándose en el planteo de estrategias orientadas a resolver el problema creado por su presencia (Gil, 1994). Hacemos notar, que ha modo de referencia sólo se han incluido algunos de los numerosos trabajos que se encuentran sobre este tema.

Temas transversales de las Ciencias Naturales, en general, han sido menos estudiados y no se encuentra analizada la presencia de preconceptos en la estructura cognitiva de los jóvenes, y de docentes, futuros docentes o especialistas, en relación con la temperatura del Planeta Tierra y sus causas. Obviamente, también se encuentran vinculados con este tema, otros como el efecto invernadero y el albedo planetario. Todos aparecen en escena cuando se estudia el calentamiento global del Planeta Tierra, sus causas y sus mecanismos de respuesta. Consultadas las publicaciones Revista de Enseñanza de la Física (Asociación de Profesores de Física de la Argentina - APFA), Revista de Enseñanza de las Ciencias (España), Revista de Educación en Biología (Asociación de Docentes de Biología de la Argentina ADBiA) y Revista

Española de Física (Real Sociedad Española de Física), de los últimos años, sobre un total de alrededor de 700 artículos, sólo se han encontrado, vinculados con el efecto invernadero y la capa de ozono, 12 trabajos: 8 en la Revista Española de Física, 3 en la Revista de Enseñanza de la Física y 1 en la Revista Enseñanza de las Ciencias.

Del conjunto de trabajos que abordan la problemática del efecto invernadero y la capa de ozono, 9 son del ámbito de la Investigación en Ciencias (Marx, 1992; Tena y otros, 1998; Santamaría y Zurita, 1995; Alonso y Ramis, 1996; Philander, 1996; Henderson-Sellers, 1996; Lahsen y Jamieson, 1996; Fernández y Jaque, 2002; González Frías y otros, 2002) y 3 del ámbito de la Enseñanza de las Ciencias (Borrut y otros, 1992; Sersic, 1991; Capuano y Martín, 2007). Cabe agregar, que de estos últimos, uno trata de preocupaciones y reflexiones de un investigador científico (Astrónomo) por la Enseñanza de la Astronomía.

Estamos ahora en condiciones de afirmar que temas relacionados con la dinámica atmosférica en general y con el efecto invernadero y la capa de ozono en particular, han sido menos tratados por la investigación educativa en ciencias. Por otro lado, el contacto permanente que tienen los jóvenes y docentes con los fenómenos atmosféricos, el tratamiento que tienen éstos temas en la opinión pública sumado a su fuerte presencia en los medios de comunicación y, finalmente, la falta de formación en el caso de los docentes, provocan opiniones que pueden considerarse como preconceptos o ideas previas, que en la mayoría de los casos no acuerda con lo que acepta la comunidad científica.

En la bibliografía de uso frecuente en el 3er. Ciclo de la EGB y en la Educación Polimodal para el área Ciencias Naturales en general o las disciplinas que la componen (Aristegui y otros, 1997; Rubinstein y Botto, 1997; Zarur, 1995; Revel Chion y otros, 1994; Sánchez y otros, 1995; Perlmutter y otros, 1997; Bachrach y otros, 1998; Bassarsky y otros, 2001), el tema efecto invernadero y capa de ozono, es abordado sin profundidad o no es abordado. En algunos casos, es posible que la estructura del libro responda a la estructura de temas propuestos por la jurisdicción para un determinado año, y al no considerarlo ésta, no se encuentra presente en el libro. Sólo en Calvo y otros (2002), se hace una descripción interesante del efecto invernadero y de la capa de ozono. En esta obra, se destacan las diferencias entre la radiación solar y la terrestre, se hace un análisis cuidadoso de los componentes químicos de la atmósfera y sus características de absorción de radiación, se examina con precisión como el accionar del hombre provoca cambios en la composición química mencionada y, finalmente, se estudian los posibles cambios en el efecto invernadero y en el espesor de la capa de ozono y sus consecuencias en el planeta tierra.

La falta de tratamiento del tema por la comunidad de investigadores en Educación en Ciencias, la presencia de opiniones sobre el mismo que provienen de su fuerte presencia en los medios de comunicación en particular y en la opinión pública en general, y el escaso tratamiento que se le da al tema en la bibliografía habitual, justifican el intento de relevar su estado de conocimiento en el caso de la Formación Docente (alumnos avanzados de la Licenciatura en Educación Ambiental). No se plantearán hipótesis, dado que se trata de una investigación de tipo exploratoria. Será necesario posteriormente (Gil, ob. cit.) pensar y elaborar estrategias de enseñanza-aprendizaje en relación a qué enseñar y cómo hacerlo, y averiguar lo que se puede lograr con la implementación de estas estrategias en situaciones de aprendizaje.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Se utilizó un cuestionario (metodología cuantitativa) validado por expertos y un conjunto de 8 alumnos de perfil similar al de los alumnos de la Licenciatura. Este instrumento fue aplicado a estudiantes de la Licenciatura en Educación Ambiental, de la Universidad Nacional de Cuyo (San Rafael- Mendoza), previo al dictado de la asignatura Seminario III (El Calentamiento Global y el Cambio Climático), asignatura ubicada como antepenúltima en el Plan de Estudios de la Carrera. Dicha ubicación supone que, al menos, los alumnos que la cursan han avanzado hasta las tres cuartas partes de la carrera.

El listado que sigue, es el de asignaturas (entre paréntesis se indica la carga horaria) que explicita el Plan de Estudios de la Licenciatura en Educación Ambiental. Se ha mantenido el orden del Plan, para indicar la posición en la que se encuentra el Seminario III (resaltado en negrita). Independiente de dicho orden, al momento de realizar el curso se indagó sobre el grado de avance de los alumnos presentes en la carrera, y surgió el grado de avance que señalamos en el punto anterior. El listado es: *“Ecología Ambiental – 45; Ambiente Social – 45; Recursos Naturales – 45; Desarrollo del Pensamiento – 30; Nuevas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – 45; Taller Optativo – 45; Lengua Extranjera – 45; Ecología Urbana, Rural e Industrial – 45; Trabajo en Grupo y las Organizaciones – 30; Problemáticas Ambientales – 45; Corrientes del Pensamiento Relacionadas con el Ambiente – 45; Metodología de la Investigación I – 30; Seminario de Actualización I – 45; Estrategias de Resolución de Problemas – 30; Ambiente y Salud – 45; Estrategias Didácticas en la Educación Ambiental – 45; Proyectos de Acción en el Ámbito Local-Regional – 45; Soluciones y Perspectivas – 30; Seminario de Actualización II – 45; Metodología de la Investigación II – 30; Modelos de Educación Ambiental – 45; **Seminario de Actualización III – 45; Evaluación de Programas de Educación Ambiental – 45; Desarrollo Comunitario y Gestión Local – 45; Tesina – 250”**.*

De la observación del listado de asignaturas, se puede inferir que tal vez temas como “radiación solar”, “absorción y reflexión de la radiación solar por parte del Planeta Tierra y su atmósfera”, “la radiación del Planeta Tierra”, “las longitudes de onda del espectro electromagnético que absorbe y/o dispersa la atmósfera”, “humedad relativa y formación de nubes”, y tal vez otros, no han sido abordados en el desarrollo de las asignaturas. Pero si seguramente se trataron, o se hizo alguna mención al menos, en relación con temas como “efecto invernadero”, “temperatura global”, “espesor de la capa de ozono”, “presencia de gases contaminantes en la atmósfera, específicamente del CO₂”, “recursos ambientales”, “aprovechamiento de la energía solar”, “quién provoca los gases contaminantes de la atmósfera”, y otros no tan evidentes en el listado de asignaturas como los explicitados.

La pregunta que surge después de estos listados del párrafo anterior, es por ejemplo cómo se puede tratar la contaminación del ambiente, seguramente haciendo alusión a la presencia del CO₂ y su importancia en el efecto invernadero, si no se caracteriza según sus longitudes de onda la radiación solar respecto de la radiación terrestre; caracteriza a la atmósfera en relación con su capacidad de absorción de la radiación electromagnética y sobre como discrimina entre distintas longitudes de onda; ha trabajado el principio de conservación de la energía al menos para llegar a entender un cierto flujo estacionario (equilibrio dinámico entre la energía que llega al Planeta Tierra y su atmósfera, y la radiación terrestre que escapa del Planeta y su atmósfera, etc. También nos podríamos preguntar sobre cómo se entiende el problema de la deforestación si no se ha profundizado sobre el ciclo del agua, la humedad relativa y la formación de nubes. Como resumen, una serie de ideas básicas y previas al abordaje de los temas que se señalan en el segundo listado, se pueden o no haber abordado en el conjunto de asignaturas previas al Seminario III. Para indagar sobre ese aspecto es que se lleva a cabo la encuesta, previa a la realización del Seminario III.

El instrumento se estructuró sobre la base de 16 preguntas de las que se tomaron sólo las primeras diez para este trabajo, en su totalidad abiertas, con sólo posibles relaciones de orden (mayor, igual o menor) que se planteó en algunas de ellas. Los alumnos tuvieron 20 minutos para responder el cuestionario, y previamente a su realización se les explicó que el resultado no era vinculante con la aprobación del Seminario III, en razón de que sólo se trataba de diagnosticar sobre ideas previas. Finalmente se aclaró, que el resultado del mismo iba a ser tomado para introducir cambios en la estrategia prevista para el curso a desarrollar, si fuese necesario.

CUESTIONARIO Y RESULTADOS

A continuación enunciaremos las preguntas, tal como fueron formuladas en el cuestionario y en el mismo orden, y las respuestas de los alumnos.

Pregunta n° 1

La energía térmica que el Planeta Tierra y su atmósfera absorbe de la energía solar que le llega en forma de energía electromagnética, es MAYOR, MENOR O IGUAL que la que emite y envía al cosmos a través de la atmósfera. EXPLIQUE BREVEMENTE.

.....

.....

.....

Un 70 % de los alumnos responde que la energía térmica que el Planeta Tierra y su atmósfera, absorbe de la energía solar que le llega en forma de energía radiante, es mayor que la que emite y envía al cosmos, a través de la atmósfera. Entre las explicaciones, algunos mencionan el efecto invernadero; otros hablan de que la tierra recibe energía que no puede emitir porque la disipa. Hay quienes señalan que la atmósfera rechaza algunas y finalmente algunos ponen en el centro de la escena a la atmósfera, rechazando y absorbiendo energía radiante. Sólo un 15 % no intenta explicar. De cualquier manera, cualesquiera sean las explicaciones que se den, a la luz de que ningún alumno elige la respuesta correcta (IGUAL), y aún cuando se percibe que manejan un vocabulario correcto asociado al fenómeno, se percibe que las palabras de este vocabulario son para estos alumnos, palabras sin sentido, en razón de que responden mal y no puede organizar una explicación coherente.

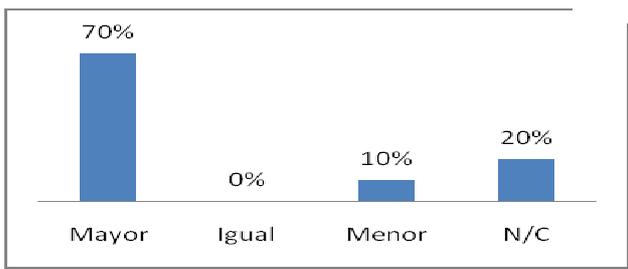
Pregunta n° 2

¿Qué parámetro físico cambia de valor en relación con la energía térmica que el Planeta Tierra incluyendo su atmósfera recibe del Sol y la energía térmica que el propio Planeta Tierra emite hacia el cosmos? EXPLIQUE BREVEMENTE

.....

.....

.....



En este caso no se daban opciones en el enunciado de la pregunta. Los alumnos se inclinaron mayoritariamente (un 40 %) por la temperatura. La temperatura tiene que ver con la energía térmica que el Planeta Tierra recibe del Sol y con la energía que el propio Planeta emite hacia el cosmos, pero la temperatura de un cuerpo (Sol o Planeta Tierra) que provoca la radiación térmica del cuerpo, después no caracteriza la radiación, lo que la caracteriza es la longitud de onda del espectro emitido. Tal vez indirectamente puede considerarse a la temperatura como la respuesta correcta, pero, la que nosotros consideramos como respuesta correcta, sólo es mencionada por un 10 % de los alumnos. Esta pregunta resulta algo más compleja que la anterior, por lo que un 40 % de los alumnos no duda en no contestar.



Figura 2. Respuestas a la pregunta 2.

Pregunta nº 3

¿Toda la energía electromagnética que el Planeta Tierra incluyendo su atmósfera recibe del Sol, es absorbida por el mismo? EXPLIQUE BREVEMENTE.

.....

.....

.....

Si bien en este caso no se dan opciones, caracterizadas las respuestas, surgen claramente como se advierte en la figura 3, tres opciones: si toda, no toda, y N/C. Si sólo miramos los porcentajes de la figura, podríamos inferir que los alumnos saben que una parte muy importante (alrededor de un 31 %) de la radiación electromagnética que el Planeta Tierra y su atmósfera reciben del sol, es reflejada, dado que un 80 % responde “no toda” que es correcto. Sin embargo, profundizando un poco más en las respuestas que dan los alumnos vemos que las explicaciones distan de acordar con lo científicamente establecido. Sólo un 15 % señala “no toda” explicando que esto ocurre porque una parte es reflejada. Otro 15 % indica “no toda”, y explica que parte de la energía recibida es disipada y otro porcentaje similar (15 %), señala también “no toda”, y explica que ocurre porque parte de la energía recibida es absorbida. La pregunta que nos podríamos hacer tal vez sea ¿recibida o absorbida por quién, si no es por el Planeta Tierra y su atmósfera? Otros porcentajes menores al 15 % señalan “no toda” y se distribuyen en explicaciones como “porque se refracta”, “porque se pierde”, “por la presencia del efecto invernadero”, etc. Resumiendo, aciertan en que “no toda” la energía electromagnética que el Planeta Tierra y su atmósfera reciben del Sol, es absorbida por el mismo, pero no pueden explicar el porqué.

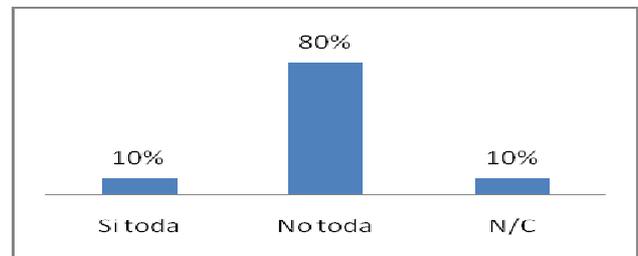


Figura 3. Respuestas a la pregunta 3.

Pregunta nº 4

¿Toda la energía electromagnética que emite la superficie del Planeta Tierra, puede escapar al cosmos, atravesando la atmósfera? EXPLIQUE BREVEMENTE

.....

.....

Como en la pregunta anterior, la respuesta mayoritaria (80 %), es la correcta. Efectivamente, no toda la energía electromagnética que emite el Planeta Tierra puede escapar al cosmos atravesando la atmósfera. Sin embargo, cuando analizamos las explicaciones vuelven a aparecer inconvenientes para aceptar el resultado. Por ejemplo, sólo un 10 % señala que es por el efecto invernadero, aún cuando no lo explica. Un 15 % señala simplemente que no puede atravesar la atmósfera, sin explicar el motivo, y un 10 % dice que la radiación del Planeta tierra es reflejado por la atmósfera hacia el Planeta. Un 15 % de los alumnos señala que la energía electromagnética que emite el Planeta Tierra, se retiene en la atmósfera y un 5 % indica que la atmósfera absorbe la radiación terrestre. Resumiendo, la respuesta correcta es que la atmósfera absorbe la radiación terrestre y luego la vuelve a emitir: una parte hacia el Planeta y

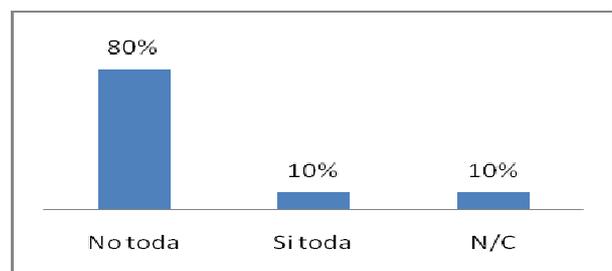


Figura 4. Respuestas a la pregunta 4.

otra parte hacia el cosmos. Sólo un 5 % habla de absorción y el resto utiliza expresiones de la cotidianidad: la atmósfera refleja, retiene, etc. Un 50 % no lo explica.

Pregunta n° 5

EXPLIQUE BREVEMENTE el motivo por el cual la energía térmica que proviene del sol en cierta medida puede atravesar la atmósfera y la energía térmica que emite la superficie terrestre puede atravesarla en menor medida.

.....

.....

.....

Un 20 % señala correctamente que la energía térmica que proviene del sol en cierta medida puede atravesar la atmósfera y la energía térmica que emite la superficie terrestre puede atravesarla en menor medida, en razón de la distinta longitud de onda que caracteriza a la radiación solar y la radiación del Planeta Tierra. Otro 20 % indica que el motivo de este fenómeno, es el efecto invernadero. Otros grupos, minoritarios respecto de los anteriores, señalan como motivo de este fenómeno a la intensidad, la presencia de gases en la atmósfera y a la energía que se disipa no se sabe dónde. Un porcentaje importante, no contesta. Nuevamente aparece el vocabulario, aún cuando las expresiones que utilizan para explicar el fenómeno no son adecuadas.

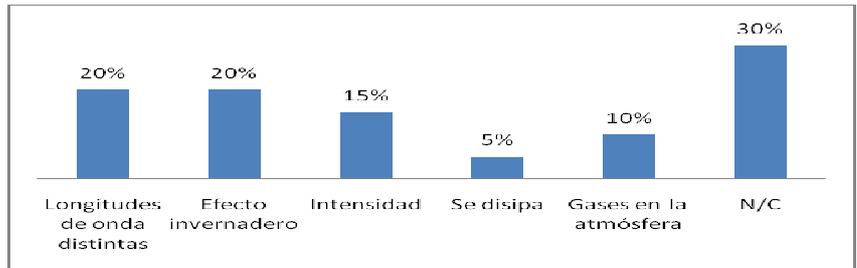


Figura 5. Respuestas a la pregunta 5.

Pregunta n° 6

¿A qué se denomina Temperatura Global? EXPLIQUE BREVEMENTE

.....

.....

.....

Un 50 % señala que la Temperatura Global del Planeta Tierra es la temperatura promedio del Planeta, sin explicar sobre cómo se calcula. Un 20 % dice que es la temperatura del Planeta, sin nombrar promedio. Un porcentaje minoritario (10 %) explica que es la temperatura promedio tierra-mar, y finalmente, un 20 % no contesta. Llama la atención que un concepto sencillo como el de la temperatura global, promedio espacial y temporal por periodos prolongados de tiempo, por ejemplo un año, no se haya podido explicar.

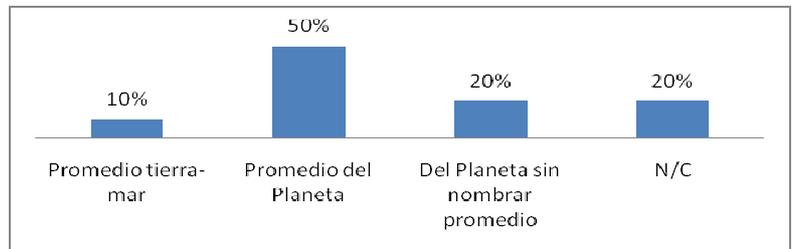


Figura 6. Respuestas a la pregunta 6.

Pregunta n° 7

Si disminuyera por algún motivo la superficie de hielo del Ártico (hielo en el Polo Norte) y de la Antártida (hielo en el Polo Sur), el “albedo” del Planeta Tierra, aumentaría o disminuiría? EXPLIQUE BREVEMENTE.

.....

.....

.....

Se sospecha que los que no responden, un 45 %, no saben qué es el “albedo”. Si a este porcentaje le sumamos el 30 % que explicita que no sabe qué es el “albedo”, concluimos en que un 75 % de los alumnos no saben que es el “albedo”. En realidad tampoco saben lo que es el “albedo”, quienes responden que la temperatura de la tierra

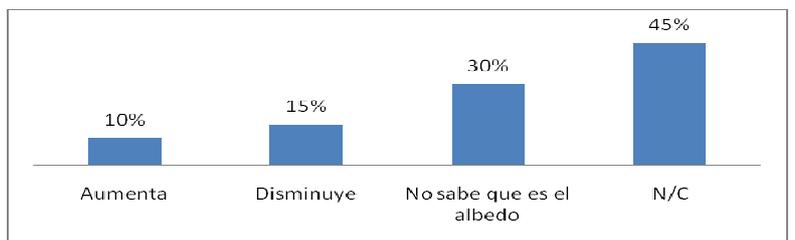


Figura 7. Resultados de la pregunta 7.

disminuye. En realidad, nadie responde que al disminuir la superficie de hielo del Ártico (hielo en el Polo Norte) y de la Antártida (hielo en el Polo Sur), disminuye el “albedo” por disminución de la reflexión de los hielos polares, y en consecuencia aumenta la energía solar que absorbe el Planeta y por ese motivo aumenta su Temperatura Global. El 10 % que señala que la temperatura del Planeta Tierra aumenta, no lo explica del modo correcto.

Pregunta n° 8

La tala indiscriminada de bosques y la aparición de zonas desérticas, ¿contribuye a incrementar el “albedo” o a disminuirlo? EXPLIQUE BREVEMENTE.

.....

.....

.....

En realidad el 80 % que no contesta está indicando claramente que no se sabe qué ocurre con la tala indiscriminada. Sin embargo, uno de los temas sobre los que más se trabaja en Educación Ambiental, es el cuidado de los bosques en general y de las especie nativas en particular. Claro, si volvemos a la pregunta anterior y rescatamos como respuesta contundente del mismo que los alumnos no saben qué es el “albedo”, entendemos porque el resultado de esta respuesta. Si en el enunciado no hubiésemos mencionado el “albedo” y hubiésemos relacionado la tala indiscriminada de bosques con el régimen de lluvias o con la humedad relativa o con la formación de nubes, tal vez, otro hubiese sido el resultado. Obviamente, sólo es una sospecha.

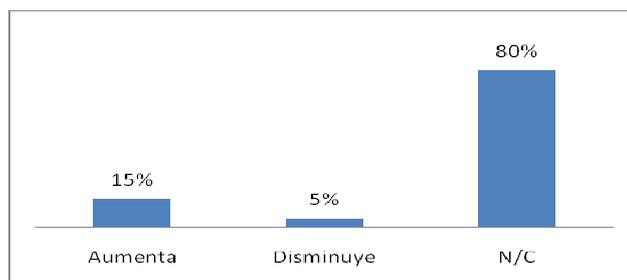


Figura 8. Respuestas a la pregunta 8.

Pregunta n° 9

Realice un listado de los gases contaminantes de la atmósfera que contribuyen al “efecto invernadero”, que aparecen por la presencia del hombre y su desarrollo en el Planeta Tierra.

.....

.....

.....

Esta pregunta, en general, está bien respondida. Claro, sólo pedimos un listado de los gases contaminantes de la atmósfera que contribuyen al “efecto invernadero”, que aparecen en el Planeta por la presencia del hombre y su desarrollo en el Planeta. Suponemos que si hubiésemos solicitado el motivo por los cuales se los considera gases contaminantes, el resultado hubiese sido otro. En este caso, el vocabulario adquirido fue suficiente para responder adecuadamente la pregunta.

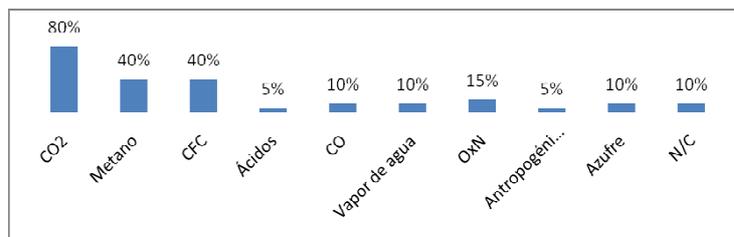


Figura 9. Resultados de la pregunta 9.

Pregunta n° 10

EXPLIQUE BREVEMENTE si el vapor de agua contribuye o no al efecto invernadero.

.....

.....

.....

Si bien el porcentaje mayoritario (un 70 %) es correcto al señalar que el vapor de agua contribuye al efecto invernadero, las explicaciones que se dan son variadas y no mencionan simplemente que la molécula de agua, absorbe radiación en el rango de longitudes de onda que emite el Planeta Tierra. Se menciona que no absorbe el infrarrojo, lo que no es correcto; se hace alusión a la capacidad calorífica del agua; se indica que el vapor de agua refleja la radiación del Planeta; también se señala

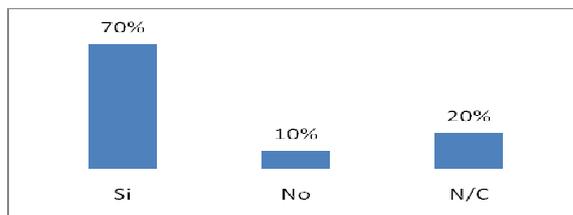


Figura 10. Respuestas a la pregunta 10.

que es contaminante y que aumenta la humedad; etc. Sólo un alumno (un 5 %), señala que el vapor de agua absorbe la radiación que emite el Planeta tierra, sin hacer mención a la longitud de onda de dicha radiación.

CONCLUSIONES

Las respuestas a la pregunta nº 1 señala claramente y sin lugar a dudas, que no se conoce el mecanismo por el cual la temperatura del Planeta Tierra, se mantiene en un determinado valor. Detrás de ese mecanismo aparece claramente el “principio de conservación de la energía” y las leyes de la radiación de energía térmica de los cuerpos. También, y profundizando un poco en la problemática, se podría abordar esta especie de equilibrio dinámico, desde la idea de un sistema en el que se produce un flujo estacionario con cambio (aumento) de entropía. No se esperaban explicaciones muy complejas, pero sí, al menos, entender que si se pierde el equilibrio entre la energía que entra al Planeta Tierra y su atmósfera y la que sale del mismo, la temperatura actuará como variable de ajuste hasta lograr un nuevo equilibrio. Aparece en este punto un amplio vocabulario relacionado con el tema, pero que funciona con palabras sin sentido dado que las mismas no pueden utilizarse para estructurar expresiones gramaticales que expliquen el fenómeno.

Las preguntas 2, 3, 4 y 5, muy relacionadas entre sí, en general no son bien respondidas. Para responderlas correctamente, es necesario identificar las longitudes de onda asociadas con la radiación solar y con la radiación del Planeta Tierra, y conocer las características de absorción de la atmósfera. Si no se trata de este modo, no se puede entender por qué la energía radiante solar puede atravesar en cierta medida a la atmósfera y por qué la radiación del Planeta no puede atravesar la atmósfera en la misma medida.

Llama la atención que la pregunta 6, referida al concepto de temperatura global, no se pueda definir con precisión. Sólo se tiene una idea de que se trata de un promedio y/o de una temperatura que caracteriza al Planeta Tierra.

En las preguntas 7 y 8, surge claramente que desconocen lo que es el “albedo planetario” y en la pregunta 10 aciertan en que el vapor de agua contribuye al efecto invernadero, pero como en varias pregunta anteriores, cuando intentan explicar los motivos las explicaciones no son científicamente correctas.

Dejamos para el final a la pregunta 9, que resulta bien respondida, pero que es la única de las diez preguntas del cuestionario que no les solicita EXPLIQUE BREVEMENTE. Este resultado abona nuevamente la idea de que en general se dispone de un amplio vocabulario con palabras que no pueden conectar entre sí, para dar sentido a una expresión científica.

Si futuros egresados con grado universitario en una carrera estrechamente ligada al problema ambiental en general y a la Educación Ambiental en particular, que seguramente desempeñarán tareas en la escuela media, ofrecen como muestra de su conocimiento sobre el tema el resultado que arroja esta encuesta, debiéramos preguntarnos ¿quién abordará en el nivel medio la enseñanza de estos temas? y ¿cómo desarrollará su abordaje? Si bien estos temas se trabajaron luego en el Seminario III (la encuesta se llevó a cabo antes del Seminario), preocupa que a punto de finalizar el cursado de asignaturas y habiendo desarrollado toda la problemática asociada a la Educación Ambiental, se lo haya realizado sin disponer de estos conocimientos, básicos para la mayoría de los temas tratados en el resto de las asignaturas de la carrera.

Como señalamos en la introducción, cuando tratamos de indagar sobre ideas previas al momento de su enseñanza, puede ocurrir que se hayan generado espontáneamente, que las haya provocado la instrucción o, tal vez y en el caso que nos ocupa, la opinión pública. Tanto en el caso de que su generación haya sido espontánea o provocada por la opinión pública, el vacío curricular actúa como tierra fértil para la generación y consolidación de las ideas previas. En consecuencia ya no se trataría de un problema de preconcepciones, en el sentido que mayoritariamente se utiliza el término, al que se lo relaciona en el colectivo de investigaciones con la generación espontánea de ideas que no acuerdan con lo científicamente aceptado, sino de un vacío curricular asociado al diseño del Plan de Estudios. Esto no debiera tomarse como un juicio de valor acerca del mismo, sino como un llamado de atención tal lo que señalamos en el párrafo siguiente.

No intenta este trabajo ser lapidario con esta realidad, sólo intenta evitar simplificaciones peligrosas en el tratamiento de algunos temas, que debieran ser abordados desde el rigor que cobijan las leyes científicas, con la adecuada transposición didáctica al nivel en el que se van a desarrollar. La educación, factor importante para moldear la moralidad del conjunto de individuos que componen la sociedad, y el conocimiento a través de la educación, puede dar significado al problema y a las soluciones que se plantean para resolverlo. Sólo se protege lo que se sabe en peligro y sólo se reconoce el peligro, cuando se ha entendido el funcionamiento de los sistemas: naturales, sociales, políticos y económicos.

REFERENCIAS

- Alonso, S. y Ramis, C., 1996. Una pequeña introducción al estudio del clima de la Tierra y del Cambio Climático. *Revista Española de Física*, 10 (1), pp. 6-8.
- Aristegui, R.; Barberi, M.; Cittadino, E.; Cuniglio, F.; Delmonte, J.; Fernández, E.; Granieri, P.; Morales, E.; Rinaldi, M. y Schipani, F., 1997. *Ciencias Naturales 8° EGB*. (Santillana, Buenos Aires). Páginas: 400.
- Ausubel, D.; Novak L. y Hanesian, H., 1996. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. (Ed. Trillas, México).
- Bachrach, E.; Bilenca D.; Fernández, E.; Morales, E.; Schipani, F. y Taddei, F. 1998. *Ciencias Naturales 9*. (Editorial Santillana. Bs. As). Páginas: 400.

- Bassarsky, M.; Valerani, A.; Arriazu, F.; Cornejo, J.; Drewes, A.; Martínez, M. y Villegas, A., 2001. *Naturaleza en Red 7*. (A-Z Editores) Páginas: 295.
- Benarroch, A., 2000. El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), pp. 235-246.
- Borrut, J.M.; Camps, J.; Maixé, J.M. y Planelles, M., 1992. La meteorología en la enseñanza de las ciencias experimentales: una propuesta interdisciplinaria e integradora. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), pp. 201-205
- Calvo, D.; Molina, M.T. y Salvachúa, J., 2002. *Ciencias de la tierra y del medio ambiente 2º Bachillerato*. (Mc Graw Hill, Madrid). Páginas: 336.
- Capuano, V. y Martín J., 2007. El calentamiento Global del Planeta Tierra: un ejemplo de equilibrio dinámico. Enviado como artículo invitado a la *Revista de Enseñanza de la Física*. ISSN 0326-7091. Vol. 20 Nº 1 y 2, pp. 91-110.
- Capuano, V.; Martín, J.; Gutierrez, E.; Albarracín, L.; González, A. y Musicante, P., 2004. Lo que el alumno de EGB3 y POLIMODAL sabe sobre el efecto invernadero y sobre la capa de ozono. *Memorias de SIEF 7* (ISBN 950-863-063-9). U.N. de La Pampa y APFA. Santa Rosa. Páginas: 10.
- Fernández, P. y Jaque, F., 2002. El cambio climático: centrales térmicas y nucleares. *Revista Española de Física*, 16 (4), pp. 13-17
- Furió, C. y Guisasaola, J., 1999. Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 441-452.
- Galagovsky, L.; Rodríguez, M. A.; Stamsati, N. y Morales, L. F., 2003. Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), pp. 107-121.
- Gil, D., 1994. Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), pp. 154-164.
- Gonzalez Frias, J. y Otros., 2002. La red española de medida de la radiación ultravioleta B. *Revista Española de Física*, 16 (4), pp. 18-23
- Henderson-Sellers., 1996. Modelización del sistema climático. *Revista Española de Física*, 10 (1), pp. 17-24
- Jiménez Liso, M. R.; De Manuel Torres, E.; González García, F. y Salinas López, F., 2000. La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 451-461.
- Lahsen, M. y Jamieson, D., 1996. Impacto socioeconómico del Cambio Climático inducido por el hombre. *Revista Española de Física*, 10 (1), pp. 25-29
- Marx, G., 1992. Astrofísica, Clima y Tecnología. *Revista de enseñanza de la Física*, 5 (1), pp. 13-25
- Mateos Jiménez, A., 1998. Concepciones sobre algunas especies animales: ejemplificaciones del razonamiento por categorías. Dificultades de aprendizaje asociadas. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), pp. 147-157.
- Mondelo Alonso, M.; Martínez Losada, C. y García Barros, S., 1998. Criterios que utilizan los alumnos universitarios de primer ciclo para definir ser vivo. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (3), pp. 399-408.
- Novak, J. D., 1990. *Teoría y Práctica de la Educación*, (Ed. Alianza Universidad, Madrid, España). Páginas: 275.
- Perlmutter, S.; Schnek, A.; Stutman, N.; Miranda, F. Y Pinski, A. 1997. *Ciencias Naturales y Tecnología 7º EGB*. (Ed. Aique. Buenos Aires). Páginas: 231.
- Pfundt, H. y Duit, R., 1994. *Students' Alternative Frameworks and Science Education*, 4th Edition, (Kiel)
- Philander, G., 1996. El niño y la niña. *Revista Española de Física*, 10 (1), pp. 9-16
- Revel Chion, A.; Meinardi, E. y Sztrajman, J., 1994. *Ciencias Naturales 1º año*. (Editorial Aique. Buenos Aires). Páginas: 286.
- Rubinstein, J. y Botto, J., 1997. *Ciencias Naturales 8 Física 3º Ciclo EGB* (A-Z Editora. Buenos Aires). Páginas: 150.
- Sánchez, I.; Leal, A. y Elizalde, R., 1995. *Ciencias de la naturaleza 1 (ESO)*, (Mc Graw Hill Madrid). Páginas: 301.
- Santamaría, J. y Zurita, E., 1995. Alerta sobre el deterioro de la capa de ozono: El Nóbel de Química de 1995. *Revista Española de Física*, 9 (4), pp. 7-12.
- Sersic, J.L., 1991. Reflexiones sobre la enseñanza y difusión de la astronomía. *Revista de enseñanza de la Física*, 4 (1), pp. 28-34
- Sigüenza Molina, A. F., 2000. Formación de modelos mentales en la resolución de modelos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), pp. 439-450.
- Tena, F.; Martínez-Lozano, J. y Utrillas, M., 1998. Radiación Solar ultravioleta y prevención del eritema. *Revista Española de Física*, 12 (1), pp. 18-24
- Welti, R., 2002. Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), pp. 261-270.
- Zarur, P., 1995. *Ciencias Naturales 7*. (Ed. Plus Ultra. Buenos Aires). Páginas: 223.

ABSTRACT: From about 1980, Ausubel's learning theory results in the field of Research in Science Education provokes a sharp study of the structure of knowledge of young people, in order to find out what the students already know to teach accordingly. Cross-cutting themes of Natural Sciences, such as the Earth temperature, its causes and effects have been less studied. Through a survey, to students in the Bachelor of Environmental Education UNCuyo who were completed at least the 75% of its career, we try to identify the knowledge and preconceptions they have about the temperature of the Earth planet, and indirectly the greenhouse effect and ozone layer. Finally, we make value judgments about the reasons of the results given in the survey.

Keywords: education, environment, previous ideas, global warming.