
**La enseñanza de la química vista desde la perspectiva de Jensen:
Una red conceptual sobre equilibrio químico**

**The teaching of the chemistry seen from the Jensen's perspective:
A conceptual net on chemical balance**

Ángela Viviana Castrillón Univio, Miguel Angel Rey Villalobos y Yanith Jimenez Rojas

Universidad Pedagógica Nacional. angela_castrillonu@yahoo.es, mrey7@hotmail.com,
yayisyan@yahoo.es.

Resumen

Este trabajo propone una red conceptual basado en el concepto generador equilibrio químico, para la enseñanza de la química desde la propuesta epistemológica de Jensen W. B con el objetivo de integrar la historia y la epistemología en la realización posterior de una propuesta de diseño curricular la cual está definida en el marco de la ley general de educación Ley 115 de 1994, para tal propósito se toma como referencia bibliográfica los postulados de epistemólogos reconocidos como Popper, Lakatos y Khun, luego se describe las concepciones de enseñanza-aprendizaje que posee el profesor como producto de su visión de ciencia, finalmente como éstas se articulan, con la propuesta de Jensen W. B y en el diseño curricular.

Abstract

This work proposes a conceptual network based on the chemical equilibrium concepts for the teaching of chemistry since the proposal of epistemological W. Jensen B with the objective of integrating the history and epistemology in a subsequent proposal for a curriculum which is defined under the Education Act 1994, Act 115, for this purpose is taken as the principles of bibliographic epistemologist recognized Popper, Lakatos and Kuhn, then describes the conception of teaching-learning has the teacher as a product of his vision of science, as ultimately they are linked with the proposal of W. Jensen B and in curriculum design.

Palabras claves

Enseñanza-aprendizaje, currículo, equilibrio químico, estructura lógica, red conceptual.

Keywords

Teaching-learning, curriculum, chemical balance, structure, logic, conceptual network.

Introducción

El siguiente trabajo se realiza con el objetivo estructurar una propuesta para la enseñanza de la química en los grados correspondientes a decimo y once, visto desde la perspectiva de Jensen (1998), explicando el equilibrio químico como tema central siendo este estructurado en una red conceptual, sabiendo que en la educación se contempla la necesidad de un conocimiento científico obligatorio señalado en los objetivos para la educación media según el artículo 30 de la ley general 115 (MEN,1994), incluido en los estándares básicos de competencias en ciencias naturales que responden específicamente a la aproximación del estudiante como científico natural, (MEN, 1998), relacionando la estructura de las moléculas orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico (MEN, 1998).

Partiendo de la importancia de generar propuestas en el aula de clase que integren en el diseño curricular la historia y la epistemología como aspectos del conocimiento científico importantes para la enseñanza de las ciencias, en este sentido se hace necesario realizar un análisis de las concepciones que tiene el profesorado, producto de diversas visiones de ciencia que manejan los mismos a partir del desarrollo epistemológico que ha tenido el concepto de la misma; de igual manera se indaga la idea de currículo y sus implicaciones en el desarrollo de la educación.

Desarrollo

En cuanto a las concepciones epistemológicas de los profesores, en primer lugar se realiza una descripción de la evolución de la ciencia para enfocar las diversas visiones que poseen los profesores, en este sentido y en cuanto a la evolución del conocimiento hablamos de (Popper, 1959), quien afirmaba que las ciencias empíricas son sistemas de teorías; y la lógica del conocimiento científico, por tanto, puede describirse como una teoría de teorías. El planteó una teoría guiado por un modelo falsacionista, este enfoque propone que sean aceptados por convención los enunciados básicos, facticos, singulares en un sentido espacio-temporal, en lugar de las teorías espacio-temporalmente universales. Una teoría es científica solo si puede entrar en conflicto con un enunciado básico, y una teoría debe ser eliminada si entra en conflicto con un enunciado básico aceptado. El mismo explicó que (por el lado positivo): 1. el principal estímulo externo de las teorías científicas procede de la no científica "metafísica" e incluso de mitos y que (por el lado negativo): 2. Los hechos no constituyen tales estímulos externos (los descubrimientos facticos íntegramente forman parte de la historia interna constituyendo refutaciones de alguna teoría científica, de modo que los hechos solo son observados si entran en conflicto con algunas expectativas previas) (Lakatos, 1978). Brindando entonces el concepto de teoría como un enunciado universal, que puede ser falseable.

Por otra parte, para Lakatos según su metodología, los grandes logros científicos son programas de investigación que pueden ser evaluados en términos de transformaciones progresivas y regresivas de un problema. La unidad básica para la evaluación no debe ser una teoría aislada o una conjunción de teorías, sino un programa de investigación con un centro firme convencionalmente aceptado (y por tanto, irrefutable por decisión provisional) y con una heurística positiva que define los problemas, esboza la construcción de un cinturón de hipótesis auxiliares, prevé anomalías y las transforma en ejemplos según un plan preconcebido, todo ello. Como cualquier otra metodología, la metodología de los programas de investigación constituye un programa de investigación historiográfico. Pero esta misma traza una demarcación entre historia interna y externa. Esto es, convierte en internos a muchos problemas que habían sido externos para otras historiografías. De igual manera, insiste en la duradera rivalidad técnica y empírica de los principales programas de investigación en donde cada reconstrucción racional produce un patrón característico del crecimiento racional del conocimiento científico. Pero todas estas reconstrucciones normativas pueden requerir teorías empíricas externas para explicar los factores residuales no racionales. La historia de la ciencia siempre es más rica en su reconstrucción racional. Pero la reconstrucción racional o historia interna es lo principal; la historia externa es secundaria puesto que los problemas más importante de la historia externa son definidos por la historia interna. (Lakatos, 1978).

Finalmente, se puede resumir la imagen que tiene Khun de cómo progresa una ciencia mediante el siguiente esquema abierto:

Pre ciencia-ciencia normal- crisis- revolución-nueva ciencia normal. Nueva crisis

La desorganizada y diversa actividad que precede a la formación de una ciencia se estructura y dirige finalmente cuando una comunidad científica se adhiere a solo un paradigma. Un paradigma está constituido por los supuestos teóricos generales, las leyes y las técnicas para su aplicación que

adoptan los miembros de una determinada comunidad científica (Kuhn, 1962). En donde la ciencia normal según el articulará y desarrollará el paradigma en su intento por explicar y acomodar el comportamiento de algunos aspectos importantes del mundo, definiendo de este modo a ciencia normal como la investigación basada firmemente en uno o más logros científicos pasados, logros que una comunidad científica particular reconoce durante algún tiempo como el fundamento de su práctica ulterior.

Al hacerlo experimentarían inevitablemente dificultades y se encontrarían con aparentes falsaciones. Si las dificultades de este tipo se escapan de las manos, se desarrolla un estado de crisis. La crisis se resuelve cuando surge un paradigma completamente nuevo que se gana la adhesión de un número de científicos cada vez mayor, hasta que finalmente se abandona el paradigma original, acosado por problemas, es decir, cuando este nuevo paradigma rompe radicalmente con el anterior, se produce una revolución científica. El cambio discontinuo constituye esta misma. De tal manera que la nueva ciencia normal consiste en la realización lograda mediante la ampliación del conocimiento de aquellos hechos que el paradigma muestra como particularmente reveladores, aumentando la extensión del acoplamiento entre estos hechos y las predicciones del paradigma y por medio de la articulación ulterior del paradigma mismo. El nuevo paradigma, lleno de promesas y no abrumado por dificultades en apariencia insuperables, guía entonces la nueva actividad científica normal hasta que choca con serios problemas y aparece una nueva crisis seguida de una nueva revolución.

Actualmente y gracias a las investigaciones en didáctica de las ciencias se reconoce que las distintas concepciones de ciencia que poseen los maestros influyen en sus visiones de enseñanza y aprendizaje (Porlan, 1997), constituyéndose estas últimas como cruciales en la práctica profesional mostrando que los modelos tradicionales de enseñanza que son aún los más recurridos, responden a visiones de la ciencia empiro-inductivista y ateorica (Unesco, 2005), dicha concepción defiende el papel de la observación y de la experimentación "neutras" (no contaminadas por ideas apriorísticas), olvidando el papel esencial de las hipótesis como focalizadoras de la investigación y de los cuerpos coherentes de conocimientos (teorías) disponibles, que orientan todo el proceso (Unesco, 2005).

De esta forma, las concepciones de enseñanza y aprendizaje se ven afectadas por las visiones epistemológicas que predominan en los profesores, llevando a elaboraciones curriculares particulares, las cuales están contempladas en la definición de currículo entendido según Lundgren (1997) como la solución necesaria al problema de la representación, y el problema de la representación como el objeto del discurso pedagógico. Este objeto del discurso se plantea como un dominio de pensamiento y de la construcción de unas realidades sociales específicas cuando la producción social y la reproducción se separan entre sí y particularmente en Colombia y según el Ministerio de educación nacional (MEN, 1994) como "...un conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural nacional, regional y local".

En este sentido las elaboraciones curriculares poseen la intención señalada con anterioridad pero su ejecución corresponde a las perspectivas de enseñanza y aprendizaje que el profesor maneje, de esta forma en la tabla 1 se intenta describir y relacionar las concepciones con la práctica en el aula y la construcción curricular.

Tabla 1. Relaciones entre concepciones de enseñanza de las ciencias y elaboración curricular.

Concepción de enseñanza y aprendizaje	Descripción del trabajo en el aula. (porlan, r 1997).	Análisis de categorías acerca de la elaboración curricular. (mora,1999)
MODELO TRADICIONAL	<p>MOMENTO 1 Explicación del profesor. Relato de contenidos y conceptos siguiendo una lógica formal y académica, con ayuda ocasional del libro de texto y procurando que los alumnos comprendan <i>se enteren</i></p> <p>MOMENTO 2 Realización de actividades previstas para fijar los contenidos. Generalmente son propuestas sacadas de los libros de texto y modificadas por el profesor. La mayor parte de ellas son preguntas que inducen a producir lo explicado en clase. Se trata de actividades fundamentalmente mecánicas que refuerzan la memorización.</p> <p>MOMENTO 3 Realización de actividades de control sobre lo aprendido. Preguntas orales o pruebas escritas que se traducen en una valoración numérica de la capacidad de memorización de los alumnos</p>	<p><i>Curriculum y programación:</i> Tendencia al intelectualismo y enciclopedismo y por ende es superficial y centrado en dominios solamente conceptuales. Se presenta imposibilidad de integrar distintos tipos de conocimiento. La secuenciación de contenidos de temas y de actividades es mecánica, aditiva, rígida y lineal. La programación está centrada en contenidos ya elaborados y ordenados de acuerdo con la lógica de la disciplina científica y no de la mente de los estudiantes (Pedagogía por Contenidos). Se presenta una dependencia hacia el manejo del conocimiento dependiendo del libro texto (Textocentrismo).</p>
MODELO TECNOLÓGICO	<p>MOMENTO 1 Programación exhaustiva de objetivos generales, específicos y operativos. Programación y temporalización de secuencias cerradas de actividades, íntimamente relacionada con dichos objetivos.</p> <p>MOMENTO 2 Aplicación, lo más fielmente posible, de las secuencias de actividades programadas.</p> <p>MOMENTO 3 Evaluación de los alumnos en relación a los objetivos operativos. Realización de actividades de recuperación. Modificación, en su caso, de la programación.</p>	<p><i>Curriculum y programación:</i> Tecnológico. Los contenidos por enseñar son una versión de los contenidos disciplinares secuenciados bajo una concepción de lo simple (observable) a lo complejo (abstracto), siendo el número de conceptos que se pretende enseñar considerablemente menor que en las propuestas anteriores. Se produce una falta de atención por los contenidos en pro de la ejecución de experimentos inconexos. Constituye un modelo de aprendizaje basado en concepciones empírico / inductivistas de la ciencia, en donde no se tiene en cuenta la elaboración de hipótesis y el diseño de experimentos. Esta visión del método científico infravalora la creatividad del trabajo científico llevando a pensar, a los alumnos, que la ciencia consiste en verdades incontrovertibles.</p>
MODELO ESPONTANEISTA.	<p>MOMENTO 1 Detección de los intereses de los alumnos y elección de propuestas de trabajo.</p> <p>MOMENTO 2 Realización de salidas, observaciones, consultas, etc., en torno a dichas propuestas. Elaboración de trabajos individuales y de grupos. Comunicación de los resultados de los trabajos.</p> <p>MOMENTO 3 Realización de asambleas para analizar y resolver los problemas de la clase.</p>	<p><i>Curriculum y programación:</i> Espontaneísta. La programación es poco sistemática y explícita, se improvisan los contenidos, donde predominan las actitudes y procedimientos de los alumnos. Se produce una falta de atención por los contenidos en pro de la ejecución de experimentos inconexos.</p>

En este marco de ideas se considera que las propuestas de integración curricular relacionadas con las concepciones de enseñanza y aprendizaje anteriores no enfatizan en el papel de la historia y la epistemología en el desarrollo del conocimiento científico en la enseñanza de las ciencias, además son estos mismos modelos los más utilizados dentro del aula de clase por parte de los profesores sin tener en cuenta el papel que cumplen los modelos alternativos, los cuales se han venido investigando desde la década de los ochenta; estos son dirigidos desde un punto de vista epistemológico tendientes a proveer una enseñanza de las ciencias acorde con un entendimiento de la metodología científica; estos modelos de corte constructivistas asumen el desempeño docente en relación con la existencia de un curriculum oculto que determina la enseñanza de los alumnos en donde la epistemología del profesor afecta el modo en que se enfoca el proceso de enseñanza (¿???) por tal motivo, se retoma la perspectiva de Jensen quien considera que el estudio de la química proporciona un prototipo de cómo organizar lógicamente conceptos y modelos de química, a partir de la pregunta que él plantea ¿tiene la química una estructura lógica? Realizando un esquema de clasificación a partir de su visión de cómo podría parecer la estructura lógica de la misma. Dividiendo los conceptos y los modelos de la química dentro de tres categorías o dimensiones basados en si ellos se tratan de composición/estructura con energía, o con el rol de tiempo en procesos químicos. Cada una de estas dimensiones puede, a su vez, acercarse a uno de los tres niveles conceptuales el molar, el molecular o el eléctrico donde cada uno corresponde históricamente a una revolución química mayor (Jensen, 1998).

Tabla No2. La estructura lógica de la química.

	Dimensión Composición y estructura	Dimensión Energía	Dimensión tiempo
Nivel molar	1. composición simple relativa y sustancias compuestos puros, soluciones y mezclas. Designación empírica de alomorfos (estado, color, forma cristalográfica, α , β , etc.	4. calorimetría, entropía y calor de formación, energía libre y constantes de equilibrio	7. leyes, proporciones experimentales. parámetros experimentales, Arrhenius y / o entropía y calores de activación
Nivel molecular	2. formulas estructurales y absolutas. Racionalización de alomorfos como variaciones en composiciones absolutas (polímeros) o estructuras (isómeros).	5. interpretación molecular de entropía. Interpretación de calores de formación en términos de calores de atomización, el promedio de energías de enlace, etc. Mecánica molecular	8. mecanismos de reacciones moleculares vita molecular de entropías de activación y complejos activados
Nivel eléctrico	3. Formulas electrónicas (Lewis str. Y configuración electrónica). Variaciones..o composición nuclear (iones e isotopos) o estructura (estados excitados)	6. calculo de energías basadas en la estructura electrónica. Interpretación de espectros. Calculo de calores de atomización, entropías espectroscópicas, etc.	9. mecanismos de reacciones iónicas y fotoquímicas, efectos isotópicos. Calculo de energías de activación. Índices de reactividad electrónica.

Dentro de la propuesta de Jensen la estructura lógica de la química se desarrolla en tres revoluciones señalando la importancia de la historia para el abordaje de la química. Estas tres revoluciones están enmarcadas en un periodo histórico determinado por la evolución del conocimiento químico, la primer revolución química descrita entre 1770 y 1790, relaciona a los factores que contribuyeron a la química desde la química neumática, la teoría de la combustión y la respiración, la teoría de calcinación, la teoría de causticidad y la teoría calórica de los estados; la segunda revolución química comprendida desde 1855 hasta 1875, basada en el atomismo especulativo y la composición gravimétrica dentro de la teoría atómica, de igual manera se toma en cuenta la taxonomía orgánica, los calores específicos, las densidades de los gases y la composición volumétrica y por último la tercera revolución química extendida desde 1904 hasta 1924 la que abarca desde las hipótesis cuánticas, la tabla periódica, la electroquímica, radioactividad, tubos de descarga hasta la espectrofotometría.

A partir de esta perspectiva estructuramos un diseño curricular, que toma como concepto generador y al que categorizamos es el equilibrio químico, ya que su construcción epistemológica permite interrelacionar conceptos específicos en química logrando una estructura lógica configurándolo en una red conceptual, la cual según (Vasco, Bermúdez, Escobedo y León, 2000) consideran que una red de enunciados y proposiciones armadas con ciertas combinaciones de conceptos y relaciones configuran el subsistema declarativo de la disciplina, de química en este caso, que le permite declarar teorías explicativas sobre los problemas enfocados por dicha disciplina, en este sentido la red conceptual es complejizada en la medida en que interrelaciona los conceptos. En este orden de ideas, definimos conceptos que se interrelacionan en la red conceptual equilibrio químico, partiendo de las dimensiones que señala Jensen, como se muestra en la siguiente tabla:

Niveles/dimensiones	Estructural	Energética	Temporal
molar	Ácidos y bases Reacciones químicas Titulación, Concentraciones	enlaces	Bronsted y Lowry
molecular	Elementos, periodicidad, Nomenclatura química,	Iones, moléculas	Gilbert Lewis, Dimitry Mendeliev, Berzelius, Lothar mayer
eléctrico	Configuración electrónica	Niveles, subniveles	Erwin Schrödinger

Apreciaciones finales

De esta forma, se comparte la perspectiva de Jensen en donde la química puede y tiene una estructura lógica con unos niveles que jerarquizan el cuerpo conceptual de la misma, aunque dichos conceptos mantienen los niveles organizacionales se acomodan a las diferentes dimensiones descritas con anterioridad, como por ejemplo el concepto "reacciones químicas"; el cual varía dentro de las dimensiones dependiendo del punto de vista con el que se trabaje, si hablamos de la dimensión energética podemos referirnos a las reacciones químicas como endotérmicas y/o exotérmicas pero si se refiere a reacciones químicas como dimensión estructural nos referimos al tipo de reacción que puede ser de síntesis o de descomposición.

Además, cabe resaltar que los educadores deben evidenciar la importancia que tiene la epistemología dentro de la estructura lógica de la química, para que de esta manera se contribuya con los procesos de enseñanza-aprendizaje en el marco de la integración curricular tanto para el educando como en el educador.

Para integrar en el currículo la epistemología y la historia de la química, es necesario que el profesor reflexione frente a su práctica profesional, sabiendo si su versión de ciencia coincide con sus concepciones de enseñanza-aprendizaje, y esta como se refleja en el diseño curricular.

Bibliografía

Jensen, W. (1998). Does chemistry have a logical structure? *journal of chemical education*, 679-689.

Jensen, W. (1998). Logic, history, and the chemistry textbook. *journal of chemical education*, 817-829.

Khun, T. (1962). *la estructura de las revoluciones científicas*. Mexico: Fondo de cultura económica.

Lakatos, I. (1978). *la metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza editorial.

MEN. (1994). *Ley General de educación*. Bogota: Magisterio.

Popper, K. (1934). *La lógica de la investigación científica*.