



EVALUACIÓN
DEBATE 2014



COMPRENSIÓN DE CIENCIA EN PROFESORES DE SECUNDARIA LUEGO DE DOS CURSOS DE FORMACIÓN: UNO DESDE LA PERSPECTIVA DE LA CIENCIA TRADICIONAL Y OTRO DESDE EL PENSAMIENTO COMPLEJO

Sergio R. Torres Ochoa Universidad
storres@umich.mx

Alondra Arreola Ríos
catrina_22@hotmail.com

Nubia Huato Reyes
yazmin_h_r_17@hotmail.com

Resumen

Se realizó una investigación auspiciada por SEP/SEB-CONACYT que, dentro de sus objetivos, incluyó la evaluación cualitativa de comprensión de ciencia en un grupo de profesores de secundaria. Esta fase evaluativa consistió en el diseño e impartición de dos cursos referidos a concepción de las ciencias Física, Química y Biología. Uno de los cursos se fundamentó en lo que reconocemos como ciencia tradicional y el otro se hizo a partir de planteamientos desde el pensamiento complejo. El grupo de 8 profesores en activo se incorporó voluntariamente a ambos cursos impartidos en la Escuela Normal Superior de Michoacán. En el caso de la ciencia tradicional, la valoración analítica arrojó, principalmente, que los profesores poseen una masa crítica conceptual en función de conocimientos previos. Además, los cambios observados al finalizar el curso no mostraron diferencias significativas. En cuanto al curso desde el pensamiento complejo, se logró detectar que el discurso y manejo categorial de éste, por parte de los profesores que tomaron el curso, es aceptable. Revela comprensión significativa sobre los principios que fundamentan a la ciencia vista desde y en la complejidad. Sin embargo, en la operación pedagógica y en ejercicios didácticos las dificultades no fueron menores. Concluyentemente, los resultados muestran que la consolidación teórica y práctica de la ciencia tradicional, en los profesores de secundaria, puede impactar favorablemente su labor docente. Por el contrario, el solo manejo del discurso de lo complejo, para la labor docente, puede ser un factor de confusión en la comprensión de la ciencia por parte de los estudiantes de secundaria.

Palabras clave: ciencia, comprensión, cognoscitivismo, evaluación.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



Justificación y planteamiento del problema

Es un hecho incuestionable el que la educación en América Latina y, en este caso, México presenta deficiencias significativas en el aprendizaje de las ciencias. Se comparte con otras latitudes la dificultad en la comprensión conceptual de las ciencias naturales. Es permisible pensar que la intervención docente conlleva gran responsabilidad en estos hechos y, por tanto, la comprensión de ciencia que guardan los profesores es un factor decisivo. Cuando se trata de la escuela secundaria en México, que forma parte de la educación básica y va dirigida a población etaria de entre 12 y 15 años, el papel de comprensión de las ciencias Física, Química y Biología, adquiere un papel estratégico. Se trata de edades en maduración y consolidación propicias para fomentar el conocimiento científico. Los conocimientos aquí asimilados serán la base cognoscitiva previa para el futuro formativo, laboral y cultural de la sociedad. El papel que juegan los docentes resulta insustituible y tendremos que esperar que su comprensión de ciencia esté a la altura de las exigencias de aprendizaje de sus pupilos. En razón de que hay un planteamiento emergente dirigido a comprensión de la ciencia bajo una perspectiva relacional, integral y transdisciplinar, resulta más que relevante la valoración del impacto que pueda tener el bagaje teórico y práctico de dicha perspectiva conocida como pensamiento complejo. No hay información concluyente que valore diferencias y coincidencias entre comprensión de ciencia desde el conocimiento de la ciencia tradicional y el que refiere la complejidad, en profesores de la escuela secundaria en México. En este estudio nos preguntamos entonces: ¿la formación docente desde la perspectiva de la ciencia tradicional muestra diferencias significativas de aquella diseñada desde la complejidad?

Fundamentación teórica

La ciencia es un estilo de pensamiento y de acción: precisamente el más reciente, el más universal y el más provechoso de todos los estilos. Como ante toda creación humana, tenemos que distinguir en la ciencia entre el trabajo investigación y su producto final, el conocimiento. Una investigación científica arranca con la percepción de que el acervo de conocimiento disponible es insuficiente para manejar determinados problemas. No empieza con un borrón y cuenta nueva, porque la investigación se ocupa de



EVALUACIÓN DEBATE 2014



problemas, y no es posible formular una pregunta por no hablar ya de darle respuesta fuera de algún cuerpo de conocimiento: sólo quienes ven pueden darse cuenta de que falta algo (Bunge, 1983).

Sobre el constructivismo, César Coll (1999: 34) afirma que “su utilidad reside en que permite formular determinadas preguntas nucleares para la educación, contestándolas desde un marco explicativo, articulando y coherente, y nos ofrece criterios para abundar en las respuestas que requieren informaciones más específicas”.

Dado que la realidad consta de muchos elementos interconectados de manera tal que, incluso entre un elemento y otro, los límites de cada uno de ellos no son claramente visibles, nos encontramos inmersos dentro de una realidad dinámica. Por lo tanto, si la realidad no es simple, el conocimiento tampoco puede serlo so pena de incurrir en el error, haciéndose necesario pensar la educación en términos de durabilidad, es decir, una educación que nos pueda hacer concebir un futuro sostenible.

Pensar en complejidad implica orientar la discusión hacia las fronteras borrosas de los mega-conceptos, donde las definiciones no intentan definir, ni los conceptos pretenden conceptuar. Se trata de pensar en forma compleja sobre aquellos conocimientos que tradicionalmente hemos querido hacer simples, o mejor aún, introducir el conocimiento complejo en el pensamiento simple, Morin, López y Vallejo, 2000 en (Escalona, 2008). De ahí que el pensamiento complejo se forja y se desarrolla en el movimiento mismo donde un nuevo saber sobre la organización y una nueva organización del saber se nutren mutuamente, fecunda un nuevo tipo de comprensión y de explicación (García, 2006: 4). En opinión de Cárdenas y Rivera (2004) la teoría de la complejidad, articula y contextualiza las culturas científicas, las culturas de las humanidades y las culturas artísticas. Integrando ideas, conceptos y nociones provenientes de diversas fuentes teóricas, ofrece el basamento teórico necesario para estudiar objetos complejos, sin la necesidad de proceder a una reducción radical de los mismos.

Desde la perspectiva tradicional del discurso científico es rescatable una postura que señala que: “la principal finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias será la de contribuir a una formación democrática y la alfabetización científica deberá girar en torno a esta formación” (Acevedo, 2004). Lo anterior sin perder de vista el hecho de que percibimos al mundo a través de lentes conceptuales. Sólo cuando son reconocidos, los hechos pueden convertirse en problemas científicos (Ruiz, 1996).



EVALUACIÓN DEBATE 2014



Es fundamento del estudio la idea reproducida en investigaciones previas sobre que "...los estudiantes no vienen a clase con una mente en blanco. Generalmente ellos tienen ideas propias para interpretar los fenómenos de la naturaleza, el mundo que los rodea. En algunos casos, estas concepciones concuerdan con los nuevos conocimientos enseñados en clase, pero a veces existen contradicciones entre sus creencias que no coinciden con las ideas científicamente aceptadas. Así mismo estos conocimientos previos influyen en cómo los estudiantes aprenden el nuevo conocimiento científico" (Mahmud y Gutiérrez,; 2010).

Objetivos y Metodología

1. Curso: Comprensión de ciencia y cultura científica en profesores de escuela secundaria, desde la perspectiva de la ciencia tradicional.

1.1. Objetivo: Sugerir estrategias didácticas para auxiliar un conjunto de factores pedagógicos que ayude aumentar o modificar la comprensión de la ciencia tradicional y cultura científica en la escuela secundaria, a partir de la intervención docente.

1.2. MODALIDAD EDUCATIVA DE TRABAJO

El curso se desarrolló en modalidad presencial, durante 3 módulos, con un total de 40 horas, y que engloba las asignaturas de biología, física y química. Materiales de apoyo: Referencias al Plan de estudios 2006 de Educación básica (Manteca, 2007; Rodríguez, 2011); metodología constructivista.

1.3. CONTENIDOS

I. Biología

- 1.- Características comunes en los seres vivos. Diferencias entre los seres vivos y los objetos no vivos.
- 2.- Desarrollo sustentable. Áreas naturales protegidas como estrategia de conservación.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



3.- Los alimentos como fuente de materia y energía para el organismo. Grupos básicos de alimentos y nutrimentos.

4.- La respiración humana. Relación entre respiración celular y nutrición. Respiración celular aerobia y anaerobia.

5.- Infecciones de transmisión sexual.

6.- Prevención de VIH.

7.- Biodiversidad y su conservación.

8.- Propagación de plantas.

9.- ¿Es necesaria una renovación de la Educación Científica?

II. Física

1.-Percepción del movimiento. Punto de referencia y posición.

2.-Descripción del movimiento trayectoria y desplazamiento velocidad y rapidez.

3.-Estado de movimiento. Interacciones por contacto y a distancia.

4.-Cambios de estado de movimiento de un objeto.

5.-Leyes de Newton.

6.-Fuentes y tipos de energía, sus transformaciones y sus manifestaciones, Principio de conservación de la energía.

7.- Noción de la materia. Propiedades de la materia y su medición.

8.- Diferencias entre calor y temperatura. Medición de temperatura.

9.- Materiales, conductores, semiconductores y aislantes.

10.- Origen y estructura del universo.

III. Química

1.-Aportaciones del conocimiento químico a la satisfacción de necesidades humanas y del ambiente.

2.-Destrezas científicas en la construcción del conocimiento químico.

3.- Sustancias tóxicas y sus efectos en los seres vivos.

4.- Mezclas, compuestos, sustancias puras. Disolventes y soluto.

5.- Modelo atómico. Organización de los electrones en el átomo.

6.-Materiales que conducen la electricidad. Características de los materiales metálicos.

7.-Cambios químicos en el entorno.



8.-Modelos para explicar los cambios químicos.

9.-Conservación de Alimentos.

10.- Propiedades macroscópicas de sustancias ácidas y básicas.

11.- Concepción de Ciencia y percepción de Cultura científica.

2. Curso: Proceso formativo de profesores de educación secundaria para la comprensión de la ciencia y la cultura científica desde la complejidad.

2.1. Objetivo: proporcionar un conjunto de factores pedagógicos con la intención de que el docente modifique conocimientos, habilidades, actitudes y valores relativos a las asignaturas de ciencias, desde la perspectiva del pensamiento complejo.

2.2. MODALIDAD EDUCATIVA DE TRABAJO

El Curso se desarrollará en modalidad presencial, durante cinco sesiones de ocho horas cada una, siendo necesario cubrir mínimamente el 80% de los tiempos de trabajo en forma presencial por parte de los profesores participantes en el curso.

Durante las sesiones se llevará a cabo la reflexión de las fortalezas y debilidades existentes en cuanto al estudio de los fenómenos desde la complejidad en la práctica educativa, así como su influencia en la escuela, a través del análisis de los contenidos de los mapas curriculares, trabajando con proyectos sobre los elementos teórico-metodológicos y procedimentales propios del enfoque de la complejidad.

2.3. CONTENIDOS DE LOS CUATRO MÓDULOS DEL CURSO

PRIMER MÓDULO

I. Habilidades de aprendizaje.

1. Habilidades básicas del pensamiento

2. Habilidades de aprendizaje.

II. Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizaje significativo.

1. Introducción a las estrategias de aprendizaje.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



2. Estrategias para el aprendizaje significativo.

3. Ambiente adecuado para el aprendizaje.

4. Aprendizaje cooperativo.

III. Introducción a la teoría de la complejidad y el pensamiento complejo.

1. Teorías que describen y explican los sistemas caracterizados por la complejidad.

2. Características o propiedades de un sistema, fenómeno o comportamiento complejo.

3. El estudio de los fenómenos de complejidad (motivos precisos con los que se trabaja de manera integrada y complementaria en complejidad).

SEGUNDO MÓDULO

I. Estudio de biodiversidad a partir del trabajo con no linealidad.

1. No linealidad en el pensamiento complejo.

2. Proyecto: ¿Por qué es importante conocer y valorar la biodiversidad de nuestra región, entidad y país?

¿Qué acciones se realizan en el país para conservar la biodiversidad?

II. Estudio de nutrición a partir del trabajo con bucles positivos y negativos de retroalimentación.

1. Bucles positivos y negativos de retroalimentación en el pensamiento complejo.

2. Proyecto: ¿Cómo puedo producir mis alimentos para lograr una dieta correcta aprovechando los recursos, conocimientos y costumbres del lugar donde vivo?

TERCER MÓDULO

I. Estudio espectro visible a partir del trabajo con el estudio de las transiciones de fase y el trabajo con espacios de fase.

1. Transiciones de fase y el trabajo con espacios de fase en el pensamiento complejo.

2. Proyecto: ¿Qué es y cómo se forma el arcoíris?

II. Estudio de electricidad y corriente eléctrica a partir del trabajo con identificación de los puntos críticos o los estados críticos de un sistema.

1. Puntos críticos o los estados críticos de un sistema en el pensamiento complejo.

2. Proyecto: ¿Cómo se obtiene, transporta y aprovecha la electricidad que utilizamos en casa?

CUARTO MÓDULO

I. Estudio propiedades y estados de agregación de la materia a partir del trabajo con el reconocimiento de la aleatoriedad.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



1. Aleatoriedad en el pensamiento complejo.
 2. Proyecto: ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?
- II. Estudio de elementos y compuestos químicos a partir del trabajo con la incorporación del principio de incertidumbre.
1. Principio de incertidumbre en el pensamiento complejo.
 - 2.2. Proyecto: ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

Resultados obtenidos

1. Para el caso del curso abordado desde la ciencia tradicional pudieron rescatarse elementos cualitativos como los siguientes:

Por ejemplo, cuando se trabajó sobre la biodiversidad –a través de lluvia de ideas- lograron comentarla que la biodiversidad se refiere a la variedad de especies que existen en este planeta y un profesor en específico comentó que se refiere a la cantidad de animales que habitan en nuestro planeta. También ocurrió que cuando se habló sobre el movimiento de un objeto, éste alcanzó a ser conceptualizado como un cambio en la posición con respecto a un punto de referencia cuando transcurre el tiempo. Un ejemplo de química, respecto del modelo de la estructura del átomo, señala: fue propuesto por el físico danés Niels Bohr para explicar cómo los electrones pueden tener órbitas estables alrededor del núcleo y por qué los átomos presentaban espectros de emisión característicos (dos problemas que eran ignorados en el modelo previo de Rutherford).

Los tres ejemplos escogidos referidos a Biología, Física y Química, muestran evidencias de la capacidad de manejo del discurso conceptual, por parte de los profesores que tomaron el curso, como muestra de comprensión de ciencia y luego de aplicaciones didácticas específicas.

2. En el caso del curso abordado desde la Complejidad pueden resaltarse algunos elementos cualitativos como los siguientes:

Los maestros mostraron capacidad observada para interiorizar la importancia de conocer las expectativas de las principales bases teóricas de la complejidad, en el área educativa, para cumplir los objetivos de la educación secundaria en México.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



Manifestaron en su mayoría el poder comprender y localizar las características que definen a un sistema complejo.

Dentro del debate que se organizó sobre las características que se deben tomar en cuenta al abordar el estudio de un sistema, lograron diseñar y explicar, con aceptable suficiencia, la interpretación de lo que puede concebirse como la construcción de un sistema complejo.

Fue posible detectar que, en general, los profesores que tomaron el curso, comprenden, identifican y describen: operadores lógicos que trazan el surgimiento de la complejidad, así como los principios del pensamiento complejo.

Fueron capaces, en lo general, de reconocer el principio dialógico, el principio recursivo y el principio holográfico, presentes en los contenidos disciplinares de ciencias, al presentárseles ejercicios pertinentes.

Con base en los mismos ejercicios referidos arriba, pudieron identificar objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales en las planeaciones de los planes y programas de estudio 2011.

Manifestaron con claridad el que asumen la importancia que tienen los principios de la complejidad como elementos procedimentales en el estudio de fenómenos físicos para la promoción de aprendizajes significativos.

Haciendo referencia a su experiencia cotidiana dentro del aula manifestaron que, de manera general, pueden organizar capacidades a desarrollar en el estudio de fenómenos a partir del trabajo con no linealidad desde los campos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Fue posible detectar que los participantes comprenden, e identifican las ideas que caracterizan a la complejidad, para lo cual se hicieron preguntas concretas al respecto.

Dentro de esas mismas respuestas fueron capaces de señalar las dificultades que presenta el estudio de fenómenos con el trabajo a partir de transiciones de fases y puntos críticos de un sistema.

Utilizando un ejercicio secuencial con preguntas individualizadas sobre problemas de ciencias, en la complejidad, fue posible concluir que observan la existencia de la no linealidad como: la presencia de secuencias semántica entre conceptos, contenidos y temáticas, en donde causas pequeñas tienen la posibilidad de expresar grandes efectos.



EVALUACIÓN DEBATE 2014



También se detectó en este último ejercicio señalado que los profesores del curso manejan, al menos teóricamente, diferentes campos formativos en el estudio de fenómenos como fortaleza del uso de la transdisciplinariedad en el trabajo con no linealidad.

Discusión y conclusiones del estudio comparativo

Se encontraron, en general, evidencias de manejo apropiado y pertinente de planteamientos teóricos derivados del pensamiento complejo. Las situaciones de análisis y discusión sobre la importancia del abordaje de las ciencias desde la complejidad, mostraron que se tiene clara y, en particular, en lo referente a la formación escolar. Los profesores pueden identificar sistemas complejos dentro de las estructuras conceptuales de las ciencias naturales. Son capaces, también, de pormenorizar la aparición de los principios de la complejidad en el desarrollo de ejercicios didácticos.

Por otro lado, los profesores, muestran capacidades definitorias y conceptuales del bagaje teórico propio de las ciencias naturales en el nivel Secundaria. Identifican, jerarquizan y organizan apropiadamente la información teórica y los conceptos específicos de las tres ciencias naturales de la Secundaria (Física, Química y Biología).

Se asume aquí que la capacidad docente, dado que son profesores en activo, es suficiente en el ejercicio dentro del aula y, por tanto, es de esperarse que su comprensión de ciencia que se comenta arriba (para ambos cursos) impacta directamente en el aprendizaje de sus propios estudiantes.

Al concluir ambos cursos se aplicó a los profesores que participaron un cuestionario sobre comprensión de ciencia (Física, Química y Biología). Este instrumento fue utilizado en la fase cuantitativa del estudio, tanto para profesores como para estudiantes de secundaria.

A pesar de las evidencias favorables en cuanto a comprensión de la ciencia, en los dos cursos impartidos, los datos arrojados por el instrumento arriba mencionado no mostraron diferencias significativas. Lo anterior sugiere que la comprensión de ciencia llevada al discurso dista de la implementación operativa que un mismo profesor pueda hacer dentro del aula e, incluso, como evidencia de un cambio cognitivo al incorporarse a un proceso formativo; en este caso, indistintamente, desde una perspectiva tradicional de la ciencia o desde el pensamiento complejo.



EVALUACIÓN
DEBATE 2014



Referencias

- Acevedo D. J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16.
- Bunge M. (1983). *La investigación científica. Su estrategia y su filosofía*. Barcelona: Ariel.
- Cárdenas R. M. L. y Rivera R. J. F. (2004). La teoría de la complejidad y su influencia en la escuela. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, (9), 131-141. Recuperado el 19 de febrero de 2014 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65200908>
- Coll. C., Martín, E.; Mauri, T.; Miras, M.; Onrubia J.; Solé, I. y Zabala A. (1999). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Escalona, J. (2008). El paradigma del pensamiento complejo en la didáctica de la química: una visión desde el átomo a la materia. *Revista Educere*, 12(40), 23 -29.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona: GEDISA.
- Mahmud M. C. y Gutiérrez O. A. (2010). Estrategia de enseñanza basada en el cambio conceptual para la transformación de ideas previas en el aprendizaje de las ciencias, *Revista Formación Unversitaria*, 3 (1), 11-20.
- Manteca, E. (coord.). (2007). *Educación Básica. Secundaria. Plan de Estudios 2006*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París: UNESCO.
- Rodríguez, L. (2011). *Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Ruiz G. R. (1996). La metodología científica y la enseñanza de la ciencia. En: Campos M. A. y R. Ruiz G. (1996). *Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias*. México: UNAM.