



Para citar este artículo, le recomendamos el siguiente formato:

Torres, S. R. (2008). Evaluación de cambios cognitivos de conceptos de Ecología, en estudiantes de nivel secundaria en México. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (2). Consultado el día de mes de año en: <http://redie.uabc.mx/vol10no2/contenido-torresochoa.html>

Revista Electrónica de Investigación Educativa

Vol. 10, No. 2, 2008

Evaluación de cambios cognitivos de conceptos de Ecología, en estudiantes de nivel secundaria en México

Assessment of Cognitive Changes of Ecology Concepts in High School Students in Mexico

Sergio Rodolfo Torres Ochoa

storres@zeus.umich.mx

Centro de Didáctica y Comunicación Educativa
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Edificio M, PA, Ciudad Universitaria s/n
58040 Morelia, Michoacán

(Recibido: 14 de marzo de 2007; aceptado para su publicación: 15 de julio de 2008)

Resumen

Este es un estudio realizado en una muestra aleatoria de estudiantes del nivel secundaria (educación básica), en escuelas, tanto urbanas como rurales, del sector público del estado de Michoacán, México. Se valoraron cambios cognitivos significativos de conceptos fundamentales de ecología, entre inicio y el final del ciclo escolar, en los tres grados que ocupa este nivel. Para el efecto, se utilizó un conjunto de seis conceptos fundamentales y cuatro complementarios, con los cuales se construyó un esquema conceptual base. A partir de este esquema, se diseñó y aplicó un instrumento de

evaluación conceptual que contó con 23 reactivos cerrados. Los resultados generales señalan que no hay diferencia estadísticamente significativa entre el inicio y el final del ciclo escolar, en cuanto a los principales conceptos de ecología y otros afines evaluados. El estudio incluyó una fase interpretativa basada en mapas conceptuales, cuyos resultados no se incluyen en este artículo.

Palabras clave: Formación de conceptos, ecología, procesos cognitivos, enseñanza de las ciencias, conceptos científicos.

Abstract

This study was made from a random sample of students of secondary school (basic education), in urban and rural schools of the public sector of the state of Michoacán, Mexico. Significant cognitive changes of basic concepts of Ecology, during the whole academic year were assessed in each one of the three grades which conform this level of education. For such purpose, a group of six fundamental and four complementary concepts was used with which a core concept diagram was elaborated. From this diagram, a 23 task questionnaire was designed and applied as conceptual assessment instrument. The general results show that there are no significant differences, statistically speaking, between the beginning and the end of the academic year, regarding the principal Ecology concepts and other related concepts that were assessed as well. This study included an interpretative phase based in conceptual maps, which results are not included in this article.

Key words: Concept formation, ecology, cognitive processes, science education, scientific concepts.

Introducción

Los resultados aquí expuestos forman parte del estudio financiado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), México: SEPSEBYN-CONACYT-2003-C01-2.

Actualmente, se considera una sociedad bien educada aquella que tiene un manejo conceptual básico de Ecología. Un alfabetismo ecológico es ya una tarea reconocida por todo sector social y se admite como una masa crítica intelectual que permite tomar conciencia del deterioro ecológico, bajo rasgos de actividad humana que se reconoce públicamente como contaminación del ambiente.

En este sentido, la escuela juega, dentro de la perspectiva de educación básica ecológica, un papel de primer orden y la asimilación de conceptos básicos de Ecología dentro del ámbito de la educación formal escolarizada, es una función prioritaria. Adquiere especial relevancia cuando se trata de niveles de educación básica. Desde el punto de vista cognitivo, la adolescencia es un momento de maduración intelectual donde la escuela o cualquier otro mecanismo educativo, tiene un poder de influencia considerable con otros niveles educativos.

La educación secundaria en México ocupa su atención escolar en niños de entre 12 y 15 años, en la franja de ese período del desarrollo humano señalado como adolescencia, cuando los procesos neuronales están en vías de fijación fisiológica, lo cual otorga amplias posibilidades de reformulación de aprendizajes. Es aquí donde los mecanismos de intervención docente son determinantes para el futuro de estos adolescentes. Aprovechar esta circunstancia biosocial para lograr aprendizaje científico, es un reto que no puede ser despreciado pedagógicamente. Particularmente el alfabetismo ecológico, cuya función cognoscitiva básica resulta de carácter estratégico para toda sociedad, presenta condiciones favorables para la intervención docente.

La organización conceptual del aprendizaje de conocimiento formal (Campos y Gaspar, 1996a, 1996b), se analizó en estudios comparativos entre generaciones escolares (Alucema, 1996; Campos, Sánchez y Gaspar y Paz, 1999; Cortés, 2000), que mostraron las dificultades de asimilación conceptual en el nivel de profundidad y de integración. Sobre la base de la teoría sociocultural, se explotaron aspectos curriculares, como la relación entre investigación y docencia, y la integración entre disciplina y profesión (Campos, Gaspar y Alucema, 2000). Por otro lado, investigaciones recientes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la biología, revelaron persistentes dificultades en los estudiantes para comprender los conceptos fundamentales micro y macrocontextuales, relacionados con la evolución biológica (Alucema, 2001). En ese sentido, se enfatizan las categorías de organización conceptual del conocimiento (Ausubel, 1973) y de construcción categorial (Neisser, 1989).

I. Marco teórico

1.1 Cognición

La evaluación cognitiva es un proceso complejo, incluso desde el punto de vista epistemológico, pues aún no están resueltas las innumerables categorías que en ella interviene. Es un asunto donde adquieren especial importancia la psicología, las neurociencias y los referentes socio-culturales; donde la lingüística y la semiótica son relevantes.

Las recientes posturas cognitivistas, conscientes de sus limitaciones teóricas y prácticas, recurren a reconciliaciones epistémicas donde se consideran los aportes de la sociobiología, la recuperación de los planteamientos piagetianos de la biología del desarrollo y las tendencias conexionistas. Estas últimas se refieren a la relación de la arquitectura de la cognición con unidades múltiples de redes neuronales interconectadas, que modulan tanto el pensamiento como la memoria (Best, 2002). Si un concepto es, por definición, una abstracción, entre más abstracto es, menos componentes sensoriales tiene y más elementos de tipo verbal, pues los conceptos son construidos por la sociedad a través, sobre todo, de definiciones verbales (Alcaraz, 2001).

1.2 La escuela secundaria en México

Después de la modificación del artículo tercero de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en 1993, el Programa de Modernización Educativa considera a la primaria y secundaria integradas en un solo nivel de educación básica, obligatorio de nueve grados (seis para primaria y tres para secundaria) (Sandoval, 2001).

La secundaria en México, es parte de un ciclo básico de formación escolarizada obligatoria con período de tres años distribuidos en niveles anuales, que ocupan un solo turno: vespertino o matutino. Los estudiantes, adolescentes de entre 12 y 15 años de edad, asisten al plantel durante seis y media horas al día durante los cinco días hábiles de la semana. En promedio, los estudiantes están en el plantel, alrededor de 220 días al año. Así, cada plantel procura el cumplimiento curricular oficial.

Las escuelas difieren en su capacidad para compensar el efecto del origen social, del género o de los antecedentes académicos del alumno (Cervini, 2005), circunstancia escolar que forma parte de los estudiantes de este análisis. Es interesante lo encontrado en un estudio de la escuela secundaria en México: las asignaturas que los alumnos de secundaria prefieren, son aquellas que prioritariamente implican desafíos intelectuales, a decir de ellos, Matemáticas, Física, Química y Biología (Lozano, 2005).

1.3 Ciencia y educación

Hoy en día no se cuestiona el hecho de que toda educación formal está, de una manera u otra, identificada con la ciencia o el quehacer científico y tecnológico. Dado que esto se acepta en todo nivel escolar, es necesaria una primigenia alfabetización científica con diversos niveles de origen, según la tendencia teórico-pedagógica correspondiente. Independientemente de ello, resulta apropiado señalar que, en términos cognitivos, una alfabetización integradora y significativa encuentra sustento práctico en momentos de maduración del aprendizaje, es decir, cuando el sujeto se involucra crecientemente con el desarrollo de habilidades cognitivas –intelectuales- con ascendente grado de abstracción. La adolescencia es un momento culminante de maduración cognitiva, y por ello es propio pensar que la consolidación de un pensamiento científico, cuyas bases formales son de orden conceptual, pueda fincarse en este período.

Sin embargo, no basta con llevar la ciencia a la escuela, el traslado automático del conocimiento científico a la población escolarizada no necesariamente es un factor de apoyo a la cultura científica. Por otro lado, en la escuela hay tendencias a magnificar lo que ofrece la ciencia, por ejemplo la promesa implícita de alcanzar la capacidad de actuar y pensar como los científicos, después de un proceso relativamente largo de formación. Ocurre frecuentemente que esta promesa del futuro se incumple incluso para egresados de universidades. No hay garantía para acceder a la ciencia y entenderla, de ese modo la ciencia escolar,

paradójicamente, acaba siendo enemiga de la propia ciencia (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

1.4 Ecología y educación

La base del acercamiento al problema conceptual de Ecología está en que “un sistema conceptual, ya sea tácito o formal (científico), es un patrón temático de relaciones semánticas que contiene una variedad de unidades estructurales, incluidos los conceptos y las relaciones lógicas que los conectan” (Campos y Gaspar, 1996b: 56-57).

Hablar de Ecología comúnmente se refiere a medio ambiente, desarrollo sustentable, ecodesarrollo y subcategorías asociadas como contaminación, degradación del ambiente, deterioro ambiental, cambio climático y un largo etcétera. No es sencillo, ni para la ciencia misma, deslindar epistemológicamente estos campos de la ciencia y de lo social (Nebel y Wright, 1999; Leff, 2000; Provencio y Carabias, 2001; Delgado, 2004).

La Ecología, concretamente, es la ciencia que se ocupa del estudio de los ecosistemas (ningún organismo sobrevive fuera de su ambiente o sin relacionarse con otras especies) (Nebel y Wright, 1999 Arana, 2004; Turk, Turk y Wittes, 2004; Vázquez, 2004). En cuanto a la mayoría de los problemas ambientales, éstos “...se caracterizan por un estado fluido e incompleto de conocimiento científico, acompañado por cuestiones impredecibles, inherentes a los sistemas complejos” (Funtowicz y De Marchi, 2000, p. 69).

II. Metodología

El proceso metodológico que se utilizó en este estudio, se basó en los planteamientos teóricos del cognitivismo. La delimitación del problema consideró las características epistemológicas propias de la ciencia ecológica, para lo cual se procedió a revisar la literatura correspondiente, para catalogar, descifrar y precisar aquellos conceptos calificados como fundamentales. En una encuesta aplicada a connotados ecólogos de todo el mundo, se llegó a la conclusión de que son seis los conceptos de esta ciencia (Burns, 1992). Estos seis conceptos y los principios científicos que les sustentan aparecen en el esquema conceptual de la Figura 1 y en la Tabla I. Fue necesario considerar otros conceptos complementarios que también aparecen en el esquema.

Para diseñar y elaborar el instrumento de evaluación cognitiva, se procedió a la delimitación conceptual básica de la Ecología. Después de revisar literatura especializada, se encontró un conjunto de conceptos fundamentales para la comprensión de la Ecología, a partir de una encuesta realizada a la comunidad científica mundial dedicada a la Ecología. De este conjunto conceptual, seis conceptos son los más recurrentes y, por ende, con toda probabilidad los más importantes (Burns, 1992). Hay polémica indudablemente a raíz de esta conclusión delimitante (Scheiner, Hudson y VanderMeulen, 1993); sin embargo,

como recurso epistemológico para la definición conceptual de la Ecología, resulta altamente significativo en términos educativos. El carácter básico de estos seis conceptos se ve sustentado en su relación con principios científicos. En los recuadros de la Tabla I aparecen los seis principios y su asociación con aquellos seis conceptos considerados consensualmente, fundamentales.

Tabla I. Ecosistema: un concepto fuerte y paradigma para la Ecología

Principios de la ecología	
1. Poblaciones	
2. Crecimiento (desarrollo)	
3. Competencia intraespecífica	
4. Competencia interespecífica	
5. Depredación	
6. Segunda ley de la termodinámica	
Concepto fundamental	Principio asociado
a. Sucesión	Crecimiento
b. Flujo de energía	Segunda ley termodinámica
c. Conservación de recursos	Depredación
d. Competencia	Intra e interespecífica
e. Nicho	Población
f. Ecosistema	Ecosistema

Elaborada a partir de: Burns (1992, p. 40)

El esquema conceptual base fue elaborado de acuerdo con estos seis conceptos fundamentales. Con la intención de dar congruencia interpretativa e integralidad comprensiva a la figura, se incluyeron tres conceptos catalogados como adicionales o complementarios, sin los cuales, desde el punto de vista pedagógico, resultaría de extrema dificultad la intervención docente para clarificar integralmente la concepción de Ecología. Los tres conceptos son: *organismos*, *distribución* y *hábitat*. Como concepto social, por el contenido político e ideológico que implica, se incluyó el concepto indisoluble del discurso ecológico: *ambiente*, que tiene más ligas con lo social que con lo biológico. Finalmente, se incluyeron trece reactivos (conceptos) que se relacionan epistemológicamente con los seis fundamentales o los cuatro complementarios. Los resultados se exponen en las Tablas II, III, IV y V.

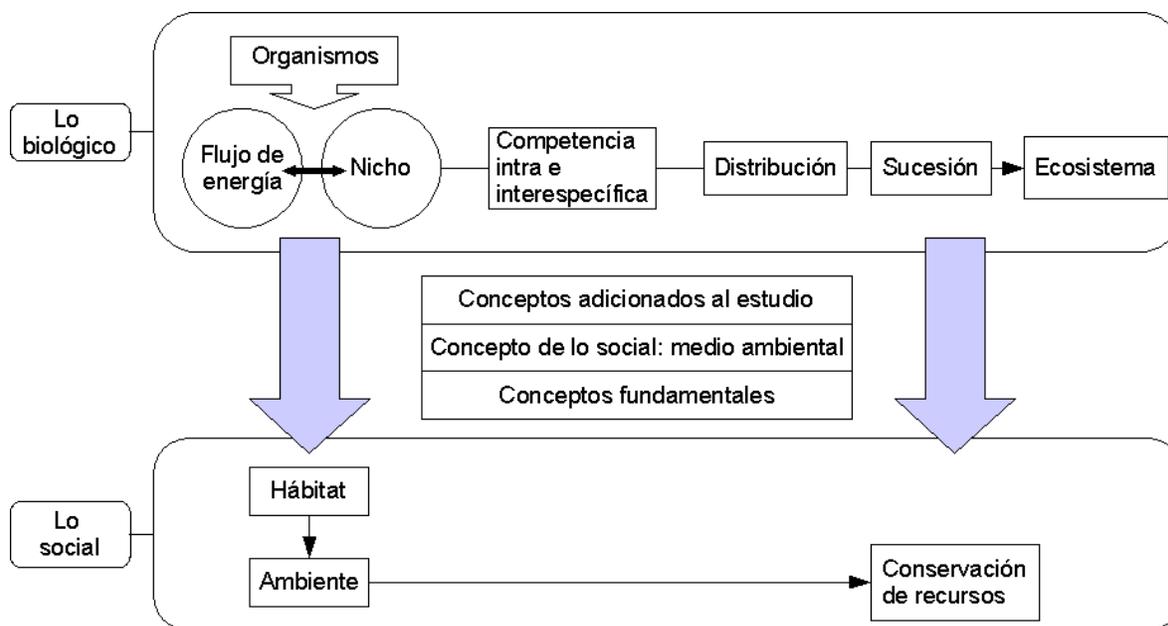


Figura 1. Esquema conceptual básico utilizado para el estudio

Se encuestaron alumnos de 21 escuelas, entre urbanas y rurales. En cada una se seleccionó al azar, un grupo de cinco alumnos de cada grado, para hacer un total de 15 por plantel. De esa forma, fue posible obtener, tanto en pre-prueba como en post-prueba, un total de 315 instrumentos aplicados por vez (630 pruebas en total). En el procesamiento de datos fue necesario eliminar varios casos entre pre-prueba y post-prueba, por no estar contestados adecuadamente. El tamiz que permitió tener un igual número de pre-pruebas y post-pruebas, dejó el número de la muestra en 312 por vez (623 instrumentos evaluados en total).

Con el conjunto de instrumentos evaluados, se procedió a vaciar los datos cuantitativos en hoja Excel, donde se consignaron las calificaciones incorrectas con valor de -0.5; las correctas con valor 1; y *no recuerdo*, con valor 0. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante la utilización de la prueba de distribución t de Student, para cada reactivo (concepto), y se consideró el promedio de respuesta de los 312 estudiantes de la muestra final. Es decir, se realizaron 23 pruebas de t de Student para el total de la muestra. Después, se repitió el procedimiento, separando la muestra en tres submuestras correspondientes a cada grado escolar.

III. Discusión y conclusiones

La interpretación y análisis de resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, permite valorar, desde el punto de vista cognitivo, una aproximación a la asimilación conceptual de la ciencia ecológica, por parte de los estudiantes estudiados.

El conjunto de 23 reactivos referidos a conceptos de Ecología que este estudio incorporó en el instrumento de evaluación cognitiva, evidenció nula asimilación cognitiva durante los tres años de la educación secundaria.

Cuando se aplicó el análisis de evaluación cuantitativo diferenciado, donde se separa a la muestra en submuestras de primero, segundo y tercer años, los resultados fueron similares. La excepción se encontró en el primer año, ya que en tres reactivos se encontró diferencia estadística significativa: *factores bióticos*, *productores* y *organismo*. En estos tres casos, para primer año (submuestra aleatoria de 106 estudiantes en pre-prueba y 106 estudiantes en post-prueba; 212 estudiantes en total), la prueba de *t* de *Student* rechazó significativamente las correspondientes hipótesis nulas.

El reactivo relativo al concepto *factores bióticos*, se caracterizó en este estudio como de nivel cognitivo ejemplificativo. Epistemológicamente, se catalogó este concepto como relacionado con el concepto fundamental *ecosistema*.

El reactivo *productores* se categorizó también en el nivel cognitivo ejemplificativo. Epistemológicamente, se relacionó con el concepto complementario *hábitat*.

Relacionados estos tres reactivos con los principios que sustentan teóricamente toda concepción ecológica, *factores bióticos* está relacionado directamente con *ecosistema*, que contiene su propio principio, ya que es un concepto y un principio autónomo de la propia Ecología. Desde el punto de vista epistemológico, *factores bióticos* resulta ser un ramal imprescindible de cualquier esquema conceptual que se elabore sobre Ecología. En términos de nivel cognitivo, su carácter ejemplificativo lo ubica como subsidiario de algún otro que tenga carácter explicativo. Esto es, el manejo de ejemplos conceptuales implica relaciones obligadas con alguno o algunos conceptos de carácter explicativo.

Productores es un reactivo relacionado directamente con el concepto complementario *hábitat*. Lo anterior significa que, para otorgarle importancia cognitiva, es necesario relacionar *hábitat* con por lo menos dos conceptos fundamentales: *nicho* y *ecosistema*. El primero de ellos se funda sobre el principio *población* y el segundo, como ya se apuntó arriba, se sustenta en él mismo como principio.

Organismo, por su parte, es un reactivo categorizado como explicativo, requerido para la comprensión cabal de *sucesión*, *competencia* y *flujo de energía*. Estos tres conceptos fundamentales, a su vez, están asociados directamente con los principios *crecimiento*, *lo intra* y *lo interespecífico* y *la segunda ley de la*

termodinámica (entropía). Lo relevante del concepto *organismos* es que, además de su importancia como objeto de estudio de la Biología, tiene como subsidiarios a los tres conceptos fundamentales con los que se relaciona directamente. Lo anterior tiene significancia cognitiva porque es necesario un conocimiento previo sobre *organismos* para introducir conocimiento posterior de mayor especificidad sobre Ecología: *sucesión, competencia y flujo de energía*. Su categoría de concepto explicativo también le otorga cualidades pedagógicas para su tratamiento curricular como antecedente fundamental para la comprensión cabal de un cuerpo teórico crítico de la ciencia ecológica.

Tabla II. Prueba de distribución de *t* de Student, diferencial entre pre-prueba y post-prueba, en muestra total de 312 estudiantes de secundaria del estado de Michoacán

Concepto	Promedio pre-prueba	Promedio post-prueba	Diferencia de promedios	<i>t</i> de Student	Interpretación
Ecología	0.504	0.384	0.120	2.064	Se acepta Ho
Medio ambiente	0.483	0.453	0.030	.531	Se acepta Ho
Recursos naturales	0.272	0.25	0.022	.396	Se acepta Ho
Conservación de recursos	0.384	0.349	0.035	.584	Se acepta Ho
Nicho	0.033	-0.009	0.043	.853	Se acepta Ho
Comunidad	0.847	0.826	0.020	.554	Se acepta Ho
Ecosistema	-0.230	-0.179	-0.051	-1.066	Se acepta Ho
Biosfera	0.535	0.333	0.201	3.855	Error (sesgo)
Factores bióticos	0.535	0.626	-0.091	-1.782	Se acepta Ho
Factores abióticos	0.639	0.592	0.046	.923	Se acepta Ho
Flujo de energía	0.227	0.280	-0.052	-1.020	Se acepta Ho
Biodiversidad	0.512	0.626	-0.113	-2.154	Se acepta Ho
Sucesión	0.254	0.310	-0.056	-0.981	Se acepta Ho
Cadena trófica	0.338	0.304	0.033	0.563	Se acepta Ho
Productores	0.024	0.096	-0.072	-1.239	Se acepta Ho
Consumidores	0.549	0.488	0.060	1.076	Se acepta Ho
Competencia interespecífica	0.440	0.479	-0.038	-0.691	Se acepta Ho
Competencia intraespecífica	0.246	0.211	0.035	0.581	Se acepta Ho
Contaminación	0.333	0.363	-0.030	-0.519	Se acepta Ho
Equilibrio-desequilibrio	0.669	0.677	-0.008	-0.168	Se acepta Ho
Hábitat	0.716	0.721	-0.004	-0.105	Se acepta Ho
Organismos	0.596	0.703	-0.107	-2.266	Se acepta Ho
Distribución de población	0.602	0.604	-0.001	-0.031	Se acepta Ho

$p = 0.01$ Ho = Hipótesis nula

Tabla III. Prueba de distribución de *t* de *Student*, diferencial entre pre-prueba y post-prueba, en muestra de 106 estudiantes del primer año de secundaria del estado de Michoacán

Concepto	Promedio pre- prueba	Promedio post- prueba	Diferencia de promedios	<i>t</i> de <i>Student</i>	Interpretación
Ecología	0.415	0.410	0.004	.044	Se acepta Ho
Medio ambiente	0.382	0.457	-0.075	-0.72	Se acepta Ho
Recursos naturales	0.231	0.216	0.014	0.147	Se acepta Ho
Conservación de recursos	0.358	0.25	0.108	1.036	Se acepta Ho
Nicho	0.037	-0.160	0.198	2.265	Se acepta Ho
Comunidad	0.811	0.811	0	0	Se acepta Ho
Ecosistema	-0.287	-0.188	-0.099	-1.24	Se acepta Ho
Biosfera	0.599	0.311	0.287	3.203	Se acepta Ho
Factores bióticos	0.353	0.683	-0.330	-3.75	Se rechaza Ho
Factores abióticos	0.575	0.580	-0.004	-0.05	Se acepta Ho
Flujo de energía	0.169	0.160	0.009	0.106	Se acepta Ho
Biodiversidad	0.448	0.495	-0.047	-0.49	Se acepta Ho
Sucesión	0.311	0.334	-0.023	-0.24	Se acepta Ho
Cadena trófica	0.301	0.297	0.004	0.041	Se acepta Ho
Productores	-0.099	0.240	-0.339	-3.55	Se rechaza Ho
Consumidores	0.481	0.410	0.070	0.728	Se acepta Ho
Competencia interespecífica	0.471	0.514	-0.042	-0.43	Se acepta Ho
Competencia intraespecífica	0.25	0.254	-0.004	-0.05	Se acepta Ho
Contaminación	0.141	0.287	-0.146	-1.51	Se acepta Ho
Equilibrio-desequilibrio	0.650	0.731	-0.080	-0.97	Se acepta Ho
Hábitat	0.617	0.745	-0.127	-1.56	Se acepta Ho
Organismos	0.363	0.740	-0.377	-4.86	Se rechaza Ho
Distribución de población	0.523	0.561	-0.037	-0.44	Se acepta Ho

p = 0.01

Ho = Hipótesis nula

Tabla IV. Prueba de distribución de *t* de Student, diferencial entre pre-prueba y post-prueba, en muestra total de 100 estudiantes de segundo año de secundaria del estado de Michoacán

Concepto	Promedio pre- prueba	Promedio post- prueba	Diferencia de promedios	<i>t</i> de Student	Interpretación
Ecología	0.545	0.335	0.21	1.976	Se acepta Ho
Medio ambiente	0.4	0.43	-0.03	-0.28	Se acepta Ho
Recursos naturales	0.185	0.34	-0.155	-1.6	Se acepta Ho
Conservación de recursos	0.28	0.435	-0.155	-1.55	Se acepta Ho
Nicho	0.07	0.105	-0.035	-0.37	Se acepta Ho
Comunidad	0.87	0.84	0.03	0.473	Se acepta Ho
Ecosistema	-0.225	-0.24	0.015	0.18	Se acepta Ho
Biosfera	0.525	0.365	0.16	1,818	Se acepta Ho
Factor biótico	0.585	0.495	0.09	0.921	Se acepta Ho
Factor abiótico	0.665	0.64	0.025	0.282	Se acepta Ho
Flujo de energía	0.32	0.27	0.05	0.553	Se acepta Ho
Biodiversidad	0.5	0.64	-0.14	-1.54	Se acepta Ho
Sucesión	0.295	0.37	-0.075	-0.77	Se acepta Ho
Cadena trófica	0.37	0.275	0.095	1.015	Se acepta Ho
Productor	0.07	0	0.07	0.67	Se acepta Ho
Consumidor	0.535	0.525	0.01	0.095	Se acepta Ho
Competencia interespecífica	0.38	0.4	-0.02	-0.71	Se acepta Ho
Competencia intraespecífica	0.305	0.18	0.125	1,166	Se acepta Ho
Contaminación	0.32	0.355	-0.035	-0.32	Se acepta Ho
Equilibrio-desequilibrio	0.72	0.64	0.08	0.954	Se acepta Ho
Hábitat	0.77	0.625	0.145	1.684	Se acepta Ho
Organismo	0.695	0.695	0	0	Se acepta Ho
Distribución de población	0.545	0.575	-0.03	-0.31	Se acepta Ho

$p = 0.01$ $H_0 =$ Hipótesis nula

Tabla V. Prueba de distribución de *t* de Student, diferencial entre pre-prueba y post-prueba, en muestra total de 104 estudiantes de tercer año de secundaria del estado de Michoacán

Concepto	Promedio pre-prueba	Promedio post-prueba	Diferencia de promedios	<i>t</i> de Student	Interpretación
Ecología	0.548	-0.105	0.653	6.908	Error (sesgo)
Medio ambiente	0.673	0.461	0.211	2.518	Error (sesgo)
Recursos naturales	0.399	0.182	0.216	2.166	Se acepta Ho
Conservación de recursos	0.5	0.355	0.144	1.316	Se acepta Ho
Nicho	-0.009	0.043	-0.052	-0.64	Se acepta Ho
Comunidad	0.889	0.826	0.062	0.978	Se acepta Ho
Ecosistema	-0.173	-0.134	-0.038	-0.44	Se acepta Ho
Biosfera	0.471	0.341	0.129	1.368	Se acepta Ho
Factor biótico	0.663	0.687	-0.024	-0.31	Se acepta Ho
Factor abiótico	0.687	0.552	0.134	1.579	Se acepta Ho
Flujo de energía	0.197	0.399	-0.201	-2.24	Se acepta Ho
Biodiversidad	0.581	0.740	-0.158	-1.77	Se acepta Ho
Sucesión	0.144	0.245	-0.100	-0.98	Se acepta Ho
Cadena trófica	0.360	0.341	0.019	0.188	Se acepta Ho
Productor	0.115	0.052	0.062	0.618	Se acepta Ho
Consumidor	0.653	0.538	0.115	1.222	Se acepta Ho
Competencia interespecifica	0.456	0.509	-0.052	-0.53	Se acepta Ho
Competencia intraespecifica	0.201	0.211	-0.009	-0.09	Se acepta Ho
Contaminación	0.528	0.447	0.081	0.804	Se acepta Ho
Equilibrio-desequilibrio	0.634	0.682	-0.048	-0.6	Se acepta Ho
Hábitat	0.774	0.783	-0.009	-0.14	Se acepta Ho
Organismo	0.730	0.668	0.062	0.759	Se acepta Ho
Distribución de población	0.745	0.682	0.062	0.776	Se acepta Ho

$p = 0.01$ $H_0 =$ Hipótesis nula

Lo hasta aquí señalado sobre los tres conceptos con evidencia estadística significativa, de asimilación cognitiva en el primer año de la secundaria, puede tener una explicación curricular y de intervención docente. Se observa mayor carga de contenidos con alusiones directas a conceptos ecológicos en los programas oficiales de Biología, Introducción a la Física y a la Química y Geografía, del primer grado, que en el conjunto de asignaturas de los restantes dos grados juntos: Biología, Química, Física, Geografía e Historia. La relación de contenidos referidos a Ecología en los principales libros de texto localizables y que se utilizan en la educación secundaria en Michoacán, apoyan esta tendencia.

La poca evidencia de cambios conceptuales significativos en estudiantes de secundaria del primer grado de secundaria en el estado de Michoacán, en cuanto a conceptos de Ecología, tiene una explicación curricular que se manifiesta en la aparición textual de estos conceptos en la estructura de contenidos de programas de algunas asignaturas, particularmente Biología, que posee todo un apartado dedicado a Ecología. Esto no ocurre en el segundo y tercer grados.

Una conclusión al respecto es que desde el punto de vista cognitivo, la asimilación de contenidos que se logra al cursar primer grado, queda en franca dilución conceptual durante el segundo y tercer grados. Esto se demuestra cuando las submuestras de 100 y 104, de estudiantes de segundo y tercer grado, respectivamente, no mostraron diferencia estadística significativa entre aplicación de pre-prueba y post-prueba (inicio de año escolar y fin de año escolar), en ninguno de los 23 reactivos del instrumento y que atañen a los principales conceptos de Ecología que mínimamente un ciudadano formado con visión ecológica debe manejar.

De acuerdo con Burns (1992), cuando dicha formación está sustentada en conocimiento científico, tiende a consolidar conocimientos en el sujeto, cuyas referencias inmediatas del entorno están codificadas por lo que la ciencia ecológica tiene que decir. La base conceptual crítica de esta formación gira entonces alrededor de estos conceptos fundamentales:

- Sucesión.
- Flujo de Energía.
- Conservación de recursos.
- Competencia intraespecífica e interespecífica.
- Nicho.
- Ecosistema.

Evaluar el conocimiento mínimo respaldado conceptualmente por la relación anterior, es conceder la certeza científica de un manejo formal de este conocimiento con respecto a la naturaleza. La capacidad cognitiva es certeza también de intervención y transformación del entorno con responsabilidad racionalizada sobre la explotación de los recursos naturales –renovables y no renovables– que, en términos generales, se conoce como desarrollo sustentable o sostenible.

Sin embargo, una formación escolar con deficiente información conceptual ecológica, no necesariamente genera un panorama contrario al señalado en el párrafo anterior.

Para consulta del instrumento de evaluación cognitiva completo, utilizado en este estudio y obtener el conjunto de resultados (Tablas II-V), favor de acceder a la siguiente página electrónica: www.didactica.umich.mx

Referencias

- Alcaraz, V. M. (2001). Neurofisiología del lenguaje. En V. M., Alcaraz y E. Gumá (Comps.), *Texto de neurociencias cognitivas* (235-279). México: Manual Moderno-Universidad Autónoma de Guadalajara-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alucema, M. A. (1996). Evaluación de las organizaciones conceptuales de estudiantes de biología referidas al concepto de evolución. En M. A. Campos y R. Ruiz (Eds.), *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias* (113-136). México: IIMAS-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alucema, M. A. (2001). Procesos estratégicos en la construcción de contenido lógico-conceptual sobre la teoría evolutiva moderna en el nivel universitario. En M. A. Campos (Coord.), *Construcción de conocimiento y educación virtual* (1-34). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arana, F. (2004). *Ecología para principiantes*. México: Trillas.
- Ausubel, D. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En S. Elam (Comp.), *Educación y estructura del conocimiento* (211-237). Buenos Aires: Ateneo.
- Best, J. B. (2002). *Psicología cognoscitiva*. México: Thomson.
- Burns, T. P. (1992). Ecosystem: a powerful concept and paradigm for ecology. *Bulletin of Ecological Society of America*, 73 (1), 39-43.
- Campos, M. A. y Gaspar, S. (1996a). Las condiciones inmediatas de la construcción del conocimiento: un esquema para el análisis de la interacción en el aula. En M. A. Campos y R. Ruiz (Eds.), *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias* (27-50). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Campos, M. A. y Gaspar S. (1996b). El modelo de análisis proposicional: un método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento. En M. A. Campos y R. Ruiz (Eds.), *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias* (51-92). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Campos, M. A., Gaspar, S. y Alucema, A. (2000). Análisis de discurso de la conceptualización de estudiantes de biología de nivel universitario. *Sociotam: Revista Interdisciplinaria de Ciencias Sociales y Humanidades*, 10 (1), 31-71.
- Campos, M. A., Sánchez, A., Gaspar, S. y Paz, V. (1999). La organización conceptual de alumnos de sexto grado de educación básica acerca del concepto de evolución. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 1 (1-2), 39-55.

Cervini, R. A. (2005). Variación de la equidad en resultados cognitivos y no cognitivos de la educación media en Argentina. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (1). Consultado el 11 de noviembre de 2006 en: <http://redie.uabc.mx/vol7no1/contenido-cervini3.html>

Cortés, L. (2000). Evaluación de la calidad conceptual de estudiantes de secundaria sobre el tema de célula. En M. A. Campos (Coord.), *Construcción de conocimiento y educación virtual* (35-73). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Delgado, G. C. (2004). *Biodiversidad, desarrollo sustentable y militarización: Esquema de saqueo en Mesoamérica* (60-61). México: Universidad Nacional Autónoma de México-Plaza y Valdés.

Funtowicz, S. y De Marchi, B. (2000). Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. En E. Leff (Coord.), *La complejidad ambiental* (54-84). México: Siglo XXI-CIICH (UNAM)-PNUMA.

Leff, E. (2000). Pensar la complejidad ambiental. En E. Leff (Coord.), *La complejidad ambiental* (7-53). México: Siglo XXI.

Lozano, A., I. (2005). Los significados de los alumnos hacia la escuela secundaria en México. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36 (9). Consultado el 10 de 09 de 2006 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1051Lozano.PDF>

Nebel, B. J. y Wright, R. T. (1999). *Ciencias ambientales: Ecología y desarrollo sostenible*. México: Pearson-Prentice Hall.

Neisser, U. (1989). From direct perception to conceptual structure. En U. Neisser (Ed.), *Concepts and conceptual development* (11-23). Cambridge: Cambridge University Press.

Provencio, E. y Carabias, J. (2001). El enfoque del desarrollo sustentable. Una nota introductoria. En A. Azuela, J. Carabias, E. Provencio y G. Quadri (Coord.) (2001). *Desarrollo sustentable: Hacia una política ambiental* (3-12). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Sandoval, F. (2001). Ser maestro de secundaria en México: condiciones de trabajo y reformas educativas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 25. Consultado el 05 de 06 de 2006 en: <http://www.rieoei.org/rie25a04.htm>

Scheiner, A. M., Hudson, A. J. y VanderMeulen, M. A. (1993). An epistemology for ecology. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 74 (1), (17-21).

Turk, A., Turk, J. y Wittes, J. T. (2004). *Ecología-contaminación-medio ambiente*. México: Mc Graw Hill.

Vázquez, A., Acevedo, J. A. y Manassero, M. A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, Edición electrónica de los lectores. Consultado el 10 de 06 de 2006 en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/702Vazquez.PDF>

Vázquez C., (2004). *Ecología y medio ambiente para bachillerato general*. México: Publicaciones Cultural.