

# Tesis de Maestría

## Maestría en Docencia de la Química

### La transposición didáctica del modelo semicuántico de Bohr

Licenciado Jorge Eliécer Moreno Ramírez

Bogotá, D. C. Colombia. Junio 19 de 2009.

#### Descripción

Corresponde al informe final de la investigación realizada para optar el título de Magíster en Docencia de la Química. Se presenta la transposición del modelo semicuántico de Bohr en libros de texto que se utilizan habitualmente en la enseñanza química en la educación media de algunos colegios de Bogotá, y en la formación de profesores de ciencias de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá, Colombia.

#### Fuentes

Se consultaron sesenta y cinco fuentes especializadas, entre libros y artículos, en las cuales se buscó información relacionada con los antecedentes y las consecuencias del modelo de N. Bohr.

#### Hipótesis

Las hipótesis elaboradas están directamente relacionadas con las preguntas formuladas en el problema de investigación y son las siguientes: es posible considerar, respecto de la confiabilidad de los libros de texto, que la transposición didáctica del modelo semicuántico de N. Bohr está enmarcada en visiones inadecuadas de la ciencia; la transposición didáctica que se hace del modelo semicuántico presente en los libros de texto analizados, no se corresponde con la proposición inicial, ya que muestra

un modelo simplificado y alejado de la propuesta que realizó Bohr en su momento.

#### Objetivos

La investigación desarrollada propuso los siguientes objetivos:

1. Caracterizar histórica y epistemológicamente el proceso que dio lugar al modelo semicuántico de Bohr basándose en la lectura y análisis de los artículos “originales”, en los que fueron propuestos las diferentes teorías y modelos que contribuyeron a la construcción del modelo.

2. Contrastar la caracterización histórico - epistemológica de los artículos originales del modelo atómico de Bohr con la presentada en los libros de texto, para determinar si hay una simplificación del modelo semicuántico de Bohr en estos últimos y si se presentan deformaciones de la actividad científica a partir del relato presentado en estos libros.

#### Justificación

Debido a que los textos de química son de uso frecuente, por los profesores para enseñar y de los estudiantes para aprender, se hace necesario establecer en qué medida, la transposición que se hace de los modelos, promueve una versión deformada de la actividad científica y una simplificación de los modelos que

se enseñan, esto último además, genera actitudes negativas hacia la ciencia por parte de los estudiantes, lo que se traduce posteriormente en fracaso escolar.

### **Marco conceptual**

Inicialmente se revisaron antecedentes que relacionan investigaciones desarrolladas en el marco de la confiabilidad de los libros de texto y la transposición didáctica a partir de estudios histórico-epistemológicos. Éstos muestran que la recontextualización de los modelos científicos lleva a una versión distorsionada del oficio de los científicos y a una simplificación del modelo que se desea presentar, lo que necesariamente produce un actuar didáctico dentro de aula. Posteriormente, se presentan los fundamentos epistemológicos e históricos que enmarcan la investigación, los aspectos pedagógicos y didácticos así como la reconstrucción histórica de la categoría filosófica de átomo y el modelo semicuántico de Bohr. Se analizan los artículos originales como fuentes primarias además de los libros de texto escogidos; posteriormente se aborda la historia de las ciencias y los campos de investigación en la didáctica de las ciencias.

### **Metodología**

Para desarrollar la investigación propuesta se estructuró la metodología en tres fases, a saber:

1. Se definió el grupo de libros de texto de educación media y de química general en los cuales se iba a caracterizar el modelo atómico de Bohr. La elección de los libros se hizo con base en una entrevista abierta que se realizó a catorce profesores de química de educación media y se

escogieron los textos que eran de mayor utilización al momento de la entrevista; se revisó el Syllabus del programa curricular de química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y se escogieron todos los textos que referían el modelo, puesto que se considera que al ser ésta la bibliografía sugerida, los profesores en formación acudirían a cualquiera de ellos para realizar sus trabajos y estudios.

2. Estudio de los documentos originales donde se describe el proceso que dio lugar a la emergencia del modelo semicuántico de N. Bohr (1913) con el fin de hacer una caracterización histórica y epistemológica, a partir de esto, se establecieron los descriptores que se iban a utilizar en el análisis de los libros de texto. Los documentos correspondieron a los artículos originales escritos por los autores, para ello se recurrió al trabajo desarrollado por la profesora Carmen Giunta del Le Moyne Collage de Nueva York, quien ha digitalizado un número importante de artículos originales (<http://web.lemoyne.edu/~giunta/>) y que se encuentran en al Web; también se recurrió a libros y artículos que reportaron investigaciones relacionadas con el tema a estudiar.

3. Se diseñaron los instrumentos de recolección de datos y análisis, para ello, se emplearon los aspectos más significativos en la caracterización histórica y epistemológica del modelo semicuántico de Bohr.

### **Recolección y tratamiento de la información**

Para recolectar la información que permitió el análisis histórico, epistemológico y didáctico relacionado con el modelo semicuántico de N. Bohr y los libros de

texto, se siguieron los siguientes pasos claramente definidos:

1. Se identificaron categorías, subcategorías y unidades de análisis para cumplir el objetivo de la investigación. Se elaboraron 15 categorías y subcategorías desde la interpretación epistemológica de modelos, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: a) si se muestra la actividad científica como resultado del azar, fruto de observaciones no teóricas, dejando de lado la creatividad, la invención que da lugar a cuerpos coherentes de conocimiento; b) si se transmiten los modelos ya elaborados sin mostrar los problemas que generaron su elaboración, sus dificultades y sus limitaciones desligados de cualquier planteamiento teórico; c) si se muestran las controversias y el trabajo científico colectivo.

2. Se elaboró una entrevista con una única pregunta abierta para ser aplicada a la muestra aleatoria de profesores de educación y se revisó el Syllabus de primer y tercer semestre de formación inicial de profesores del programa curricular de química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Bogotá D.C. de Colombia.

3. Se identificaron los criterios y descriptores de análisis con base en la reconstrucción histórica del modelo semicuántico de Bohr. Adicionalmente, los libros que resultaron seleccionados para el estudio, se identificaron con un código que consta de una letra mayúscula y un número para diferenciar cada libro, las letras utilizadas para los libros de educación media son LEM y los utilizados en formación de profesores, LFP.

4. Para identificar si los descriptores se encuentran o no en los libros de texto analizados se empleó un instrumento de resumen (Anexo 4) con los valores RS: si la referencia es satisfactoria; R: si la referencia es descriptiva en el marco de la retórica de conclusiones (Niaz, M. 2004); RI: si la referencia es incompleta; SR: si no es referenciado; r: si la referencia es errónea.

## Conclusiones

1. En líneas generales, se puede decir que la trasposición didáctica que se hace del modelo semicuántico de Bohr, en los textos analizados, genera visiones deformadas de la actividad científica, a saber:

- a. Una imagen a-problemática y a-histórica. Al mostrar el modelo acabado, no se evidencian los problemas que generaron su elaboración, su evolución ni las dificultades que se enfrentaron y que llevaron a su abandono definitivo.
- b. Una imagen rígida de la ciencia. En la descripción del modelo no se relacionan aspectos como la creatividad, la invención y la duda propia de todo proceso científico. Se mencionan los científicos que aportaron al modelo pero no la relación existente entre ellos, no se muestran los intentos de Bohr, Sommerfeld, Pauli, Goudsmit y Uhlenbeck para hacer del modelo un cuerpo coherente y estructurado desde la teoría y la experiencia; se hace énfasis en aspectos de tipo experimental como la descomposición de la luz y los espectros de líneas y se emplean expresiones como descubrimiento de..., enigmas de..., lo que supone un actividad en el marco de la observación y la experimentación de tipo empirio-positivista.

- c. Se promueve una visión positivista. No se establece cuál es la importancia del modelo y las causas que hicieron que la comunidad de especialistas se interesara en corroborarlo, se ignoran las formulaciones e hipótesis que orientan la investigación científica actual.
- d. La forma en que se presentan los aportes que hicieron otros científicos al modelo atómico semicuántico muestra una visión acumulativa y lineal del progreso científico, versión propia del empirio-positivismo, no se muestran las causas que lo originaron, los problemas que se solucionaron ni las limitaciones que se tuvieron, tampoco aquello que generó controversia con otros científicos.

2. La transposición didáctica que se hace del modelo en los textos analizados muestra una simplificación del modelo, se dejan de lado los aspectos elaborados en la propuesta de Bohr, mostrando sólo aquellos que a juicio de los autores son importantes, no se muestra, en la mayoría de los casos, la axiomatización que Bohr hizo del modelo semicuántico y que le permitió un número importante de victorias frente a las críticas de sus contradictores.

La transposición didáctica que se hace del modelo semicuántico en los textos, promueve una versión de ciencia que no está acorde con las

concepciones de la actividad científica aceptadas actualmente, es de esperarse que los estudiantes que utilizan estos libros de texto, y aún los docentes, tengan una concepción deformada de la ciencia y de la forma como trabajan las comunidades científicas.

En el caso de los profesores, esta imagen conlleva implicaciones didácticas que derivarían en un enfoque que promueve una concepción en donde el empirismo, la observación a-teórica, la descripción analítica y el aprendizaje memorístico son el que-hacer común en el aula de química, lo que refuerza la actitud negativa, hacia el estudio de las ciencias en general y de la química en particular, por parte de los estudiantes, en un momento histórico en el que se requieren personas científicamente alfabetizadas y con capacidad de decisión frente a problemas relacionados con la ciencia, la tecnología y el ambiente.

Es necesario que las comunidades de profesores se acerquen a los libros de texto de manera reflexiva y crítica, con el fin de reformular su práctica didáctica en cuanto a la enseñanza de la química, desde un punto de vista en el que primen las concepciones de ciencia acordes con los modelos epistemológicos actuales, en donde se desmitifique al científico y la actividad científica, sembrando en los estudiantes la posibilidad de estudiar y hacer ciencia.

# El Congreso de Química de Karlsruhe: una reconstrucción histórico epistemológica

Licenciada Mary Jacqueline Pinto Wandurraga

Bogotá, D. C. Colombia. 19 de Junio de 2009

## Descripción

El trabajo desarrollado a continuación esta enmarcado en los lineamientos teóricos de la historia social de la ciencia, en donde, desde un enfoque diacrónico, el contexto de los científicos y sus aportes son importantes para comprender el desarrollo de la ciencia y su evolución. A partir de ellos se hace un análisis de tipo documental acerca del Congreso de Karlsruhe, en donde se busca hacer una aproximación histórico epistemológica que permita comprender las razones que promovieron su realización, los aportes y consecuencias que se dieron, así como su incidencia en la didáctica vista como ciencia.

## Fuentes

Para la realización del presente trabajo se revisaron fuentes primarias, como los originales de las memorias generadas en el Congreso; 6 de tipo secundario, es decir documentos que referencia el congreso, 37 documentos de carácter epistemológico, didáctico e histórico, necesarios para apoyar la investigación. A continuación se relacionan las fuentes consultadas:

## Desarrollo del documento

El escrito final de la investigación cumple con los parámetros establecidos para

la presentación de trabajos de carácter investigativo, requisito para acceder a la obtención de títulos académicos; no obstante, se hace una presentación novedosa, ágil y didáctica, la cual permite al lector enterarse completamente de los pormenores de la investigación, objetivos-problema, justificación y metodología, al leer la introducción. Así mismo, los capítulos internos dan cuenta de los resultados obtenidos, examinados desde los diferentes parámetros establecidos para su análisis. Para tal efecto, el documento está distribuido en introducción, siete capítulos y conclusiones.

## Aspecto cultural, social, político y económico de la época del Congreso de Karlsruhe

Durante este capítulo se hace referencia a los hechos históricos que marcaron la época comprendida entre 1800 y 1900, para establecer aquellos acontecimientos que permitieron la realización del Congreso en 1860. Se hace un análisis del momento histórico que generó dicho evento y se establece un apartado adicional para resaltar la evolución de dos aspectos importantes en la formación de la química como ciencia: las publicaciones científicas y la formación de la comunidad científica.

## **El Congreso de Karlsruhe**

En este capítulo se hace la reconstrucción del evento objeto de la investigación. Se revisan la circular de invitación y las actas emanadas del 11 Congreso, los objetivos y la participación, para lo cual se tienen en cuenta los lineamientos de la historia social de la ciencia.

### **¿Qué se suscitó en El Congreso?**

Este capítulo hace un balance de las sesiones realizadas allí, tanto de la Comisión como del Congreso en pleno, haciendo énfasis en las intervenciones, aportes y conclusiones que se generaron.

### **¿Quiénes participaron?**

Este capítulo concentra las biografías de algunos de los participantes al congreso, las cuales permiten mostrar las relaciones sociales que se daban entre éstos, así como la parte humana de cada uno de ellos, resaltando además sus aportes a la ciencia, al congreso y a la humanidad como tal.

## **Metodología**

Este trabajo se desarrolla teniendo en cuenta los lineamientos de la historia de la ciencia, y en particular, la historia social de la misma; se hace una investigación de tipo documental, a partir de los originales (actas) emanados del congreso y de fuentes secundarias usadas para analizar, interpretar y tomar posición frente al Congreso de Karlsruhe desde una construcción histórico epistemológica del mismo, a través de matrices de análisis que permitieron dar respuesta al problema planteado y lograr los objetivos propuestos.

## **Conclusiones**

Dentro de las diferentes imágenes que se tienen sobre la ciencia y el trabajo científico, se considera que son actividades individuales y causales, alejadas del ambiente socio-histórico-económico; también se piensa que las verdades son absolutas y las personas objetivas. Imágenes difundidas muchas veces por el profesor o los mismos científicos, con miras a mantener su prestigio y respeto. Imágenes que muchas veces permanecen en los niños y que pueden ser la razón, en algunas ocasiones, de abandono escolar y actitudes negativas hacia las ciencias.

La comunidad científica es entendida por Barona J. L. (1994) como un grupo de personas que vive en medio de una situación histórica, cultural y económica determinada, dentro de la cual existen diferencias de criterio, opinión e interés. De la misma forma D. Hudson (1986), prefiere considerar la ciencia como un proceso de tres fases: creación, validación e incorporación en el cuerpo del conocimiento. Por lo tanto, luego de una inquietud individual (tal vez), debe hacer un trabajo social, de comunidad, de tal forma que cumpla con los criterios de validez dados por la misma comunidad, que es la encargada a su vez de controlar y validar el conocimiento que se construye. Una manera importante de participar de este proceso, es la publicación de trabajos académicos, característica necesaria para ser parte de la comunidad científica.

Sin embargo, nada de lo anterior hace inmutable la ciencia, ni a los científicos, ni a los estados, ni a las instituciones; la cooperación entre éstos permite un sentido democrático, objetivo y perfectible, enmarcado en la historia, esto hace que

se cambie la manera de ver la ciencia y el trabajo científico.

El Congreso de Karlsruhe, es un evento de gran interés para el estudio de la manera como pensaba el científico de la época y como realizaba su trabajo. Se destaca en las biografías revisadas, que los científicos no son desconocidos entre sí, sin embargo no se mencionan convenios, tratados de cooperación o investigaciones realizadas por varios de ellos y en las que realicen algún aporte; quizá esto explique la variedad conceptual, las diversas nomenclaturas y símbolos empleados en aquella época. Todo esto lleva a concluir que, a partir del trabajo realizado en Karlsruhe, se cambia la manera de hacer ciencia, se pasa de lo individual a lo comunitario, también de lo íntimo a lo público, esto último a través de la publicación en revistas especializadas y de la participación en eventos en los cuales se discuten los avances y se dan parámetros para el trabajo posterior.

Otro aspecto para tener en cuenta es la masiva participación de científicos europeos, y de ninguna mujer en el Congreso. Observando la historia de ambos continentes es posible ver como mientras en Europa se habla de técnica, de industrialización, de inversión en educación, de agrupaciones no solo obreras sino académicas; en América apenas llegaban visos de modernismo y sólo se pensaba en la libertad y en la conformación de estados. Quizá esta sea una de las razones que explica la escasa asistencia de científicos americanos, especialmente de suramericanos al Congreso de Karlsruhe. El congreso se desarrolla en una época de imperante machismo, en un momento en el cual la mujer no es valorada ni significada, en el

que no tenía derecho a la participación, esta es una de las razones por las cuales no hay contribución femenina.

Así mismo se destaca que la idea inicial de realizar el Congreso fue de Kekulé, pero se hizo realidad con la ayuda de sus colegas y amigos Weltzient y Wurtz. Las invitaciones para participar en este evento iban dirigidas a amigos, compañeros de estudio o de trabajo, colegas de laboratorios o de investigación; también hay que decir que la parte social fue decisiva para su realización. Además, el momento histórico en el que se realizó el Congreso fue fundamental para lograr llevar a término la idea inicial: unificación alemana, agremiaciones obreras, industrialización, ambiente académico. Pero como lo social también era un fin, se buscaba mejorar la comunicación entre ellos y otros científicos de la época, mejorar los procesos de enseñanza de la química a los principiantes e internacionalizar dicha ciencia.

Weltzien (Wurtz, 1860) en su discurso de inauguración, plantea la necesidad de unificar criterios para mejorar los procesos de enseñanza y generar un mayor progreso, relacionando la necesidad de imbuir al formando en la exigencia de la ciencia para que más adelante la enseñe de forma sucinta. Aquí cobra validez la necesidad de mejorar los procesos de formación inicial y continua de profesores, en donde la claridad conceptual es imprescindible, así como la manera en que la ciencia se presenta en los libros de texto. Un objetivo del Congreso fue la unificación de la nomenclatura, sin embargo, para que esto se diera, fue necesaria la unificación de conceptos fundamentales como el de molécula o átomo, sobre los cuales posteriormente no se generaron acuerdos.

Aunque no se alcanzaron los objetivos para los se convocó el Congreso, si se consiguió reunir a una gran cantidad de científicos, permitiéndoles establecer contactos entre ellos, generando la necesidad de comunicar sus ideas, de inquietarlos sobre los temas allí expuestos y permitió a Cannizzaro, además de presentar su libro, recordar los postulados de Avogadro y los principios de Berzelius y Gerhart. De acuerdo con lo planteado hasta ahora, para lograr entender este evento es necesario revisar los lineamientos de la historia social de la ciencia, los cuales permiten tener una visión más completa de las razones por las cuales se convocó, los resultados allí obtenidos y sus consecuencias.

### **Reflexiones finales**

La realización del Congreso de Karlsruhe fue el resultado de una serie de factores que se fueron sumando, como la revolución industrial, el enfrentamiento de líderes políticos, el auge del positivismo, el avance científico, la necesidad de organizarse social, política y científicamente estandarizando la producción, la información y la comunicación.

En cuanto a la versión de ciencia, también se da un salto, pasando de la ciencia como producto a la ciencia como actividad (Gallego R. B. & Gallego T. A., 2008). Pasando del conocimiento como asunto individual a concebirlo como una construcción dada dentro de una comunidad; dejando de considerar las verdades científicas como absolutas para pasar a verlas como el resultado las decisiones unánimes de la comunidad.

Con el Congreso se crea la necesidad de comunicarse y de aprovechar los medios ya existentes para tal fin; de estandarizar los símbolos y conceptos

usados para permitir que esa comunicación sea efectiva; de dar a conocer y discutir acerca de los avances; fortaleciendo con todo esto, el concepto de comunidad, especialmente para el caso de la química, pues los mismos criterios ya se manejaban en reuniones del mismo estilo que el del Congreso, pero en las cuales asistían hombres que trabajaban en ciencias naturales en general pero no en áreas específicas como la química.

A partir del Congreso toma relevancia la formación integral de profesores en formación y en ejercicio, con el principio de que entre más claros son los conceptos y más riguroso es el trabajo científico desarrollado, los resultados de aprendizaje de los estudiantes son mayores. Aspectos que hoy, en congresos de formación de profesores, se retoman y se exigen.

Es necesario conocer los aspectos que enmarcan el desarrollo científico para entender el por qué de su realización, sabiendo que éstos son generados y desarrollados por seres humanos inmersos en una sociedad, la cual influye en cada uno, y por lo tanto sus aportes.

El estudio de documentos científicos e históricos debe incluir la historia social de la ciencia, pues ésta permite tener una mirada más completa de todos los aspectos que han podido afectar el hecho, tal como se concluye en esta investigación.

Aunque en el desarrollo del Congreso no se llegó a acuerdos, posteriormente se generaron más y mejores resultados en las investigaciones de los científicos asistentes, destacándose los trabajos realizados sobre organización de elementos y tabla periódica.

Queda claro que es necesaria la inclusión de la historia de la ciencia en la

enseñanza de la misma, ya que permite tener una visión más cercana de lo qué es y del trabajo científico como tal, y permite al estudiante entender sus lineamientos, su evolución y posibilitándole la participación y toma de posición frente a los aspectos de su entorno.

Con esta investigación queda abierta la posibilidad de continuar trabajando en la revisión de la historia de la ciencia, particularmente de la química, permitiendo aportar a la didáctica y a la pedagogía, comprendiendo su evolución y sus efectos en el saber.

## **Enseñanza y aprendizaje del concepto de “materia; elementos, compuestos y mezclas”, dirigido a estudiantes sordos(as) utilizando como apoyo didáctico las TIC**

Licenciada Laksmi Latorre Martínez

### **Descripción**

La presente investigación se fundamenta dentro del campo de la metodología y la didáctica de las ciencias en el proceso de inclusión del estudiante sordo(a) y oyente en el aula de clases. El proyecto favorece la creación de espacios para fortalecer las competencias lectora y escritora del castellano y la LSC desde la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.

Todo, a través de la implementación en la plataforma de Moodle, de una serie de recursos (videos interactivos, lecturas, foros, cuestionarios, tareas, documentos, links de búsqueda, etc.) La propuesta pedagógica busca fortalecer las competencias de 50 estudiantes de los ciclos 3 y 5 del Colegio Manuela Beltrán en el marco del PEI y con la Integración del estudiante sordo(a) al aula regular de clases; por tal razón, y en atención a la diversidad sensorial, se busca fortalecer las competencias para interpretar situaciones, establecer condiciones, y formular regularidades e hipótesis.

El objeto de estudio de la investigación se centra en temáticas sobre materia, elementos, compuestos y mezclas, promoviendo la enseñanza y el aprendizaje de este referente teórico desde el fortalecimiento de competencias para lograr acceder a un “saber hacer en contexto”.

### **Contenidos**

Uno de los propósitos de la educación colombiana es que los estudiantes desarrollen capacidades, habilidades, destrezas y adquieran conocimientos a través de diversas experiencias de aprendizaje con el fin de integrar a los jóvenes activamente a la sociedad de la que forman parte. La enseñanza de las ciencias, en el marco de un programa educativo, se justifica cuando produce cambios en el estudiante en cuanto a su manera de pensar, razonar, interpretar y argumentar; en los valores que asigne a lo que siente y a lo que hace.

En un proyecto de enseñanza-aprendizaje para los sordos(as), la metodolo-

gía de la enseñanza es particularmente importante, no sólo como la presentación de un conjunto de principios, leyes y teorías, sino como toda una experiencia de aprendizaje (sensorial) que se manifiesta en la aplicación e integración de información a través de la teorización y experimentación visual. Es importante que también desde la educación en ciencias, se valore la reflexión sobre conocimiento; se debe pretender que los estudiantes entiendan lo que significa “conocer” (Savater, 1991).

Este proyecto se fundamenta jurídica y pedagógicamente en los lineamientos curriculares provenientes del MEN; la propuesta del ICFES; el Decreto 230; la Ley 115; el proyecto 2061; los estándares de Ciencias Naturales; el PEI Institucional apoyado en el Decreto 2082 de 1996 (Artículos 12, 13 y 14), la Resolución 1515 del 2000, el Decreto 3020 del 2002, y, recientemente, el decreto 470 de octubre de 2007, por el cual se adopta la Política Pública de Discapacidad para el Distrito capital; por supuesto, hay que mencionar los aportes de investigadores e innovadores inquietos que intentan, en nuestra institución, hacer innovación, acercamiento pedagógico y didáctico, desde una nueva perspectiva de aprendizaje de la química, al promover su estudio y conocimiento en estudiantes sordos (as); la ley 982 de agosto de 2005, por la cual se establecen normas tendientes a la equiparación de oportunidades para las personas sordas y sordociegas.

El sistema educativo colombiano cuenta con instituciones que implementan estrategias de apoyo a programas realizados en la perspectiva de una educación para la diversidad. Sin embargo, aún no se han logrado consolidar

modelos o propuestas didácticas que desarrollen las habilidades cognitivas, comunicativas y adaptativas necesarias para la permanencia y promoción de éstas personas en el sistema educativo regular.

Las TIC pueden apoyar significativamente el proceso de desarrollo de las personas con discapacidad, facilitando su desempeño autónomo en contextos y entornos diversos. El reto es utilizar estas herramientas para diseñar ambientes de aprendizaje con menos restricciones, en los cuales estas personas puedan aprovechar sus capacidades. Como señala Sánchez (1991), las TIC son un valioso soporte para disminuir las diferencias, ritmos y estilos de aprendizaje individuales, y para ofrecer a los estudiantes un acceso más rico y dinámico al conocimiento.

En el campo de la atención a las personas en situación de discapacidad, el paso de un paradigma deficitario, focalizado en el ámbito sanitario y rehabilitador, a un paradigma sociológico y contextual fundamentado en la aplicación de servicios y apoyos normalizados, potencia la participación de esta población en la vida social, atendiendo a sus capacidades, motivaciones e intereses. Este paradigma sociológico y contextual ofrece un lugar de acción más dinámico e innovador para las TIC, que el acostumbrado en la educación tradicional, en donde simplemente desempeñaban un rol compensatorio de la discapacidad (Muntaner, 2000).

Estas tecnologías han sido diseñadas para mediar el aprendizaje y el desarrollo de ciertas destrezas de naturaleza sensorial, motriz, cognitiva, o comunicativa; ofrecen así condiciones para hacer más viable el proceso de integración al

aula de alumnos con necesidades educativas especiales. Por ejemplo, el dominio de la escritura puede representar un logro que desborda las posibilidades de algunos niños con discapacidad física debido a sus dificultades en la coordinación viso motriz. Un procesador de textos o un programa que reconozca la voz, ofrecen condiciones que reducen este tipo de limitaciones.

Para muchos de estos alumnos, puede ser más fácil hablar frente a un micrófono u oprimir una tecla, que dibujar con un lápiz los rasgos de una letra. Estas herramientas también facilitan la tarea de preparar, revisar y corregir un texto escrito, haciéndolo más legible y comprensible. Compensadas así estas dificultades, los alumnos con necesidades educativas especiales pueden trabajar con sus compañeros de aula regular en condiciones más equitativas (Rivera, 2000).

La escuela está cada vez más urgida de arbitrar los medios adecuados para ofrecer educación a todos los alumnos de acuerdo con sus necesidades, incluidos aquellos en situación de discapacidad. A propósito, López (1997) afirma: “La diversidad es un hecho inherente al desarrollo humano, y la educación escolar tendrá que asegurar un equilibrio entre la necesaria comprensión del currículum y la innegable diversidad de los alumnos” (p. 190). La puesta en práctica de una escuela comprensiva exige responder adecuadamente al reto que plantea la diversidad, la aceptación, la comprensión y la intervención.

Las TIC pueden servir de soporte a un modelo distinto de institución educativa que, trascendiendo la escuela tradicional y excluyente, promueva una que sea renovada, integradora y comprensiva,

que acoja a todos los alumnos sin distinciones de alguna clase. Muntaner (2000) describe así el tipo de ayudas que ofrecen las TIC para la integración y participación de las personas con necesidades educativas especiales en el sistema regular: “Los computadores facilitan la comunicación y la interacción con los demás, estimulan la expresión oral y escrita, favorecen la interacción y el diálogo espontáneo”.

Las ayudas permiten a las personas con discapacidad manejar de forma autónoma los elementos y aparatos de su entorno, intervenir sobre su ambiente con instrumentos intermediarios adecuados a su habilidad; manejar sin ayuda aparatos cotidianos como el teléfono, el televisor, la radio, las luces, entre otras; hacen posible la inserción laboral a través de experiencias de teletrabajo. Por otra parte, la utilización de las redes telemáticas facilita el aprendizaje a distancia, aspecto muy útil en casos de aislamiento geográfico o de personas con graves dificultades de movilidad. (p. 8).

Según Rivera (2000), entre las ventajas que ofrecen las TIC a la educación de personas con necesidades educativas se destacan las siguientes:

- La posibilidad de segmentar el aprendizaje en sus componentes siguiendo una secuencia lógica.
- La posibilidad de realizar prácticas repetidas y variadas de destrezas necesarias para consolidar diversos aprendizajes.
- Las ayudas que ofrecen para el aprendizaje de conceptos esenciales en las diferentes áreas del currículum, tales como simulaciones, animaciones o videos.
- El potencial que tienen para compensar deficiencias en áreas del desarrollo sensorial, motriz, cognitivo y comunicativo.

- Es una responsabilidad social orientar a las personas con necesidades educativas alternativas de formación, para que aprovechen de manera creativa y eficaz las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Con gran lucidez Negroponte (1995) afirma: “Quizá lo que sucede en nuestra sociedad es que no son tantos los niños incapacitados para aprender y lo que hay son más entornos incapaces de enseñar de lo que creemos. El ordenador cambia esta situación capacitándonos para llegar a los niños con estilos cognitivos y pedagógicos diferentes” (p. 235). Las TIC entrañan una gran promesa para las personas en situación de discapacidad, no como una alternativa que corrige, elimina o repara la discapacidad individual, sino como un abanico de posibilidades para que estas personas se incorporen a la sociedad como individuos con plenos derechos e igualdad de oportunidades.

### **Metodología**

Esta investigación es de tipo documental, enmarcada en el procedimiento que refiere Arias (2001) sobre proyecto factible, el cual se define como una “propuesta de acción para resolver un problema práctico o satisfacer una necesidad”. La propuesta contempló la revisión de textos, revistas, tesis de grado, artículos científicos, documentos y archivos educativos (SED, INSOR, FENASCOL, MEN, PEI). Luego, se definió muestra de la población objeto de estudio (estudiantes sordos, sordas y oyentes del Colegio Manuela Beltrán de los ciclos tercero y quinto) y se realizó un reconocimiento del programa de inclusión escolar en el marco de un contexto social y humano.

Se propusieron 5 fases para la realización de ese proyecto, la primera, denominada “diagnóstico”, permitió desde la aplicación de los instrumentos “socialización lecto escritora del estudiante sordo(a), y el test de actitudes frente a la química”, orientar el trabajo en el aula con respecto a las actitudes frente a la química y frente a los procesos de socialización lecto escritora de los estudiantes sordos, sordas y oyentes.

En la segunda fase llamada “diseño”, se propuso la construcción y adaptación de dos instrumentos denominados “caracterización de las actitudes y los hábitos de los estudiantes en relación con la química” y “actitud de los estudiantes frente a las actividades virtuales”. El primer instrumento tenía como objetivo caracterizar las actitudes y los hábitos de los estudiantes bajo el análisis de tres dimensiones consideradas por Almeida (2005): la organización y comprensión de la información, el esfuerzo y la persistencia en las tareas y la ansiedad en situación de examen. La información suministrada por los dos instrumentos se organizó en un formato tipo Likert. La tercera fase, considerada como de “intervención”, puso en práctica la adecuación e implementación de la plataforma de Moodle, a través de la adquisición de un dominio en internet referenciado en la página: [www.lakimicadelossordos.com](http://www.lakimicadelossordos.com), desde la cual se organizaron los diferentes recursos y tareas; vinculando MECs de orden heurístico y algorítmico; reconociendo inicialmente el software interactivo Índice, de la página web [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_incision\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/indic.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_incision_interactiva_materia/curso/materiales/indic.htm). Este software, apoyado por videos para estudiantes sordos y oyentes, organiza-

dos con la estructura propia de la LSC y con sonido en atención a la diversidad sensorial, promovió el acercamiento de dos comunidades y el fortalecimiento de las competencias en química.

En la cuarta fase de “análisis de la ejecución”, se realizó un estudio que contempló el análisis de las fortalezas en las competencias que desarrollaron los estudiantes sordos(as) y oyentes inscritos en el programa. Todo, a partir de la revisión de las hojas de seguimiento en la cartilla “Ser sordo, ser diverso”, elaborada como herramienta de apoyo al proceso de trabajo interactivo dentro de la plataforma, los resultados obtenidos desde la aplicación de test y la formulación de preguntas problema que los estudiantes lograron socializar.

En la quinta fase llamada “validación de competencias”, se organizó y tabuló la información obtenida de la aplicación de los instrumentos utilizados para el reconocimiento del fortalecimiento de las competencias en química (test de ideas previas y hoja de seguimiento de la cartilla) desde los referentes teóricos materia, elementos, compuestos y mezclas. Cabe anotar que dada la proyección de la investigación, se requirió continuamente de un análisis y una reflexión permanente de los procesos implementados y ejecutados.

### Conclusiones

Luego de diseñar e implementar la estrategia Pedagógica utilizando como apoyo Didáctico y Metodológico las TIC para fortalecer las competencias en química de los estudiantes sordos(as) y oyentes del ciclo 5 del Colegio Manuela Beltrán desde los referentes teóricos *materia, elementos, compuestos y mezclas*, se puede concluir lo siguiente:

- a. Se hizo evidente el cumplimiento del objetivo general, en la medida en que los estudiantes fortalecieron sus competencias científicas, de método y de formación, en química, desde la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química del referente teórico *materia, elementos, compuestos y mezclas*.
- b. Se concluye, a partir de los resultados obtenidos, en cuanto al desarrollo de las competencias desde el referente teórico *materia, elementos, compuestos y mezclas*, que sobre la muestra de 35 estudiantes evaluados procesualmente durante la investigación, el 54.2% (para una media de 19.2) se encuentra en el nivel excelente (E), el 34.2% (Media de 12.2) en sobresaliente (S), el 5.7% (Media de 2.4) en aceptable (A) y el 2.8% (Media de 1.2) se encuentra mostrando insuficiencia.
- c. Las actitudes, el compromiso y la responsabilidad de los estudiantes fue notorio durante la investigación. Se observó a través del desarrollo de las diferentes tareas y actividades propuestas, un alto aprecio por el conocimiento de las diferentes temáticas propuestas por la química.
- d. La implementación de la propuesta permite ver avances en el fortalecimiento de las competencias de los estudiantes de la muestra. Antes de la implementación, un 37.5% de estudiantes presentaron respuestas correctas, un 35% parcialmente correctas, y un 27.50% incorrectas; mientras que después del ejercicio, un 82.85% de estudiantes obtuvo respuestas correctas y sólo un 17.14% presentó respuestas incorrectas.
- e. Respecto al diseño, desarrollo e implementación de los MECs propuestos por Galvis (1994), se ratifica la necesidad de buscar y seleccionar medios educativos computacionales dirigidos hacia entornos didácticos y hacia una población proyectada en la inclusión.

- f. Respecto a la aplicación de la estrategia utilizada en esta investigación, es conveniente valorar el significado que tiene la implementación de la plataforma de Moodle, la cual ofrece una amplia variedad de herramientas pedagógicas apoyando el enfoque de construcción social del conocimiento; adicional a esto, permite apoyar la formación didáctica y metodológica de los maestros.
- g. El dominio web: [www.lakimicadelossordos.com](http://www.lakimicadelossordos.com) se convirtió en un ambiente educativo que trascendió la escuela, pues permitió a los estudiantes sordos, sordas y oyentes, entrar en los ambientes culturales, sociales y educativos de las ciencias, acercándolos en la diversidad sensorial.
- h. Se reconocen las bondades de los MECs heurísticos y algorítmicos, así como sus desventajas, pero queda claro desde la investigación realizada, la inclinación de los estudiantes sordos(as) por los MECs algorítmicos, debido a que favorecen la memoria visual de los estudiantes.
- i. Así como lo expresó Medina (1995), el apoyo didáctico a estudiantes sordos y sordas, a través de las dinámicas interactivas, promueve el aprendizaje de los estudiantes, despertando el interés y la motivación por el color, la fotografía, los dibujos, la interacción visual, y el manejo directo del tema desde el computador y las herramientas computacionales.
- j. La organización jerárquica de contenidos temáticos bien desarrollados en procesos interactivos, permite que el estudiante acceda al conocimiento con mayor facilidad, dada la estructura de árbol que le permite navegar por el contenido temático según su propio nivel de competencias.
- k. El desarrollo metodológico en el aula, en el proceso de interacción con el tema, permitió que los estudiantes sordos, sordas y oyentes, mediante la simulación y la interacción, aplicaran elementos del método científico como la observación, la experimentación y la interpretación.
- l. Como lo refirió Araujo (2004), el manejo adecuado de las TIC eleva la calidad y productividad de los proyectos de estudio de los estudiantes, promoviendo desarrollos cognitivos, en torno al desarrollo de referentes conceptuales, actitudinales y procedimentales como el uso y seguimiento de la cartilla, la elaboración de redes, la participación en interactivos de laboratorio, exposiciones, debates, foros, entre otros.
- m. La aplicación de las TIC debe respetar la diversidad sensorial y lingüística de los estudiantes en el proceso de inclusión, por lo cual se debe promover el uso de herramientas que caractericen la LSC como primera lengua para los sordos y sordas y el castellano oral y escrito como segunda lengua. Sin embargo se debe enfatizar en la necesidad de trabajar con mayor decisión en las actividades lectoras y escritoras desde el castellano, promoviendo así el desarrollo integral de los estudiantes.
- n. La presencia del intérprete dentro de la propuesta pedagógica es fundamental, dado que se convierte en un puente sensorial al ser el interlocutor entre el objeto de estudio y el estado sensible del estudiante sordo o sorda.
- o. La cartilla, como instrumento pedagógico para el programa de inclusión, permite realizar un seguimiento procesual continuo en los avances realizados por los estudiantes en las competencias lectoras y escritoras, así como en las competencias disciplinares de la signatura.
- p. Las evaluaciones escritas para los estudiantes sordos y sordas deben ser apropiadas, es decir, manejar textos cortos y de fácil comprensión, con una mayor carga algorítmica, de símbolos, dibujos y esquemas que favorezcan la condición sensorial de los estudiantes.
- q. El análisis de los instrumentos muestra que las actividades virtuales ayudan en el

proceso de organización y comprensión de la información, pero se hace necesario buscar y/o diseñar actividades que contribuyan a facilitar la comprensión de conceptos químicos, para así contribuir al proceso de construcción del conocimiento científico por parte del estudiante.

- r. La organización de un dominio en la plataforma de Moodle como [www.lakimicadelossordos.com](http://www.lakimicadelossordos.com) debe considerarse como alternativa de solución para el trabajo de los docentes de las instituciones que carecen de una gran cantidad de elementos y herramientas de trabajo. Con la implementación de la estrategia pedagógica en general, los estudiantes sordos y sordas en el proyecto de integración escolar, lograron mejorar la capacidad para analizar gráficas y figuras, describir procesos, aplicar conceptos

desde la teoría y la práctica, vincular las conceptualizaciones químicas con su cotidianidad, realizar interpretaciones más concretas en el campo disciplinar en su primera lengua, la LSC y algunas conceptualizaciones requeridas desde el castellano en forma oral y escrita.

Los estudiantes inscritos en el programa mostraron habilidad para la búsqueda y el manejo de la información, para organizar su trabajo, para reconocer las bondades del trabajo en equipo, reconocieron su fobia a lo tecnológico, pero sobre todo, fortalecieron sus competencias para proponer soluciones a situaciones problema planteadas desde la química, permitiéndole acceder al conocimiento del referente teórico planteado de *materia, elementos, compuestos y las mezclas*.

## Aprendizaje por investigación del concepto de equilibrio químico

Amaury Esalas Morelo

### Palabras clave

Equilibrio químico, aprendizaje por Investigación, constructivismo, reversibilidad, constante de equilibrio, cociente de reacción principio de Le Chatelier.

### Descripción

Hoy más que nunca ser docente es una responsabilidad social, se tiene entre manos la formación de las futuras generaciones de profesionales que han de servir a la sociedad desde diferentes ámbitos. Ante tal responsabilidad, es necesario examinar críticamente la eficacia de nuestra labor e incursionar en el campo de la investigación educativa, a fin de brindar aportes al mejoramiento de la calidad de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general, y de

la química en particular. Todo esto nos compromete con una verdadera transformación intelectual de los estudiantes, preguntándonos cómo abordan el aprendizaje de los diferentes conceptos científicos y muy especialmente, el concepto de equilibrio químico.

En este trabajo se abordan primordialmente las dificultades de los estudiantes para interpretar la constante de equilibrio y el manejo de los conceptos básicos asociados al equilibrio químico. Igualmente, se busca presentar alternativas metodológicas para la enseñanza del equilibrio químico dentro del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje por investigación, que favorece el mejoramiento de la enseñanza de los

conceptos científicos. Se diseñará una estrategia didáctica basada en situaciones problemáticas que favorecerá la comprensión por parte de los estudiantes, de los conceptos referentes al equilibrio químico.

### Fuentes

Se utilizaron 10 libros de distintas editoriales, se consultaron ocho (8) tipos de revistas científicas y se hizo igualmente, uso de la Internet. Se utilizó como libro guía la *General Chemistry*, de Hill, Prentucci Perry y editorial McGraw-Hill. También se utilizaron los textos: *Química, la ciencia central* de la editorial Pearson, Prentice Hall, la *Química general* de la editorial Internacional Thomson, entre otros. Se consultaron artículos en revistas científicas indexadas: *Science Education*, 62, pp. 223-232, 1978; *Internacional Journal of Science Education*, 20 (4), pp. 379-392, 1998; *Enseñanza de las ciencias* 13[1], pp. 72-80, 1995, entre otras.

### Contenidos

El autor pone de manifiesto cómo el aprendizaje de los diferentes conceptos científicos, y muy especialmente el concepto de Equilibrio Químico, está mediado por métodos de enseñanza a nivel de secundaria, (por los docentes) con una visión de ciencia empirista, positivista e inductivista y una didáctica basada fundamentalmente en la transmisión-asimilación de conceptos alejados de los principios varios del constructivismo, lo que no contribuye a la formación científica de los estudiantes de secundaria y particularmente a los de décimo grado.

El investigador deja claro que una estrategia metodológica basada en el modelo didáctico de enseñanza y

aprendizaje por investigación (modelo constructivista) permite un cambio conceptual, metodológico y actitudinal en los estudiantes alrededor del concepto de equilibrio químico. Este hecho se sustenta en que el modelo constructivista posee la suficiente consistencia y coherencia para el aprendizaje del concepto de equilibrio químico, así como de aquellos conceptos relacionados con el mismo; hace posible la familiarización con la metodología científica y la generación de actitudes positivas hacia la química en general.

De acuerdo con el docente investigador, una metodología de corte programado permite comprender cuales son los problemas de aprendizaje que tienen los estudiantes de décimo grado para abordar el tema del equilibrio químico y sus conceptos asociados, esto es más factible si se coloca a los estudiantes en situaciones problemáticas para luego observar como las resuelven. El profesor en este caso debe ser un guía, quien además tenga claro a donde deben llegar los estudiantes.

### Metodología

La investigación fue llevada a cabo en una institución bilingüe con más de 25 años de servicio y ubicada en la sabana de Bogotá. La población objeto de estudio estuvo compuesta por sesenta y dos estudiantes de décimo grado repartidos en tres cursos.

Se utilizaron tres instrumentos. El primero consistió en una prueba de entrada que determinó las dificultades reales que poseían los estudiantes, igualmente, determinó cuáles eran sus ideas previas o preconcepciones respecto al equilibrio químico. El segundo instrumento consistió en un programa guía diseñado

para atacar cada una de las dificultades identificadas con el instrumento uno. El programa guía se componía de situaciones problemas que eran planteadas por el docente y solucionadas por los estudiantes con el apoyo del profesor. El programa guía también contenía evaluaciones de cada uno de los temas que se abordaba, a fin de corroborar su aprendizaje por parte de los alumnos. Finalmente, el tercer instrumento fue una prueba de salida que evaluó todas las dificultades detectadas y otros temas estudiados en el programa guía.

### Conclusiones

Se establecen conclusiones sobre las ideas previas de los estudiantes, la metodología empleada y el impacto de la estrategia utilizada. Teniendo en cuenta el primero de estos tres aspectos se concluye que los estudiantes:

- . Tienden a asociar el concepto de equilibrio químico con el de equilibrio mecánico.
  - . Relacionan el concepto de equilibrio con algo estático y no conciben un equilibrio dinámico.
  - . Se les dificulta la idea de la existencia de una reacción inversa o de derecha a izquierda.
  - . No conciben la ruptura y formación de nuevos enlaces en una reacción química.
- En lo referente a la metodología empleada se puede concluir que:
- . La estrategia metodológica y didáctica enmarcada dentro del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje por investigación, experimentada con un grupo de estudiantes de décimo grado, favorece el aprendizaje de los conceptos implícitos en el tema de equilibrio químico.
  - . La estrategia presenta la información al estudiante en forma de situaciones

problemas, generando en él o ella interrogantes que lo conducen a una búsqueda de posibles soluciones y para ello hace uso de las herramientas a su disposición.

- . Dicha estrategia exige al profesor replantear los contenidos tradicionales en términos de problemas y realizar un permanente direccionamiento en el trabajo en grupo de los estudiantes.
- . En cuanto al estudiante, la estrategia le exige compromiso con su proceso de aprendizaje, lo cual demanda cambios frente a la manera de enfrentar situaciones problema.
- . Los programas guías, como forma de concretar el modelo didáctico, marco de la investigación sugerido en forma totalmente flexible, admiten crítica y re-estructuración, lo que confiere a la labor docente un sentido de actividad investigativa.

En cuanto al impacto de la estrategia utilizada se concluye que ésta:

- . Hace que los estudiantes sean capaces de identificar que una reacción química implica ruptura y formación de enlaces.
- . Posibilita que los educandos diferencien entre lo que es una ecuación y una reacción química.
- . Facilita la identificación de una reacción química como exotérmica o endotérmica.
- . Hace posible que los estudiantes identifiquen una reacción química como reversible o irreversible partiendo de la forma en que está escrita la ecuación de la reacción.
- . Permite que los estudiantes relacionen la reversibilidad con el equilibrio químico e incluso enuncien ejemplos de fenómenos naturales reversibles e irreversibles.
- . Facilita que los estudiantes diferencien el equilibrio químico del mecánico, teniendo en cuenta si tal equilibrio está en estado estático o dinámico, entre otras.

## Maestría en Docencia de las Matemáticas

### Geometría dinámica en el proceso de definir

Orlando Aya Corredor  
Armando Echeverry Gaitán

Bogotá, D. C. Colombia. 24 de Junio de 2009

#### Palabras claves

Definiciones, altura de un triángulo, cuadrado, rectángulo, definición del concepto, imagen conceptual, conceptos figurales, espacios de ejemplos, definir constructivamente, definir descriptivamente, proceso de conceptualización, geometría dinámica.

#### Descripción

La presente investigación pretende dar respuesta a la pregunta ¿Cómo apoya el uso de un entorno de geometría dinámica, el proceso de conceptualización y particularmente, de la construcción, evaluación y uso de definiciones? Para ello se abordó, entre otras, el estudio de las siguientes temáticas: la formulación teórica de Tall y Vinner acerca de la “imagen conceptual” y la “definición del concepto” en el contexto del Pensamiento Matemático Avanzado; el análisis de los procesos de definir constructivamente y descriptivamente de Villiers; la teoría de los “conceptos figurales” de Fishbeim; la teoría de los espacios de ejemplos de Wason y Mason; El constructo teórico del concepto influenciado de Edwards y Ward; la clasificación de las definiciones de Villiers, Linchevsky, Vinner, Karsenty, y Govender.

Se tomaron diversos registros de información: audio y video de clases de dos de los espacios académicos, Elementos de Geometría y Geometría

Plana, de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, algunas producciones de los estudiantes y un cuestionario de 9 preguntas con tareas de justificación y argumentación frente a las definiciones de los objetos geométricos altura de un triángulo, cuadrado y rectángulo. Los resultados obtenidos de su aplicación se analizan con base en unas categorías emergentes cuyos referentes teóricos principales son de Villiers, Wason y Mason.

#### Fuentes

Se consultaron 4 libros, una tesis doctoral y 28 artículos. Entre ellos se destacan los siguientes:

Calvo, C. (2001). *Estudio sobre el papel de las definiciones y las demostraciones en cursos preuniversitarios de Cálculo Diferencial e Integral*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Didáctica de las Matemáticas y de las Ciencias Experimentales.

De Villiers, M. (1998). ¿To Teach Definitions in Geometry or Teach to Define? In A. Olivier & K. Newstead (eds.), *Proceedings of the Twenty-second International Conference for the Psychology of Mathematics Education*. University of Stellenbosch: Stellenbosch, 12-17 July 1998. (2), 248-255.

Edwards B. y Ward, M. (2004). Surprises from Mathematics Education

Research: Student (Mis) use of Mathematical Definitions. Mayo *The Mathematical Association of America* [Monthly 111]

Fischbein, E. (1993). La teoría de los conceptos figurales. Traducción de Víctor Larios Osorios; tomada de: *Educational Studies in Mathematics* 24 (2): 139-162, 1993.

Furinghetti, F. & Paola, D. (2000). Definition As a Teaching Object: A Preliminary Study. Nakahara & Okayama (eds.). *Proceedings of PME 24 (Hiros-hima)*, 2, 289-296.

Govender, R. (2002). Constructive Evaluation Of Definitions In a Sketchpad Context, Paper presented at AMESA 2002, 1-5 July 2002, Univ. Natal, Durban, South Africa Dept. of Education & Culture, Teaching & Learning Services - Mathematicss Michael de Villiers Mathematicss Education, Univ. Durban-Westville.

Herbst, P., González, G. & Macke, M. (2005). How Can Geometry Students Understand What it Means to define in Mathematics?. *The Mathematicss Educator*, 15(2), 17-24.

Perry, P.; Camargo, L., Samper, C. y Rojas C. (2006). *Actividad demostrativa en la formación inicial del profesor de matemáticas*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá: Editorial Nomos.

Tall, D. et al. (2002). *Advanced Mathematical Thinking*. A. J. Bishop Managing Editor. Kluwer Academic Publishers, New York. Caps. I, II, V, XIV.

Watson, A. & Mason, J. (2002). "Extending example spaces as a learning/teaching strategy in mathematics", in A. Cockburn y E. Nardi (eds.) *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of*

*Mathematics Education*, Norwich, UK, Vol. 4, 377-385.

Además se tomaron registros de audio y video de las clases de elementos de geometría y geometría plana y se realizó un cuestionario de 9 preguntas aplicado a 25 estudiantes.

## Contenidos

El objetivo general de la investigación es analizar, primero, si un proceso de innovación apoyado en el uso de un software de geometría dinámica puede propiciar la construcción y formulación de definiciones jerárquicas y económicas, y segundo, si este proceso posibilita la formación de un espacio de ejemplos local y personal más próximo al espacio convencional de ejemplos.

Como objetivos específicos se tienen los siguientes:

1. Caracterizar la propuesta de innovación en el proceso de conceptualización, articulada con la actividad de definir, en términos del referente teórico de Villiers, se busca que los estudiantes ayuden en el proceso de conceptualización geométrica desde un trabajo reflexivo que apunte a la definición de todos los componentes del proceso.
2. Analizar las posibles implicaciones que tiene el uso de la geometría dinámica en la formulación, construcción, aceptación y uso de definiciones jerárquicas y económicas.
3. Identificar *los espacios de ejemplos* utilizados por los estudiantes, frente a un concepto geométrico específico y rastrear la influencia que en la formación del mismo puede tener el uso de la geometría dinámica.
4. Analizar las acciones referidas al uso del entorno de geometría dinámica en el proceso de conceptualización y en el contexto de la actividad demostrativa.

El trabajo está dividido en siete capítulos que se describen a continuación:

1. Revisión de literatura, en este capítulo se presentan las ideas centrales de los trabajos revisados que guardan relación con el problema de investigación.
2. Marco teórico, contiene los referentes teóricos generales sobre los que se soporta la investigación: La formulación teórica de Tall y Vinner acerca de la “imagen conceptual” y la “definición del concepto” en el contexto del pensamiento matemático avanzado. El análisis de los procesos de definir constructivamente y descriptivamente planteado por Villiers. Las teorías de los “conceptos figurales” de Fishbein y de los espacios de ejemplos de Wason y Mason, el constructo teórico del concepto influenciado de Edwards y Ward y la clasificación de las definiciones de Villiers, Linchevsky, Vinner, Karsenty, y Govender.
3. Diseño experimental, población y categorías de análisis: se expone el enfoque metodológico, la hipótesis y diseño inicial, el contexto y la población así como las unidades de análisis empleadas en el estudio.
4. Análisis del proceso de introducción de las definiciones en el curso “Elementos de Geometría”, con este título, se describe y analiza la forma en que se presentan a los estudiantes, los conceptos geométricos del primer curso de la línea de geometría de la Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Pedagógica Nacional, a partir de un proceso de conceptualización innovador que se apoya en el uso de la geometría dinámica.
5. Uso de los conceptos ya trabajados en el contexto de “demostración” en el curso de “Geometría Plana”; en éste apartado se reporta el análisis del uso de las definiciones, en el contexto teórico de la argumentación y la elaboración de demostraciones, dentro del segundo curso de la línea de geometría de la Universidad Pedagógica Nacional.

6. El cuestionario y su análisis, aquí se presentan los objetivos de cada una de las nueve preguntas diseñadas para el cuestionario y el análisis de los resultados del mismo. Se caracterizan las respuestas de los estudiantes en concordancia con las categorías presentadas en el Capítulo 5.
7. Conclusiones, se presentan para las diversas unidades de análisis y además presenta algunas sugerencias para futuros estudios y para el fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje al interior de la propuesta de innovación.

### Metodología

El estudio es de tipo descriptivo e interpretativo, con un modelo de diseño emergente (Calvo, 2001). Las categorías de análisis utilizadas para examinar los resultados de observación en el contexto de actividad demostrativa, así como del cuestionario aplicado a 25 estudiantes, son emergentes, enmarcadas en los aspectos teóricos que sirvieron de referencia para la formulación de la hipótesis. Los elementos cuantitativos son conteos simples de frecuencias que sirven de referencia para el análisis de tipo cualitativo.

### Conclusiones

La geometría dinámica permite hacer notoria la *definición personal del concepto* del estudiante y la actividad de definir un objeto puede desarrollarse de manera *constructiva* o *descriptiva*, en términos de Villiers, según las intenciones didácticas específicas.

El proceso de innovación, apoyado en el uso de geometría dinámica, contribuye a que los estudiantes amplíen su *espacio personal de ejemplos*, aproximándolo al *espacio convencional de ejemplos*, toda vez que el uso de geometría dinámica apoya la presentación de ejemplos y no

ejemplos de un objeto geométrico. Igualmente, se contribuye en la elaboración, aceptación y empleo de *definiciones de naturaleza jerárquica y económica*.

Los resultados obtenidos con la definición de altura permitieron evidenciar claramente el fenómeno propuesto por Edwards y Ward (2004) del “concepto influenciado” y la fuerza que tienen las representaciones figurales en la formación de un concepto.

El estudio no permite afirmar que el uso de geometría dinámica, como apoyo a un proyecto de innovación, exija, para que su uso logre impactar en el proceso de conceptualización en geometría, una serie de acciones que refuercen los procesos asociados.

El concepto usado puede estar distante de la *definición del concepto* ya sea porque la *definición personal del concepto*, en caso de no coincidir con la *definición del concepto*, termina imponiéndose, o por qué los aspectos figurales asociados a un concepto terminan dominando lo conceptual. Si se quiere un efecto positivo en un proceso de innovación apoyado en el uso de geometría dinámica, la condición *sine quanon*, será

el conocimiento por parte del profesor de la naturaleza de la *definición del concepto* a tratar.

La diversidad de definiciones para un mismo objeto geométrico, y la aceptación de éstas como equivalentes desde una perspectiva teórica, por parte de los estudiantes, constituye de manera inequívoca un resultado de la innovación desarrollada en cuanto a la construcción de definiciones.

Una de las formas para lograr la modificación o reificación de un concepto es ampliar y enriquecer el campo de experiencias con el objeto, lo cual en geometría, se puede hacer usando un entorno de geometría dinámica.

Los aspectos de economía y jerarquía, si bien son deseables desde lo matemático, bien pueden no serlo desde lo didáctico e incluso desde los procesos de argumentación.

Para lograr ampliar la caracterización de la propuesta de innovación analizada, deben realizarse investigaciones que apunten específicamente a analizar el papel de los mediadores instrumentales en el proceso de conceptualización y a la definición en el proceso de deducción.

## El razonamiento visual y conjetural de estudiantes de 9°, a partir del proceso de conceptualización del triángulo isósceles

Mabel Ximena Villalba Vidales

Bogotá, D. C. Colombia. Mayo de 2008

### Palabras claves

Conceptualización, razonamiento visual, razonamiento conjetural, triángulo isósceles, conjeturación, explicación, justificación, validación, Empirismo

Ingenuo (EI), Experiencia Crucial (EC), Ejemplo Genérico (EG) y Experiencia Mental (EM).

## Descripción

Informe de la investigación, de tipo cualitativo, que realizó un estudio del desarrollo del razonamiento visual y conjetural en estudiantes de 9° a partir del proceso de conceptualización del triángulo isósceles. Dicho proceso se ejecuta a través de un trabajo previo realizado con los estudiantes, en el cuál se pretende dar los insumos para el desarrollo de cuatro actividades y una evaluación. Las actividades fueron creadas para que el estudiante realice construcciones, manipule figuras, formule, explique, justifique y valide conjeturas, asociadas a las propiedades del triángulo isósceles y a su definición.

## Fuentes

Podrían considerarse dos tipos: primero, el libro, "Cómo promover el razonamiento en el aula por medio de la geometría", cuyas autoras son Samper C., Camargo L., Leguizamon C. (2003), a partir su estudio, se originó la pregunta de la investigación. Segundo, investigadores cuyos trabajos se centran en describir procesos inherentes a la formulación de demostraciones como Battista, M., Douglas, C., Ballacheff, N., Hershhkowitz, R., Vinner, S. y Azcárate, C. También se estudiaron otros artículos, que hacen referencia a la construcción de definiciones como De Villiers, M., Jaime, A., y Gutierrez, A.

En el desarrollo de este documento se encuentran once capítulos.

**Capítulo 1.** Formulación del problema: Se plantea el siguiente interrogante: ¿Es posible fomentar el desarrollo del razonamiento conjetural y visual en estudiantes de noveno grado, por medio de la realización de actividades centradas en construcciones geométricas y en el desarrollo del proceso de conceptualiza-

ción del triángulo isósceles?, además de las tres hipótesis de investigación.

**Capítulo 2.** Objetivos. El objetivo general de esta investigación es propiciar el desarrollo de los razonamientos visual y conjetural en estudiantes de 9° a partir del desarrollo de actividades centradas en las construcciones geométricas.

**Capítulo 3.** Estado del arte. Se destacan las investigaciones que apuntan a: 1) Establecer las variables que deben considerarse para la de construcción de definiciones. 2) Estudiar el proceso de adquisición de un concepto. 3) Evidenciar las características de los ambientes de aprendizaje. 4) Describir los procesos de razonamiento asociados a la demostración.

**Capítulo 4.** Marco conceptual. Se describen las ideas que se considerarán como sustento teórico de la investigación, alrededor del proceso de conceptualización, en el que se define, razonar, razonamiento visual, razonamiento conjetural y se explican las relaciones existentes entre éstos.

**Capítulo 5.** Marco metodológico. La investigación es de tipo cualitativo y denominada investigación acción.

**Capítulo 6.** Proceso de investigación. En este capítulo se describe la población, estudiantes de 9° de la IED Los Alpes, también se caracteriza el grupo con el que se realiza el estudio, 8 estudiantes escogidos de acuerdo con algunos criterios establecidos por el equipo de trabajo, y se describen las condiciones en las cuales se realizó el estudio.

**Capítulo 7.** Actividades para el proceso de conceptualización del triángulo isósceles. El apartado caracteriza algunas de las actividades previas desarrolladas con los estudiantes. Se describen

las tareas que fueron construidas para el proceso de conceptualización, además del instrumento de evaluación. También se realiza una descripción de la metodología utilizada para el desarrollo de las clases.

**Capítulo 8.** Análisis de la información. Se describen las unidades de análisis: 1) Para las actividades en las que se descubren propiedades, formulan y validan conjeturas: Empirismo Ingenuo (EI), Experiencia crucial (EC), Ejemplo Genérico (EG) y Experiencia Mental (EM). 2) Para las actividades en las que se deben hacer construcciones: Empirismo Ingenuo (EI), Experiencia Mental (EM).

**Capítulo 9.** Análisis de las respuestas escritas. En este capítulo se realiza la categorización, de acuerdo con las unidades de análisis, de las respuestas escritas por los estudiantes a los interrogantes analizados para cada actividad.

**Capítulo 10.** Análisis de las respuestas dadas verbalmente. En este apartado se realiza la categorización de las respuestas verbales dadas por los estudiantes, de acuerdo con las unidades de análisis.

**Capítulo 11.** Conclusiones. Se presentan los resultados obtenidos, éstos hacen referencia a las variaciones dadas en los razonamientos visual y conjetural,

el cambio de actitudes, evidente en la forma en que los estudiantes asumen las tareas propuestas, al igual que las modificaciones respecto de las estrategias utilizadas para dar respuesta a interrogantes planteados.

## **Metodología**

La metodología utilizada es de tipo cualitativo y se enfoca en la denominada investigación acción. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron: 1) Protocolos de las socializaciones realizadas para la discusión de las respuestas dadas por los estudiantes a los interrogantes de cada Actividad. 2) Transcripciones de los de los escritos realizados por los estudiantes. 3) Entrevista elaborada para la evaluación.

## **Conclusiones**

Se presentan los resultados respecto del tipo de razonamiento utilizado por los estudiantes cuando enfrentan dos tipos de tarea, al igual que las variaciones existentes de las estrategias utilizadas para desarrollar y convencer a los otros de la validez de su conjetura. De igual forma, se muestran evidencias de los cambios, en la interacción de los estudiantes y en su papel en el proceso de aprendizaje de un concepto u objeto geométrico.