



Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: disponibilidad de agua de las cuencas del noroeste de Patagonia y su relación con la actividad solar

Integration of ICT, metacognitive tools and research in science and environmental education. Case study: availability of water, from basin of Patagonia northwestern and its relationship with solar activity

Ana Beatriz Prieto,
Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina

Ricardo Chrobak
Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina

Journal for Educators, Teachers and Trainers, Vol. 4 (1)

<http://www.ugr.es/~jett/index.php>

Fecha de recepción: 29 de diciembre de 2012

Fecha de revisión: 15 de enero de 2013

Fecha de aceptación: 2 de febrero de 2013

Prieto, A.B. y Chrobak, R. (2013). Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: disponibilidad de agua de las cuencas del noroeste de Patagonia y su relación con la actividad solar. *Journal for Educators, Teachers and Trainers*, Vol. 4 (1), pp. 132 – 141.



Journal for Educators, Teachers and Trainers, Vol. 4 (1)

ISSN 1989 - 9572

<http://www.ugr.es/~jett/index.php>

Integración de TICs, investigación y herramientas metacognitivas en la educación de ciencias y ambiental. Estudio de caso: disponibilidad de agua de las cuencas del noroeste de Patagonia y su relación con la actividad solar

Integration of ICT, metacognitive tools and research in science and environmental education. Case study: availability of water, from basin of Patagonia northwestern and its relationship with solar activity

Ana Beatriz Prieto, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina
anabeatrizprieto@gmail.com

Ricardo Chrobak, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina
mecenster@gmail.com

Resumen

Este trabajo muestra una innovación educativa desarrollada en una escuela agrotécnica que participa en redes colaborativas internacionales de educación ambiental como The GLOBE Program y Environment On-Line que se basan en la realización de mediciones ambientales, investigación y comunicación utilizando las TIC. Para el análisis de la información, el procesamiento, el diseño y ejecución de la investigación los alumnos utilizaron herramientas metacognitivas (mapas conceptuales y la UVE de Gowin). Luego elaboraron una presentación multimedia para difundir su investigación. Se realiza una encuesta sobre la metodología de trabajo empleada y se analizan los resultados obtenidos en cuanto a habilidades y conocimientos adquiridos en el trabajo de investigación.

Abstract

This work shows an educational innovation developed in an agrotechnical school, involved collaborative international networks, of environmental education, as The GLOBE Program and Environment On-Line which are based on the realization of environmental measurements, research and communication using ICT. For data analysis, processing, design and execution of research, students used metacognitive tools (concept maps and Gowin's Vee). After, they developed a multimedia presentation to disseminate their research. We performed a survey on the methodology employed and analyzed the results in terms of skills and gained knowledge during the research work.

Palabras clave

Herramientas metacognitivas. Mapas conceptuales. UVE de Gowin. Educación ambiental. Investigación.

Keywords

Metacognitive tools, concept maps, Gowin's Vee, environmental education, research

1. Introducción

Las publicaciones en aprendizajes de ciencias consideran que el alumno construye sus propios conocimientos en interacción con su entorno físico y social. Ésta construcción depende de la interacción entre la estructura interna de sus conocimientos y la situación problema que se le propone. La incorporación de herramientas informáticas en los procesos de enseñanza y aprendizaje enriquece la interacción individual y la colectiva al trabajar en espacios colaborativos. Tanto las TIC como las redes colaborativas de trabajo han impactado en los modos de concebir y reelaborar los conocimientos.

Las TIC pueden potenciarse si se incorporan herramientas metacognitivas como el diagrama UVE desarrollado por Gowin (diagrama en forma de ve corta que ayuda a diseñar y desarrollar una investigación a partir de una pregunta foco interactuando entre el área conceptual y metodológica) para diseñar y desarrollar una investigación y los mapas conceptuales para procesar la información. Ambas herramientas favorecen el aprendizaje significativo debido a que propician interacción entre el viejo y nuevo conocimiento. (Moreira, 2010; Mintzes et al., 2001; Novak & Gowin, 1985). Actualmente se cuenta con el software CmapTools (Cañas et al., 2005) que facilita la construcción de mapas conceptuales individuales o colaborativos, pudiendo reunir todos los recursos ya sean imágenes, links externos de internet, videos, animaciones, etc. Estas imágenes pueden estar incrustadas en el mapa conceptual o vinculado, desplegándose al hacer clic sobre ellas.

2. El referencial teórico que guía esta investigación

En lo que sigue, se presentarán muy brevemente, los fundamentos teóricos de la teoría A-N-G, pionera en la introducción de los conceptos centrales de lo que se ha dado en denominar aprendizaje significativo, entendiéndose por tal el proceso de incorporación no arbitraria, sustantiva y no literal de nuevos conocimientos en la estructura cognitiva del individuo. Este tipo de aprendizaje se diferencia del que se conoce como aprendizaje mecánico, en el cual las nuevas ideas se relacionan en forma arbitraria y no sustancial con lo que el estudiante ya sabe. Diremos, además, que el significado a que se refiere este análisis debe ser "construido" por el alumno o aprendiz, o sea que, es el ser humano en cuestión, quien debe poner de manifiesto en qué forma interaccionan los elementos involucrados en el proceso de formación de significados.

Al desarrollar los conceptos centrales de la teoría, se deben considerar las siguientes premisas de la psicología educativa: (Ausubel, D., et. al., 1978)

- 1) la naturaleza del aprendizaje en el salón de clases y sus variables pueden ser identificadas con seguridad
- 2) el conocimiento obtenido como resultado de esta premisa puede ser:
 - a) Sistematizado
 - b) Dado a conocer a los docentes

La teoría de Ausubel-Novak-Gowin ha sido desarrollada pensando especialmente en aquéllos que opinan que la educación puede y debe ser significativamente mejorada, que están desalentados por ver que tantas innovaciones hechas hasta ahora han logrado tan poco.

En el marco de la teoría ANG, consideraremos a la educación como: "toda experiencia que contribuye al fortalecimiento de una persona para desenvolverse en la vida diaria".

Una experiencia educativa positiva acrecentará la capacidad de una persona para pensar, sentir y actuar.

Los seres humanos son únicos en su habilidad para percibir regularidades en objetos y eventos. Además pueden codificar estas regularidades simbólicamente. Esos símbolos son por lo general palabras o signos (+, =, \$, %, etc.) y todos ellos representan conceptos que se definen como "regularidades percibidas en objetos o eventos", o también el registro de eventos u objetos.

Los Principios: Llamamos principios a los enunciados que describen relaciones significativas entre distintos conceptos. Ejemplo: en Física el principio de masa describe la relación entre los conceptos de masa, fuerza y aceleración. En educación, sabemos que el aprendizaje está relacionado con el tiempo de estudio, pero esta relación es compleja y no la podemos describir en forma de principio o

mediante una expresión matemática. Veremos más adelante que los mapas conceptuales son una excelente herramienta para representar gráficamente este tipo de relaciones significativas.

En 1956, George Miller publicó un artículo titulado "El mágico número 7 más o menos 2" donde presenta datos que muestran que nuestra memoria de corto plazo puede operar solamente alrededor de siete "porciones" de información por vez. Las porciones pueden ser números, letras o palabras, dependiendo también del grado de familiaridad que se tenga con ellas; por ejemplo, si son frases muy familiares, una porción de información, puede ser toda una oración, como por ejemplo en el siguiente caso: 1) Mario y Emilce subieron la colina 2) Ser o no ser, esa es la pregunta 3) Pi es igual a la longitud de la circunferencia dividida por el diámetro 4) La ganancia es igual al precio de venta menos el costo.

Por lo tanto, aun con un gran deseo de aprender por parte del estudiante, existen limitaciones en cuanto al grado de significación que se puede alcanzar. La dependencia del aprendizaje significativo con respecto al conocimiento previo tiene ventajas y desventajas: la posesión de conocimientos previos relevantes y bien organizados en un campo determinado hace mucho más fácil la adquisición y uso de nuevos conocimientos en ese campo.

Considerando este concepto es posible entender que las prácticas tan comunes en que los instructores actúan como "proveedores" de información y los alumnos son meros "adivinos" de las respuestas que sus profesores consideran aceptables, no colaboran para cambiar el significado de la experiencia del estudiante.

En base a la cosmovisión aquí planteada y a los elementos provistos por la psicología educativa y la pedagogía, se pueden llegar a desarrollar los principios didácticos que forman parte de la teoría de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Esta teoría seguramente propondrá una revisión de los métodos utilizados tradicionalmente (como por ejemplo la memorización exacta de hechos, fórmulas y definiciones; el "recitado" del contenido de los textos; la resolución mecánica de problemas, etc.) para llegar a una formulación general de los modernos principios, aplicables a los procedimientos instruccionales que deben conducirse a diario en las aulas.

El proceso fundamental del aprendizaje significativo es la incorporación de nuevos conceptos y proposiciones a una estructura cognoscitiva que, por naturaleza, está organizada jerárquicamente. Ausubel denominó a este proceso "subsumption" ("inclusión" en las traducciones al español) y a los conceptos preexistentes los llamó "subsumers" (conceptos inclusores o ideas de anclaje).

Evidentemente este tipo de aprendizaje requiere del esfuerzo intencionado del que aprende para relacionar lo nuevo con lo que ya conoce como condición indispensable para su concreción. Este esfuerzo, en palabras de Ausubel, conlleva un alto nivel de eficacia, atribuible a que, una vez que las ideas nuevas se establecen adecuadamente en la estructura cognoscitiva,

A medida que el proceso de aprendizaje significativo avanza, las ideas pertinentes, claras y estables, (que aquí llamamos inclusores) van sufriendo modificaciones, a veces sustanciales, que le permiten adquirir diferenciación. Esta diferenciación progresiva también se produce cuando se establecen nuevas relaciones entre conceptos.

El proceso de subsumión adecuadamente generado por el docente e intencionalmente buscado por el alumno, constituye la base de compartir significados con que Gowin define la tarea educativa.

Durante el transcurso del aprendizaje significativo tienen lugar dos importantes procesos relacionados entre sí. A medida que la información nueva es subsumida bajo un determinado concepto o proposición más general, la nueva información es adquirida y el subsumidor modificado. Este proceso ocurre una o varias veces, conduciendo a la diferenciación progresiva del subsumidor. Por ejemplo, los nuevos significados que se van adquiriendo a lo largo del tiempo sobre proposiciones o conceptos como democracia o evolución, representan el principio de la diferenciación progresiva.

Durante el aprendizaje supraordinado o combinatorio, ideas establecidas en la estructura cognitiva, pueden ser reconocidas como relacionadas entre sí en el transcurso del nuevo aprendizaje; de esta manera, se va adquiriendo nueva información y las ideas existentes pueden adquirir nuevas organizaciones y nuevos significados. Esta recombinación de elementos existentes en la estructura cognoscitiva, se denomina reconciliación integradora. Por ejemplo, los estudiantes pueden conocer que las paltas o tomates son vegetales, pero los mismos se clasifican como frutos en Biología. La

confusión inicial del estudiante se resuelve cuando adquiere nuevos significados combinatorios y reconoce que la clasificación nutricional de los alimentos no es la misma que la clasificación botánica.

La reconciliación integradora se favorece cuando las posibles fuentes de confusión son aclaradas por el profesor o el material instruccional. Es decir, los estudiantes deben recibir ayuda para resolver las aparentes inconsistencias o conflictos entre conceptos o proposiciones.

Todo aprendizaje que resulta en reconciliación integradora, también resultará en una posterior diferenciación de los conceptos o proposiciones existentes.

Una característica de los profesores destacados es que tienen suficiente amplitud de conocimientos y experiencia en su campo que les permiten ayudar a los estudiantes explícitamente para que puedan realizar su reconciliación integradora individual. Cuando los estudiantes reconocen un curso o libro como bien organizado, es porque:

- hay claridad en la presentación del significado de los nuevos conceptos o proposiciones,
- están aclarados los posibles conflictos en significado
- se facilitan nuevas reconciliaciones integradoras.

En este punto cabe acotar que resulta evidente que la elaboración de mapas conceptuales nos ayuda a construir nuevos significados, porque sirven para organizar los conocimientos que situamos en la memoria de largo plazo y pueden funcionar como "andamiaje" (en términos de Bruner) mental para ensamblar los fragmentos de conocimiento en la memoria de trabajo.

3. Las herramientas metacognitivas

Las herramientas metacognitivas que consideraremos son: el mapa conceptual, la Uve heurística, y la entrevista clínica.

Para Gowin (1981), heurístico es algo que se utiliza como ayuda para resolver un problema o entender un procedimiento.

El uso de estas estrategias tiene como intención dotar al estudiante de un método alternativo de estudio y demostrarle que es más eficaz estudiar de esa manera que memorizando.

Puede afirmarse que los "mapas conceptuales", introducidos por Novak, constituyen una ayuda para que el estudiante y el profesor vean más claramente el significado del material a estudiar.

Los "diagramas heurísticos o de conocimientos" UVE introducidos por Gowin, facilitan profundizar la estructura y el significado del conocimiento que se pretende comprender y, por otro lado, guían el proceso de producción de nuevos conocimientos. También estos diagramas permiten a docentes y alumnos desentrañar la naturaleza de la construcción del conocimiento.

Asimismo la entrevista clínica ha mostrado ser una herramienta poderosa a la hora de determinar el conocimiento previo de los alumnos o de verificar los resultados de nuestra instrucción.

4. El estudio de caso: caudales y manchas solares

Los problemas ambientales han generado la necesidad de educar a las nuevas generaciones con el objetivo que tomen conciencia y adopten un estilo de vida y de desarrollo sustentable. Hoy se considera que la educación para el desarrollo sustentable, es una parte esencial del desarrollo humano. Existen varias definiciones de desarrollo sustentable, aunque la más conocida es la del Informe Brundtland (WCED, 1987), que dice que el desarrollo sustentable es el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes y futuras. Desde el punto de vista biológico todos los organismos tienen necesidades reales. Cuando estas necesidades están satisfechas los organismos pueden prosperar, tener un buen ambiente y una buena vida. Es decir que han alcanzado su satisfacción óptima que es el núcleo del desarrollo sustentable. (Kaivola & Ahlberg, 2007) La UNESCO reconoce cuatro dimensiones interdependientes del desarrollo sustentable: social, económica, ecológica y política que dan lugar a los principios: a) paz, igualdad y

los derechos humanos, b) desarrollo apropiado, c) conservación y d) democracia. (UNESCO, 2005, 2012). Por lo tanto la educación para el desarrollo sustentable implica educar en los valores.

Los programas de educación ambiental colaborativos internacionales ayudan a los alumnos a ampliar su visión del mundo, a tolerar a otras personas, a valorar la diversidad, entre otros. También le ayudan a entender la similitud de los problemas ambientales alrededor del mundo, a poner en escala los problemas ambientales de su región y a detectar causas y predecir consecuencias. Al realizar mediciones ambientales, los alumnos visualizan por ellos mismos las variaciones en su lugar, y las comparan con otros sitios para extraer conclusiones.

Desde el año 2001 la escuela comenzó a trabajar con el programa internacional GLOBE (Howland & Becker, 2005) realizando mediciones ambientales utilizando los protocolos de hidrología, suelos, atmósfera y fenología. Estos datos se comparten en internet para que cualquier escuela pueda acceder y realizar investigaciones usando sus propios datos o los de otros alumnos. (EOP, 2010)

Dado la receptividad de los alumnos al monitoreo ambiental y a su preocupación por el ambiente, en el año 2004 se incorporó el programa ENO (Environment On-Line) (Vanhanen, 2003) como complemento de GLOBE ya que estudia el impacto social de los cambios ambientales. Cada escuela realiza una investigación y discute los resultados mediante videoconferencias, otras herramientas de la web 2. Esto ha fortalecido el trabajo colaborativo entre compañeros y fuera del aula. (Mayadas et al., 2009)

5. Metodología

Se realizó el trabajo de investigación en el último curso de la escuela agrotécnica CEI "San Ignacio", de Junín de los Andes, Provincia de Neuquén, Argentina. Todo el curso estaba formado por 12 alumnos. Las asignaturas donde se desarrolló el trabajo fueron biología y físico-química.

A partir de la proyección de un video de la BBC denominado "Maravillas del sistema solar: El imperio del Sol" donde se planteaba la posible influencia del sol en el cambio climático actual e incluso mostraba datos de correlación con el río Paraná en Argentina, los alumnos comenzaron a preguntarse si a nosotros nos estaría afectando también. Para realizar ésta investigación elaboraron las siguientes preguntas: ¿Cómo varían los caudales de los ríos en el Noroeste de la Patagonia? ¿Los caudales son afectados por la actividad solar?

El trabajo comenzó con la búsqueda de información sobre la influencia del sol en los caudales de los ríos y cómo éstos caudales podrían cambiar interanualmente. La búsqueda de información específica del lugar solo se encuentra en publicaciones técnicas que en su mayoría están en inglés. Por éste motivo utilizaron el traductor on line de Google para facilitar la tarea. Los trabajos de investigación realizados por otros fueron analizados utilizando el diagrama UVE, también denominado diagrama V (Moreira, 2010). Los alumnos, divididos en grupos de a dos, fueron haciendo mapas conceptuales de cada investigación realizada por otros que leían. Luego reunieron la información en un mapa conceptual que a su vez fueron resumiendo. El mapa conceptual general fue vinculado a los distintos recursos (imágenes satelitales, gráficos, animaciones, videos, links, etc) para facilitar su consulta durante la redacción del trabajo de investigación. Más información sobre cómo realizar éstos vínculos puede encontrarse en Cañas & Novak, 2008.

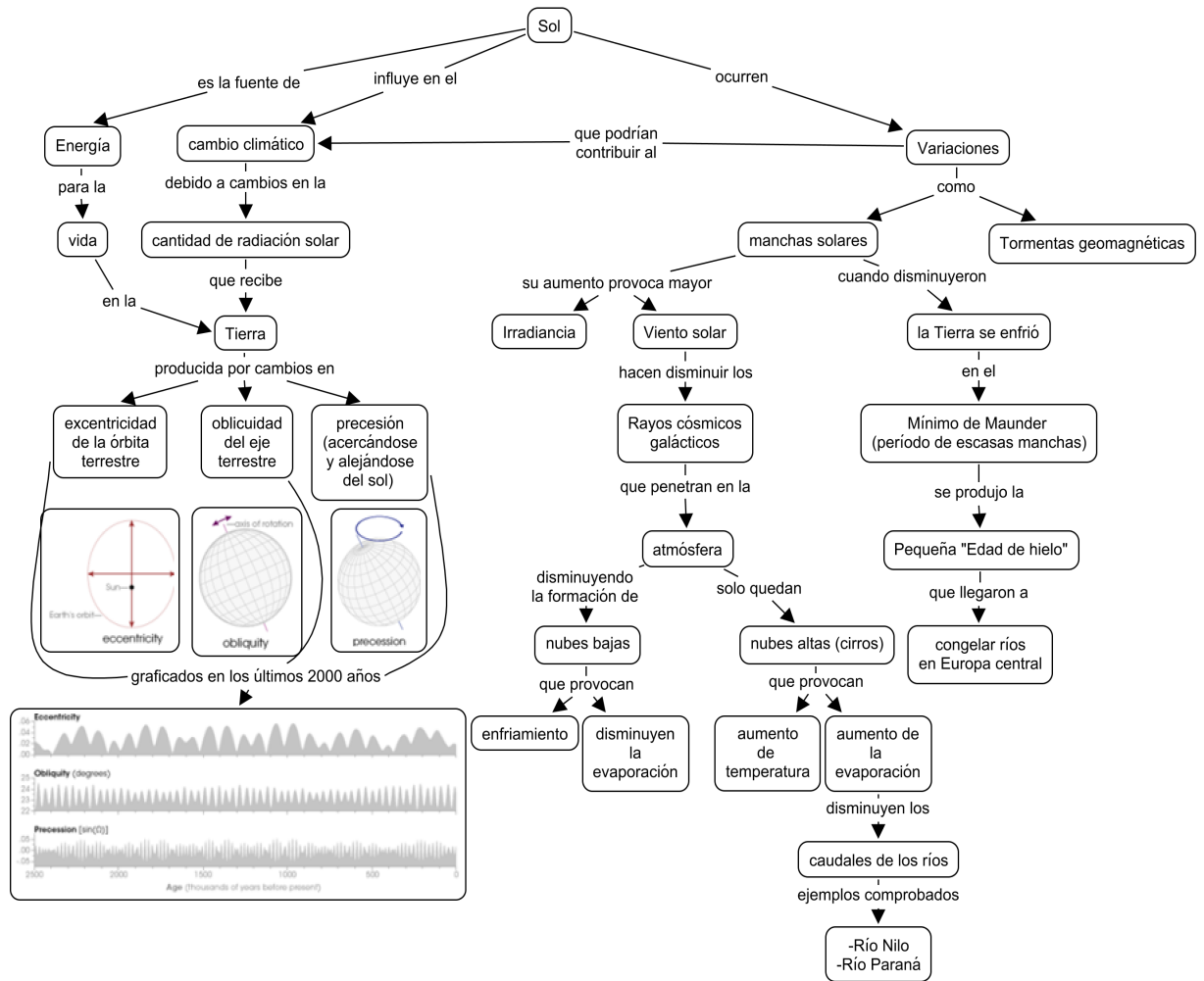


Figura 1. Mapa conceptual la posible influencia del sol en el cambio climático.
(Para facilitar la visualización en ésta publicación se omitieron los links)

Luego, tomaron sus preguntas como pregunta foco y diseñaron la investigación utilizando el diagrama UVE. Dado que era muy complejo para los alumnos realizar un análisis tan detallado del dominio conceptual, éste fue reemplazado por un mapa conceptual como se muestra en la figura 2.

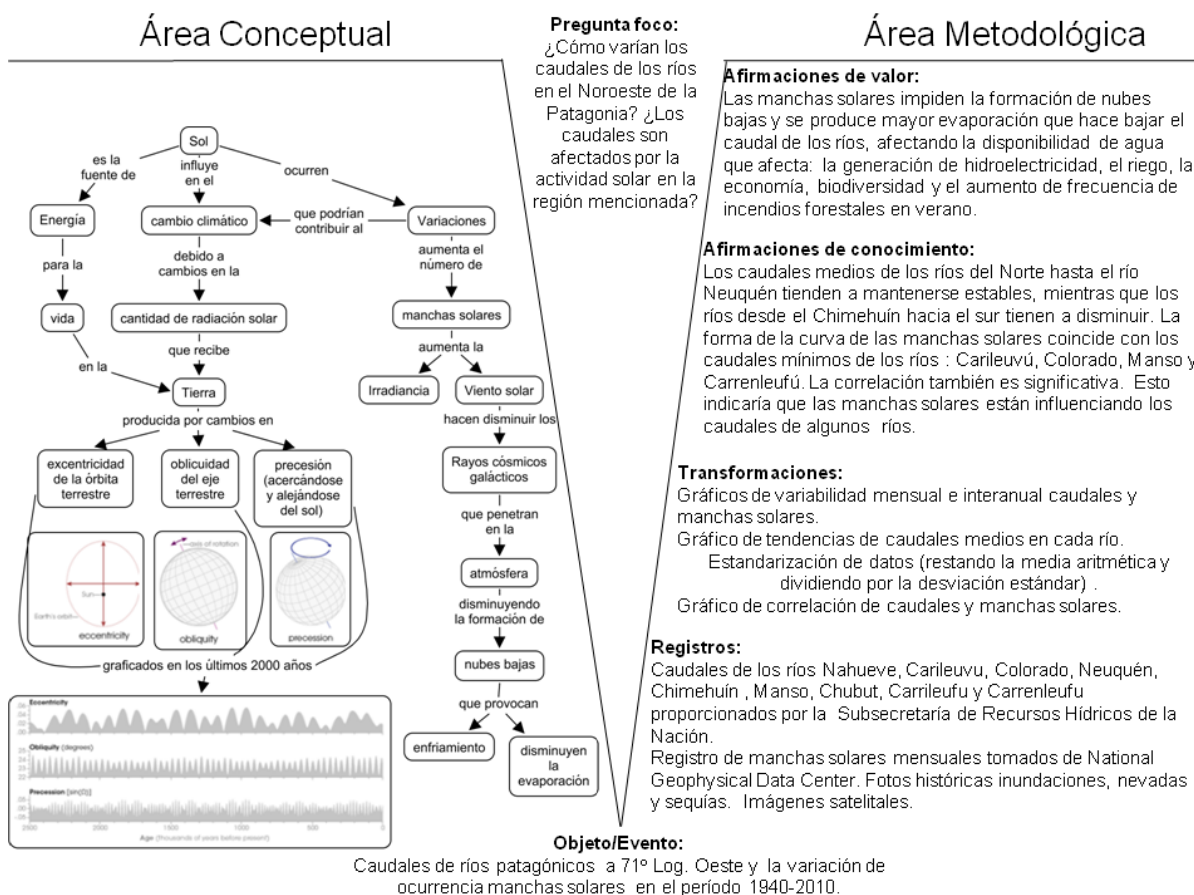


Figura 2. Diagrama UVE de Gowin con los resultados de la investigación realizada por los alumnos.

Tomaron los datos de caudales de los ríos patagónicos en estaciones hidro-meteorológicas localizadas aproximadamente a los 71° de longitud Oeste, casi en las nacientes de los ríos del Norte de la región de Patagonia, en Argentina, proporcionados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación¹. Estos datos abarcan generalmente de la década del cincuenta, aunque algunos son anteriores a ésta, hasta el año 2004.

Los datos de las manchas solares fueron descargados del sitio web de la National Geophysical Data Center²

Para el procesamiento de datos se utilizaron los softwares Excel y Statistica.

Posteriormente, utilizando una wiki en forma colaborativa redactaron el informe de investigación y diseñaron una presentación multimedia para difundir los resultados y generar conciencia en la escuela y en la comunidad. Dado que los ríos patagónicos nacen en zonas húmedas pero luego atraviesan áreas áridas donde son la principal fuente de agua, los alumnos realizaron recomendaciones en cuanto al uso de agua en el verano (que coinciden con los períodos de sequía más críticos) y la prevención de incendios (forestales y de pastizales) debido a la susceptibilidad de la región.

La evaluación consistió en la presentación de la investigación en forma grupal y en una evaluación escrita individual sobre los contenidos desarrollados y las metodologías empleadas para desarrollar la investigación.

¹ <http://www.hidricosargentina.gov.ar/InformacionHidrica.html>

² <http://www.ngdc.noaa.gov/nndc/struts/results?t=102827&s=5&d=8,430,9>

6. Resultados

Por tratarse de una escuela agrotécnica la mayor parte de los contenidos enseñados tienen alguna relación con las variables ambientales y con el clima. El tema de los efectos del cambio climático en la agricultura y en la ganadería es mencionado frecuentemente en varias asignaturas. Muchos de los alumnos provienen de comunidades rurales pobres, que en su mayoría viven en ambientes de la estepa patagónica donde se está acentuando la sequía y la erosión. Según los pronósticos de cambio climático para la región del Nor-Oeste de Patagonia, en Argentina, las temperaturas tienen tendencia a aumentar y las precipitaciones a disminuir. (Srur et al., 2008). Este contexto genera mayor interés por parte del alumnado en el tema y en la investigación realizada, ya que se trata de una problemática global que los afecta localmente.

Los mapas conceptuales fueron muy útiles a la hora de recopilar la información. La posibilidad de asociar recursos que ofrece el software CmapTools facilitó la tarea de interpretación y de consulta de la información al momento de redactar el informe de investigación. Esta facilidad fue señalada por el total de los alumnos. La UVE les fue muy útil para diseñar y desarrollar la investigación (Novo et al., 2010). El uso de la estadística les permitió visualizar la fortaleza de algunos datos como la debilidad de otros y discernir sobre el tipo de conclusiones que pueden surgir del tratamiento estadístico. Los resultados dudosos o débiles los hacían pensar en que quizás estaba influyendo más de una variable además del sol.

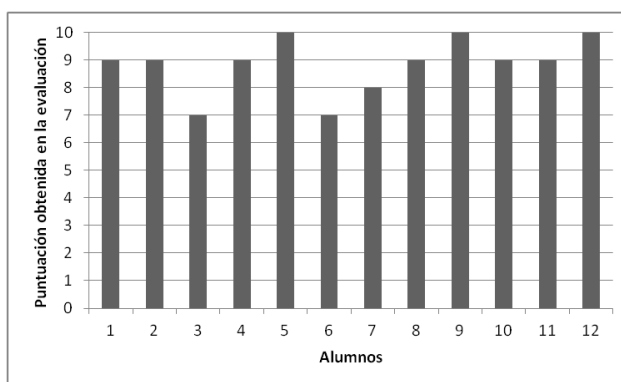


Figura 3. Puntuación obtenida por los alumnos en la evaluación final.

El aprendizaje se reflejó en sus notas individuales. La totalidad de los alumnos aprobaron (el 77% aprobó con 8, 9 y 10, el 23% aprobó con 7 y nadie desaprobó). En la entrevista realizada todos expresaron que las mediciones ambientales los hicieron tomar conciencia sobre la influencia ambiental de sus estilos de vida y sobre cada una de las prácticas productivas que realizan. (Novo et al., 2010; Grumbine, 2010) El trabajo colaborativo los ayuda a analizar el mismo problema en diferentes sitios y también señalaron la importancia de aprender diferentes formas de resolverlos. El 40% de éstos alumnos ha participado presentando proyectos en convocatorias ambientales.

El trabajo colaborativo es considerado por la totalidad de los alumnos como muy positivo, pero el 80% señalan que el uso de la wiki para redactar el informe de investigación les resultó muy difícil ya que era la primera vez que trabajaban en una wiki. Les resultó difícil modificar lo redactado por otros compañeros.

Esta investigación fue presentada en la escuela, invitando a diferentes actores del ámbito local relacionados con la problemática. También fue expuesta en las III Jornadas Interdisciplinarias de Cambio Climático de la Universidad de Buenos Aires (PIUBACC) - 10 y 11 de noviembre de 2011 en la Universidad de Buenos Aires. También obtuvo la 2º mención del concurso de AIC 2011 "El agua en la región del Comahue" y el 3º Premio en el concurso de AIDIS Argentina 2012 "Premio Argentino Juniors del Agua.

7. Conclusiones

Los programas colaborativos internacionales brindan un buen marco para la investigación, además de generar interés en los alumnos por la problemática ambiental a partir del monitoreo. Si además de realizar mediciones los alumnos logran realizar una investigación ya sea con sus propios datos o

con datos de otros, enriquece aún más los aprendizajes a la vez que desmitifica la labor de la ciencia como algo inalcanzable. La investigación también les permite contextualizar los datos obtenidos, cotejarlos con otros y comprobar la fortaleza de los mismos a la hora de extraer conclusiones.

Tanto las herramientas metacognitivas y como las TIC ayudan mucho a la comprensión de los conceptos, son fáciles de manejar por los alumnos y muy útiles para procesar la información, diseñar y realizar una investigación. Trabajar colaborativamente los ayuda a consensuar ideas y a trabajar en equipo. La presentación en público genera mayor compromiso con el ambiente a la vez que aprenden a expresarse técnicamente.

8. Referencias

- Ausubel, D.P. "Educational Psychology, a cognitive view". (Holt, Rinehart and Wiston, New York, 1968).
- Ausubel, D., Novak, J.D., & Hanesian, H. "Educational Psychology, a cognitive view". 2nd Edition (Holt, Rinehart and Wiston, New York, 1978).
- Ahlberg, M., Äänismaa, P. & Dillon, C. (2005). Education for Sustainable Living: Integrating theory, practice, design, and development. *Scandinavian Journal of Educational Research*. 49(2), 167–186.
- Cañas A. & Novak, J. (2008). Concept Mapping Using Cmap Tools to Enhance Meaningful Learning. In A. Okada, S. B. Shum & T. Sherborne (Eds.), *Knowledge Cartography* (pp. 25-46). Springer London.
- Cañas, A., Carff, R., Hill, G., Carvalho, M., Arguedas, M., Eskridge, T., Lott, J., & Carvajal, R. (2005). Concept Maps: Integrating Knowledge and Information Visualization. In S. Tergan & T. Keller (Eds.), *Knowledge and Information Visualization* (pp. 181-184). Springer Berlin/Heidelberg.
- Executive Office of the President (EOP). (2010). *A Review Of Global Learning & Observations To Benefit The Environment (GLOBE)*. Executive Office Of The President.
- Gowin, D.B. (1981) "Educating". Cornell University Press, Ithaca, New York
- Grumbine, R. (2010). Using Data-Collection Activities to Enrich Science Courses. *The American Biology Teacher*, 72(6) 369-372.
- Howland, D. & Becker, M. L. (2002). GLOBE: The Science behind Launching an International Environmental Education Program. *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 199-210.
- Kaivola, T. & Åhlberg, M. (2007). Theoretical underpinnings of education for sustainable development. In Kaivola, T. & Rohweder, L. (Eds.) *Towards sustainable development in higher education - reflections*. Helsinki: Ministry of Education. Department of Education and Science, 42-48.
- Mayadas, A. F. Bourne, J. & Bacsich, P. (2009). Online Education Today. *Science, New Series*, 323(5910), 85-89.
- Mintzes, J., Wandersee J. & Novak, J. (2001). Assessing understanding in biology. *Journal Of Biological Education*, 35(3), 118-124.
- Moreira, M. A. (2010). *V diagrams and meaningful learning*. Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre, Brasil.
- Novak J. D. & Gowin D. B. (1985). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Novo, M. Murga-Menoyo, M. & Bautista-Cerro, M. (2010). Educational advances and trends for sustainable development: a research project on educational innovation. *Journal Of Baltic Science Education*, 9(4), 302-314.
- Srur, A. M., Villalba, R.; Villagra, P. E. y Hertel, D. (2008). Influencias de las variaciones en el clima y en la concentración de CO₂ sobre el crecimiento de *Nothofagus pumilio* en la Patagonia. *Rev. chil. hist. nat. [online]*. 81(2) 239-256 [citado 2012-05-06].
- UNESCO (2005). *Draft international implementation scheme for the United Nations Decade of Education for Sustainable Development*. Executive Board version. UNESCO, Paris.
- Vanhanen, M. (2003). ENO-Environment Online. Connect: *UNESCO International Science, Technology & Environmental Education Newsletter* 28(2) 20.
- WCED (1987). *Our common future*. Oxford University Press, Oxford.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la escuela por permitir realizar una innovación en la enseñanza, a los alumnos y a los colegas que realizan monitoreos ambientales. Además agradecen a María Marta Daneri, Albert Ortiz y Teresa Kennedy del Programa GLOBE y a Mika Vanhanen del Programa ENO (Environment On Line).