

LA AVENTURA DE INTEGRAR LA COMPLEJIDAD EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA DE LA CIUDADANÍA

BONIL, JOSEP y PUJOL, ROSA MARIA

Departament de Didàctica de la Matemàtica i les Ciències Experimentals de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Palabras clave: Complejidad; Paradigma de la complejidad; Educación científica; Educación para la sostenibilidad.

INTRODUCCIÓN

Los modelos didácticos alternativos al tradicional se han fundamentado, de una o otra manera, en tres perspectivas teóricas: la pedagogía crítica, el constructivismo y el paradigma de la complejidad; si bien es abundante la literatura sobre las dos primeras en la práctica educativa no ocurre lo mismo con la tercera. Por otro lado, en estos momentos resulta clave la discusión entorno al significado e importancia de la educación para la sostenibilidad y en nuestro caso su relación con la educación científica; desde esta perspectiva si también es extensa la literatura entorno a la educación ambiental como eje transversal y a la corriente “ciencia, tecnología y sociedad”, el paradigma de la complejidad constituye un nuevo marco de referencia adecuado para comprender nuestro mundo y actuar en relación con los problemas sociales y ambientales. Por todo ello nos parece oportuno presentar al simposium una aportación que ayude a reflexionar sobre las aportaciones del paradigma de la complejidad a la educación para la sostenibilidad en general y a la educación científica en particular.

FINALIDAD Y OBJETIVOS

Los fenómenos del mundo son complejos. En ellos convergen multitud de elementos, y múltiples y variadas interacciones en procesos en los que el dinamismo es constante. Un mundo en que la interacción entre la perspectiva social y la natural ha dado lugar a un modelo de organización social que refleja una crisis profunda. La injusticia social y la insostenibilidad ecológica presentes en la actualidad reclaman la construcción colectiva de nuevas formas de sentir, valorar, pensar y actuar en los individuos y en las colectividades que posibiliten a toda la ciudadanía del planeta alcanzar una vida digna en un entorno sostenible. Buscar nuevas formas de abordar las relaciones entre las personas y de éstas con la naturaleza constituye un reto en todos los campos humanos. En realidad, constituye un reto para el pensamiento humano y, consecuentemente, un reto sobre como afrontar la educación en general y en concreto la educación científica.

La educación científica de la ciudadanía como elemento clave para favorecer que los individuos construyan su forma de pensar, sentir y actuar sobre el mundo constituye una finalidad prioritaria del grupo Complex del Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciències Experimentals de la Universidad Autònoma de Barcelona. Desde dicho marco se ha venido trabajando desde hace años en la vinculación entre educación científica, educación ambiental y educación del consumo. Si bien existen planteamientos educativos que se orientan en esta dirección, desde ámbitos distintos (CTS, transversalidad,...), en este trabajo se parte del paradigma de la complejidad como un marco orientador más amplio que posibilita com-

prender el mundo y adquirir criterios para posicionarse y participar en su transformación. Bajo dicho enfoque se han planteado los siguientes objetivos:

- Conocer y profundizar en las aportaciones que desde las ciencias experimentales y las ciencias sociales se han realizado entorno a la complejidad
- Definir las características del paradigma de la complejidad
- Establecer vínculos significativos entre el paradigma de la complejidad y la educación científica para favorecer una educación orientada a la sostenibilidad.
- Elaborar orientaciones para diseñar contextos de educación científica que ayuden al alumnado a elaborar modelos explicativos de los fenómenos del mundo en clave compleja.

MARCO TEÓRICO

A lo largo del siglo xx el concepto de complejidad se ha integrado prácticamente en todos los ámbitos. Se habla de una realidad compleja, de relaciones complejas de la ciencia de la complejidad, de la teoría de sistemas complejos, del paradigma de la complejidad. Muchos de los conceptos anteriores, si bien están relacionados entre sí, poseen un significado y un alcance diversos. La ciencia de la complejidad estudia los fenómenos del mundo asumiendo su complejidad y busca modelos predictivos que incorporan la existencia del azar y la indeterminación y es una forma de abordar la realidad que se extiende no solo a las ciencias experimentales sino también a las ciencias sociales. La teoría de los sistemas complejos es un modelo explicativo de los fenómenos del mundo con capacidad predictiva que reúne aportaciones de distintas ramas del conocimiento científico. Junto a ella, el paradigma de la complejidad es una opción ideológica, que asumiendo las aportaciones de la ciencia de la complejidad, es orientadora de un modelo de pensamiento y de acción ciudadana.

La evolución de los modelos conceptuales de la ciencia hacia los principios teóricos de la complejidad (Gell-Mann 1995), la propuesta de marco de valores que orienta el pensamiento de algunos autores (Izquierdo & alt 2004) y un modelo de acción sobre el medio orientado hacia la transformación social (Morin, 2001; Pujol 2003) posibilitan definir el paradigma de la complejidad (Bonil, et al. 2004), como un espacio de diálogo entre pensamiento, valores y acción; éste se constituye como un marco teórico sólido y coherente que puede ayudar a orientar la educación científica de la ciudadanía hacia los principios de la sostenibilidad.

Morin (2001), da multitud de referencias al paradigma de la complejidad en contraposición a lo que denomina paradigma de la simplificación. Éste plantea la necesidad de construir un pensamiento complejo y la importancia de una acción ciudadana orientada por una forma de posicionarse en el mundo que recupera los valores de la modernidad. A lo largo de las últimas décadas el paradigma de la complejidad ha sido tomado como referente desde distintos ámbitos, en especial desde aquellos asociados a la educación ambiental (García, J.E., 1995). Ante el reto de dar respuesta a los problemas sociales y ambientales actuales, el paradigma de la complejidad constituye una forma de situarse en el mundo que ofrece un marco creador de nuevas formas de sentir, pensar y actuar que orientan el conocimiento del mundo y la adquisición de criterios para posicionarse y cambiarlo. El paradigma de la complejidad supone una opción ideológica orientadora de valores, pensamiento y acción. Reúne aportaciones de campos muy diversos que configuran una perspectiva ética, una perspectiva de la construcción del conocimiento y una perspectiva de la acción (Pujol, R.M., 2003).

El paradigma de la complejidad se conforma como un marco integrador de las perspectivas ética, cognitiva y conativa de aproximación al mundo en un esquema retroactivo que se genera de forma dinámica en la interacción entre dichos elementos (Bonil, J. & Pujol, R.M., 2003). Constituye una opción filosófica ideológica que ofrece nuevas posibilidades para una revolución conceptual, y abre nuevos caminos para la formación de una ciudadanía capaz de pensar y construir un mundo más justo y sostenible. Incluye valores éticos, valores epistémicos y valores de acción.

DESARROLLO DEL TEMA

El trabajo desarrollado partió de dos preguntas iniciales: ¿De qué hablamos cuando hacemos referencia a la complejidad? y ¿Qué cambios supone en la forma de entender la educación científica la introducción de la complejidad?

Responder a la primera pregunta conllevó profundizar en los diversos enfoques que desde las ciencias sociales y las ciencias experimentales se han dado al concepto de complejidad. Implicó un trabajo de investigación de carácter teórico para diferenciar el uso del concepto complejidad del de paradigma de la complejidad entendido como un espacio de diálogo entre una forma de posicionarse en el mundo, una forma de pensar el mundo y una forma de actuar sobre el mundo. Una forma de posicionarse en el mundo que contempla el diálogo entre antropocentrismo y biocentrismo como forma de interacción entre individuo y medio, entre dimensión individual y colectiva en clave de autoorganización, y entre homogeneidad y heterogeneidad como camino para avanzar hacia la equidad asumiendo la diversidad como valor positivo. Una forma de pensar el mundo que integra la construcción de modelos explicativos de los fenómenos desde una epistemología compleja y la organización cognitiva mediante una constante construcción que integra la incerteza, un pensamiento articulante y multidimensional, lógico e integrador de la imaginación y la perspectiva emocional. Una forma de actuar sobre el mundo definida como un método estrategia que se constituye como un proceso retroactivo entre teoría y acción que capacita a la ciudadanía para avanzar hacia perspectivas transformadoras del contexto. Globalmente, el paradigma de la complejidad toma como valores epistémicos los principios sistémico, dialógico y hologramático (Morin 2001) los cuales están presentes tanto en cada una de las dimensiones mencionadas como en la globalidad que emerge de su diálogo.

Responder a la segunda pregunta planteada orientó el trabajo de investigación hacia la actividad de aula. Impulsó la reflexión y el análisis entorno a como se pueden diseñar, aplicar y evaluar currículums de educación científica en la formación inicial del profesorado de primaria que puedan ser transferidos en la práctica escolar de la educación obligatoria, tomando como eje vertebrador el paradigma de la complejidad. Una cuestión que conllevó distintas subpreguntas que debían responderse desde el análisis de lo que sucedía en las aulas:

- ¿Qué características conforman una ciencia escolar que incorpore la complejidad?
- ¿Cómo orienta el paradigma de la complejidad la relación entre disciplinas y la creación de espacios de diálogo disciplinar?
- ¿Cómo puede favorecerse la introducción de modelos complejos en la actividad científica escolar en los diversos niveles educativos?

Respecto a la primera subpregunta la perspectiva de la complejidad obliga a plantear nuevos temas, hechos y modelos científicos a trabajar con el alumnado derivados de concebir los fenómenos como sistemas complejos y nuevos énfasis en la necesidad de establecer puentes con disciplinas diferentes y sus correspondientes modelos interpretativos. El paradigma de la complejidad introduce nuevas dimensiones en la forma de imaginar la formación del pensamiento científico del alumnado orientándolo hacia la formación de un pensamiento complejo y del lenguaje necesario para expresarlo y conformarlo. Imaginar la ciencia escolar desde la complejidad obliga también a recuperar de una manera más radical la acción sobre el medio y darle un enfoque más estratégico y por lo tanto ecológico. Finalmente, el paradigma de la complejidad anima a recuperar el papel de las emociones como elemento central en el proceso de construcción de conocimiento científico.

Respecto a la segunda subpregunta el paradigma de la complejidad entiende las disciplinas desde una perspectiva no reduccionista, en que la relación disciplinar se da desde la equidad huyendo de toda jerarquía. Desde este punto de vista los fenómenos se constituyen como espacios de diálogo disciplinar y a la formulación de preguntas se añade la dimensión de herramientas focalizadoras hacia una disciplina concreta. A través de las preguntas los procesos de enseñanza aprendizaje se constituyen en viajes continuos entre lo global y lo esencial, lo transdisciplinar y lo disciplinar. En este sentido la dimensión hologramática de la complejidad hace que cada disciplina se conforme como espacio de diálogo disciplinar en un proceso continuo de diálogo entre puntos de vista.

En relación a la tercera subpregunta las primeras investigaciones realizadas se han focalizado en el trabajo del modelo ser vivo en el aula. Los primeros datos muestran como elementos favorecedores de la introducción de modelos complejos a la actividad científica escolar la importancia de:

- Tomar como eje de la propuesta didáctica la interpretación de un proceso tomando como referencia la relación entre el ser vivo, su medio interno y el ambiente.
- Favorecer un diálogo continuado entre preguntas interpretativas y preguntas descriptivas.
- Incorporar de forma explícita el carácter retroactivo y multicausal de las fluctuaciones entre niveles escalares (macro –meso – micro).
- Introducir de forma explícita el azar y la indeterminación en los modelos que explican el itinerario vital de los seres vivos y las relaciones escalares que permiten interpretar los procesos vitales.
- Ubicar continuamente los fenómenos en un eje temporal: antes, durante, después.

CONCLUSIONES

Tras el trabajo realizado pueden presentarse algunas conclusiones, tanto de carácter teórico como práctico, que constituyen un punto de partida para continuar avanzando en el objetivo general del grupo Cómplex:

- Ante el carácter polisémico de la palabra complejidad es importante conceptualizarla y caracterizarla de forma rigurosa.
- Entender los fenómenos del mundo como sistemas complejos no implica necesariamente avanzar hacia la sostenibilidad. Es en el diálogo entre un modelo de acción, una forma de pensamiento y un marco específico de valores donde aparecen emergentes que nos acercan a la sostenibilidad. En esta dirección la propuesta del paradigma de la complejidad se muestra como una opción diferenciada, integradora y válida.
- Orientar el trabajo educativo desde el paradigma de la complejidad contempla considerar una perspectiva ética que le da una dimensión de opción ideológica.
- Se puede conceptualizar y caracterizar una ciencia escolar que contemple la complejidad. Ésta añade a los principios genéricos de la ciencia escolar aportaciones propias del paradigma de la complejidad.
- Asumir la complejidad comporta hacer frente al reto de entender los fenómenos del mundo como sistemas complejos. Ello requiere una fuerte reflexión conceptual que capacite a los docentes para realizar una transposición didáctica que facilite hacer llegar al alumnado los principios del paradigma de la complejidad.
- Una educación científica que asume la complejidad se sitúa, sin perder su identidad, en la necesidad de dialogar con otras disciplinas diseñando estrategias que faciliten dicho diálogo. Sitúa el reto de hacer una ciencia que ayude a ver el mundo sin perder de vista su globalidad y al mismo tiempo, desde la globalidad, detectar aquellas preguntas que son propias de la ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

- BONIL, J. y PUJOL, R. M: El paradigma de la complexitat, una aproximació des de l'àrea de didàctica de les ciències. treball de recerca presentat en el marc del programa de Doctorat de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals.U.A.B (Document no publicat). Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 2003.
- BONIL, J., SANMARTÍ, N., TOMAS, C., PUJOL RM (2004) Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad, *Investigación en la Escuela: Complejidad y Educación* nº 53 pp. 5-19
- GARCÍA, J.E. (1995), La transición de un pensamiento simple a un pensamiento complejo en la construcción del conocimiento escolar. *Investigación en la escuela*, 27, 720.
- GELL-MANN, M. (1995), El quark y el jaguar, aventuras en lo simple y lo complejo, Barcelona, Tusquets.
- IZQUIERDO, M., ESPINET, M., BONIL, J. PUJOL, RM (2004) Ciencia escolar y complejidad *Investigación en la Escuela: Complejidad y Educación* nº 53 pp. 21-29
- MORIN E. (2001), *Tenir el cap clar*, Barcelona, La Campana
- PUJOL, R.M. (2003) *Didáctica de las ciencias en educación Primaria*, Madrid, Síntesis