

Análisis de una Propuesta Innovadora para el Aprendizaje Significativo en Matemáticas

Wendy Coronel Ramírez
Yeimi De la Rosa Solano
Daisy García García
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional

Resumen

Se presenta el análisis de una propuesta innovadora para favorecer el aprendizaje significativo en matemáticas, basada en el ciclo de aprendizaje para secuenciar actividades, en contexto de la vida cotidiana y de las otras asignaturas.

Abstract

An analysis of an innovative proposal in mathematics teaching is drawn up so as to improve the significant apprenticeship in mathematics; such analysis is based on the learning process to sequence activities that have to do with daily routine as well as the studies. (Validado por: Prof. intérprete angloamericano CENLEX, Lucio Rivero Gómez)

Key words: Significant learning, mathematics, learning cycle, context.

Introducción

En este documento se presenta el análisis de la estructura de una propuesta de innovación para favorecer el aprendizaje significativo de contenidos en matemáticas para Nivel Medio Básico, basado la teoría de las “Matemáticas en el contexto de las ciencias” y en una heurística para secuenciar actividades de aprendizaje, llamada “Ciclo de aprendizaje”. El marco teórico que fundamenta este trabajo, está tomado principalmente de las aportaciones de Piaget, Ausubel y Camarena. A manera de hipótesis, se puede afirmar que la propuesta que se analiza en este documento, está estructurada con base en el Ciclo de aprendizaje para las Matemáticas y las Ciencias de Driver y Jorba. La gradación de niveles de abstracción de la misma, se puede explicar a través de los registros que propone Bruner; y la gradación de niveles de complejidad, con los niveles de dificultad de las actividades prácticas de Grau. El documento inicia con la presentación de las cualidades del aprendizaje requeridas por el Modelo Constructivista Social y los contenidos indicados como pilares de la Educación por la UNESCO; en seguida se explican brevemente las bases teóricas de la propuesta para favorecer el aprendizaje de las matemáticas en contexto y el ciclo de aprendizaje, se continúa con el análisis de la estructura de la propuesta y se termina con una conclusión.

Justificación

Un grupo de profesores de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN, elaboró una propuesta innovadora de actividades de aprendizaje de la Matemática (Rocha et al, 2007), presentadas en contextos de la vida cotidiana, y de las otras asignaturas que cursan los estudiantes. En este documento se presenta el análisis de la estructura de una de las lecciones,

así como algunas de las características generales del libro que se obtuvo como fruto de la propuesta mencionada. Las cualidades principales que se tomarán en cuenta para el análisis, son: *favorece la formación integral de los estudiantes*, debido a que incluye contenidos procedimentales, metacognitivos y valorales; *centrada en el aprendizaje*, puesto que la construcción conceptual y heurística, por parte de los estudiantes; aporta elementos para que los profesores brinden *atención a la diversidad*, por la variedad en la forma y el nivel en el que se presentan las actividades; y muestra el *rostro humano de la Matemática*, mediante detalles históricos del desarrollo de la misma.

La formación integral de los estudiantes

Un aspecto importante para lograr el desarrollo pleno de los estudiantes, es que en las currícula se incluyan contenidos orientados a que aprendan a ser y a hacer. La función esencial de la educación es conferir a todos los seres humanos la libertad de pensamiento, de juicio, de sentimientos y de imaginación que necesitan para alcanzar la plenitud y ser artífices de su destino (Delors, J. et al. 1996). Se requiere que la escuela ofrezca espacios de reflexión que permitan a los estudiantes opinar sobre los problemas éticos, culturales y sociales, con toda autonomía y plena responsabilidad, defendiendo y difundiendo activamente los valores universalmente aceptados y los que se vinculan a las ciencias, enfocados a lograr el bien común (cfr. UNESCO1997).

Desde una perspectiva psicológica, la educación integral implica el desarrollo de todo el ser humano; para lo que se requieren tomar en cuenta diferentes dimensiones: la cognitiva, la epistemológica, la afectiva, la ética, etc. De manera consciente o inconsciente, cada elemento de las currícula, aunque se centre en la dimensión cognitiva, lleva implícitos algunos rasgos de las demás dimensiones. Si estos se incluyen de manera planeada, el proceso se puede optimizar. Por ejemplo, la motivación (dimensión afectiva) se puede lograr si se presentan valores universalmente aceptados (dimensión ética) que animen al estudiante a realizar los esfuerzos necesarios para aprender; debido a que éstos suelen ser un motivo excelente para realizar el trabajo con esmero. Cuando las actividades para el aprendizaje cognitivo se diseñan en contexto (Camarena, 1995, 2001), pueden incluirse contenidos éticos de manera natural, aprovechando el impacto de los contenidos de Matemáticas y de las demás ciencias, en la vida; la salud; el medio ambiente; etc. De esta manera, la propia actividad de matemáticas (dimensión cognitiva) puede motivar a los estudiantes, de una manera integradora, puesto que se relacionan tres dimensiones (cognitiva-afectiva-ética).

Centrada en el aprendizaje

Esto se puede lograr si se ofrece una gran variedad de actividades de aprendizaje seleccionadas en orden creciente de complejidad y de abstracción, y en contextos cada vez más novedosos para los estudiantes, que favorezcan la construcción conceptual y heurística:

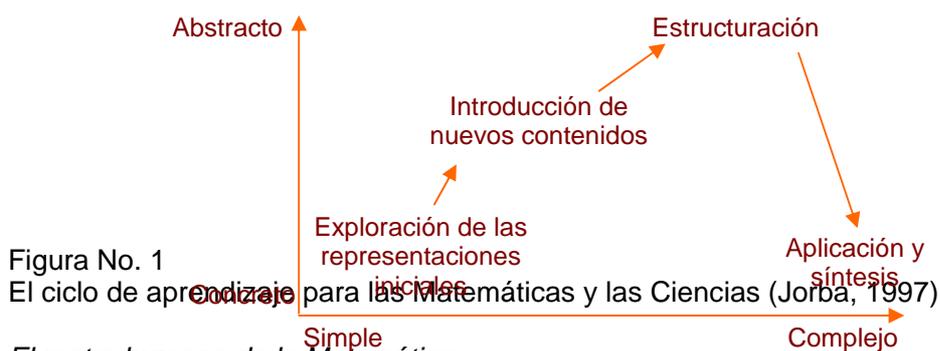
1. Al presentar las actividades iniciales en contextos cotidianos para los estudiantes, y los contenidos matemáticos relacionados con los que aprendieron en niveles anteriores; ambos aspectos ofrecen puntos de anclaje para la asimilación de las ideas nuevas en su estructura conceptual (Ausubel, 1976; Camarena, 1995, 2001).
2. Si cada actividad es más compleja que las anteriores, de manera que se encuentren ubicadas en la Zona de Desarrollo Próxima (Vigotsky citado por Vila, 2001). La complejidad se puede incrementar de acuerdo con los niveles: Tipo 1: Una única variable categórica. Tipo 2: Una única variable continua. Tipo 3: Más de una variable categórica. Tipo 4: Más de una variable continua. (Grau citado por González, 2007).
3. Los registros usados en cada actividad son un poco más abstractos cada vez, para que los estudiantes abstraigan paulatinamente los conceptos involucrados; de acuerdo con los tres modos de representación que expresó Bruner: La *enactiva* es “un modo de representar eventos pasados mediante una respuesta motriz adecuada”; la *icónica*, nos

separa un paso de lo concreto para entrar en el campo de las imágenes mentales. La *simbólica* se posibilita por la aparición de la competencia lingüística. Un símbolo es una palabra o marca que representa alguna cosa, pero que no tiene por qué parecerse a dicha cosa. Los modos de representación se desarrollan en el orden en que se presentaron, cada uno depende del anterior, y exige mucha práctica en el mismo, antes de que se pueda llevar a cabo la transición al siguiente (Bruner citado por Resnik, 1990).

4. Brinda espacios de reflexión individual: Para que cada estudiante elabore sus heurísticas antes de la reflexión grupal, para conocer su estilo de trabajo; y al concluir la actividad, para compararlas con las de sus compañeros y las propuestas por el profesor.

Atención a la diversidad

Para secuenciar las actividades de aprendizaje, se combinan los dos criterios mencionados en el punto anterior, el de complejidad y el de abstracción, como se muestra en la figura No. 1; en la que se representa el Ciclo de Aprendizaje, el cual está constituido por cuatro etapas que han de recorrerse reiterativamente durante un curso, para favorecer en los estudiantes el aprendizaje mediante los procesos de asimilación y acomodación que de acuerdo con Piaget (Fairstein y Carretero, 2001) se necesitan para que exista aprendizaje. Cuando se incluye este proceso en un curriculum, se dice que está organizado en espiral, mediante la presentación de los mismos contenidos, cada vez con mayor profundidad y riqueza conceptual, para que el estudiante vaya construyendo sus representaciones mentales (Bruner, 1988).



El rostro humano de la Matemática

La matemática es una ciencia formal, es decir, estudia símbolos. Esto implica, según Bruner (citado por Resnick, 1990) un grado de abstracción muy elevado, distante del mundo real. Por ello resulta trascendente que los estudiantes conozcan algunos de los problemas que dieron lugar a la construcción de conceptos matemáticos, así como los motivos, las intenciones, los sueños de quienes los elaboraron.

Cuando se diseñan materiales curriculares en otros campos del saber, como el lenguaje, el arte, la psicología, etc.; generalmente se incluyen datos biográficos, anécdotas y fotografías de las personalidades que enriquecieron el legado cultural del campo.

Sin embargo, la mayor parte de los matemáticos, cuyos descubrimientos han cambiado el rumbo de la historia son verdaderos desconocidos, no sólo para la gente en general, sino lo que es peor para los estudiantes e incluso para algunos profesionales de esta ciencia. La Historia de las Matemáticas es una asignatura pendiente en todos los niveles de estudio, dando la falsa idea de que son estáticas y completas. El conocimiento de la Historia de las Matemáticas hace que el alumno las vea más cercanas y accesibles, a la vez que fomenta su espíritu investigador. Es tarea de todos los profesores de Matemáticas, tanto de enseñanza primaria, como de secundaria y por su puesto de universidad, dar a conocer a nuestros alumnos pinceladas de Historia de las Matemáticas que les haga más interesante la asignatura, que les enseñe la manera de trabajar de los grandes matemáticos, que les acerque a la persona humana a la que nos referimos y por

su puesto que aumente, no sólo su conocimiento científico, sino en general su bagaje cultural y su formación integral (Busto, A. I.; Calvo, M. E. y Escribano, M.C.)

Metodología

El análisis de la propuesta didáctica que se presenta en el libro “Matemáticas para la vida” (Rocha et al, 2007), se elaboró utilizando como metodología la Hermenéutica, que consiste en realizar una serie de pasos para interpretar el objeto de estudio desde su situación particular, en cuanto al lugar y al tiempo en que se desarrolla (Moreno, 2003):

1. Contextualización.- Ubicar la situación en su contexto histórico, social y/o geográfico.
2. Interpretación.- Comprender la situación desde su contexto, imaginando y observando todos los detalles.
3. Demostración.- Presentar los datos que fundamentan la interpretación realizada.
4. Valoración.- Presentar los juicios de valor de los elementos observados.
5. Conclusión.- Se resumen las afirmaciones que pueden obtenerse a partir de los datos.

La metodología utilizada se ubica en el paradigma cualitativo, cuyo enfoque es humanístico-interpretativo, puesto que el objetivo principal es interpretar situaciones desde su contexto. La perspectiva es constructivista, se parte del planteamiento de que la realidad se construye socialmente, de manera holística, integrada como un todo que se puede observar desde diferentes perspectivas (Aja, 1999).

Análisis de resultados

Contextualización.- Los autores del libro en el cual se presenta la propuesta didáctica, trabajan en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, tres de ellos son Matemáticos, egresados de la misma, y una es especialista en Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, por ello, es viable que hayan utilizado el Ciclo de Aprendizaje como heurística para secuenciar las actividades de aprendizaje.

Interpretación.- El libro está formado por bloques. Cada bloque tiene un número variable de lecciones, las cuales están estructuradas en varias secciones que son: Entrada de lección; Explora; Continúa aprendiendo; Utiliza lo que sabes; Retos; y Secciones marginales. Cada bloque contiene además: Entrada de bloque; Aplica; y ¿Qué aprendiste en el bloque?

1. En las entradas de bloque y lección, se presentan las ideas principales que se tratarán, mediante textos e imágenes cercanos a la experiencia de los estudiantes, con un lenguaje coloquial en el que se incluyen descripciones, cuestionamientos, y un contexto que frecuentemente incluye contenidos valorales. Su objetivo es claramente motivacional. En la sección explora se presentan actividades que permiten a los estudiantes hacer explícitas sus ideas iniciales con respecto al tema, así como las heurísticas informales que utilizan. Dichas actividades se presentan en contextos cotidianos, con lenguaje coloquial y un número reducido de variables. Las características de estas dos secciones, se corresponden con los objetivos de la Fase de Exploración del ciclo de aprendizaje, las actividades presentan en cuanto a la abstracción, registros enactivo e icónico muy realista; y respecto a la complejidad, de tipo 1 y 2.
2. La sección continúa aprendiendo está constituida por actividades para iniciar la formalización de los conceptos y las heurísticas, se presentan actividades para promover el desarrollo de habilidades cognitivas y para enriquecer el lenguaje de la matemática. Las secciones marginales contienen información concreta acerca de las ideas principales de la lección. Mediante estas dos secciones, se introducen las ideas nuevas, lo que corresponde a la segunda fase del Ciclo de Aprendizaje.
3. En utiliza lo que sabes, se brinda a los estudiantes un conjunto de oportunidades para transferir los conocimientos nuevos de un contexto a otro, relacionarlos con los anteriores y

practicarlos en abstracto, sin un contexto. Esto es lo que se propone realizar en la fase de estructuración del Ciclo de Aprendizaje.

4. Los retos, consisten en la aplicación de los aprendizajes en situaciones novedosas, usando contextos diferentes a los anteriores y poco familiares para los estudiantes. Corresponde a la fase de aplicación y síntesis del Ciclo de Aprendizaje. Esta aplicación se enriquece con la sección aplica lo que aprendiste, en la que se plantean retos más ricos, en los que tendrán que utilizar conocimientos de todas las lecciones que forman el bloque.

Demostración

Los resultados del análisis de una lección del libro, para demostrar lo antes dicho, se presentan en la tabla siguiente:

ACTIVIDAD	FASE DEL CICLO DE APRENDIZAJE	CARACTERISTICAS DE LA ACTIVIDAD
Observar el texto donde algunas letras están mal colocadas, escribir la frase correcta	Exploración -observar el texto y reflexionar individualmente y llegar a una conclusión en equipo	-El registro usado es icónico.-Observar las letras, pero no se requiere interpretar su contenido -El contenido es cotidiano.- Observar letras en distintas posiciones -Dificultad Tipo 1.- Se trata de lateralidad, distinguir si las letras están invertidas o derechas
Formar equipos de 4 integrantes y construir sellos para imprimir letras	-Material fácil de conseguir -dibujar y cortar -analizar como debe de estar dibujada en el sello para poder imprimirla, identificar las letras que se forman con el sello	-El registro que usamos es enactivo.- Recortamos, pegamos y formamos -El contenido es cotidiano.- Utilización de sellos -Dificultad Tipo 1.- Se trata de lateralidad en la formación de letras
Formar equipos de 3 integrantes y analizar las figuras	-Material simple -saber observar el reflejo de cada figura -Aprender a elaborar procedimientos	-El registro que usamos es icónico.- Observar la imagen reflejada -El contenido es cotidiano.- Observar en un espejo las letras -Dificultad Tipo 1.- Se trata de lateralidad en letras
Verificar la simetría de 2 figuras	Introducción de Nuevos Contenidos -se utiliza material simple -observación de las figuras y analizar	-El registro que usamos es icónico.- Observar la simetría de las figuras -El contenido es menos cotidiano.- Se integra el concepto de simetría en figuras abstractas -Dificultad Tipo 2.- Distinguir la simetría de figuras geométricas
Formar equipos de 3 integrantes y trazar figuras	Utiliza lo que sabes Aplicar conocimientos anteriores para verificar si son simétricas	-El registro que usamos es simbólico.- Elaborar un procedimiento para trazar figuras geométricas -El contexto no es tan cotidiano.- Saber el concepto de simetría para poder dibujar cada una de las figuras pedidas -Dificultad Tipo 3.- Saber elaborar un procedimiento para realizar figuras simétricas
Observar, comparar,	Estructuración -Aplicar conocimientos	-El registro que usamos es simbólico.- Observar y comparar figuras simétricas, para la

resolver un cuestionario y elaborar una lista de características	anteriores para verificar si son simétricas	elaboración de una lista -El contenido no es tan cotidiano.- El dar argumentos para defender la idea de simetría de las figuras -Dificultad Tipo 3.- Saber elaborar una lista de posibles respuestas de simetría
Trabajar en equipos de 6 integrantes y elaborar un cuadro de comparación	-aplicar conocimientos previos para la elaboración del cuadro de comparación y llenado de la tabla.	-El registro que utilizamos es simbólico.- Elaborar un cuadro de comparación y llenar una lista -El contexto no es cotidiano.- Entra la actividad heurística -Dificultad Tipo3.- Comparar simetría de las figuras y llenado de una lista
Trabajar individualmente aplicando todo lo visto anteriormente	Aplicación y síntesis	1)-El registro que usamos es simbólico.- Medir distancias y definir la colocación de un espejo -El contexto no es cotidiano.- Es escolar -Dificultad Tipo 4 continuas. 2)-El registro que usamos es icónico.- Relación entre segmentos y ángulos -Dificultad Tipo 4 continuas. -No es tan cotidiano el contexto 3) -El registro que usamos es icónico realista.- Observamos figuras reales como las monedas -Dificultad Tipo 3 -El contexto no es tan cotidiano

Valorar

De las actividades se puede observar que existe una progresión en la abstracción, de acuerdo con los tipos de registro de Bruner; así como una progresión en la complejidad de acuerdo con los tipos de actividad práctica de Grau.

Conclusión

En conclusión se puede decir que las actividades de la propuesta se ajustan al Ciclo de Aprendizaje de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales diseñado por Driver y mejorado por Jorba; en cuanto a los niveles de abstracción, que en el esquema del Ciclo se representan en el eje de las ordenadas, se encontró correspondencia con los registros de Bruner; los grados de complejidad que en el Ciclo se representan en el eje de las abscisas, se ajustan a los tipos de actividades prácticas de Grau.

El análisis de esta propuesta puede ser un instrumento útil, como guía para elaborar propuestas similares para otras asignaturas y para otros niveles educativos.

Bibliografía

- Aja, J.M. et al (1999) *Enciclopedia general de la educación*. España: Océano. 2, p. 586 - 595.
Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas
Bruner, J. (1988) *Desarrollo Cognitivo y Educación*. Madrid, España: Morata, p.158
Busto, A. I.; Calvo, M. E. y Escribano, M.C. *La historia de las matemáticas en la educación universitaria*. [Documento en línea]. Obtenido el 9 de octubre de 2007 de: <http://www.uv.es/asepuma/XI/51.pdf>.

- Camarena, P. (1995) La enseñanza de las matemáticas en el contexto de la ingeniería. XXVIII *Congreso Nacional de la Sociedad Matemática Mexicana*, México.
- Camarena G., P. (2001) La matemática en el contexto de las ciencias. Red de Cimates, Serie Antologías No. 1. Edit. CINVESTAV-IPN
- Delors, J. et al. (1996). *Los cuatro pilares de la educación*. En: La educación encierra un tesoro. Madrid, España: Santillana UNESCO. Obtenido el 25 de septiembre de 2006: <http://www.uv.es/globeduc/biblio2.htm>
- Fairstein, G y Carretero, M. (2001) *La teoría de Jean Piaget y la educación. Medio siglo de debates y aplicaciones*. En: Trilla, J, et al "El legado Pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI". Barcelona, España: Graò. p. 181-182.
- González, M. C. (2007) *Taller de Matemáticas; una alternativa para atender a la diversidad del alumnado en Geometría Analítica en el Bachillerato*. Trabajo de grado, Maestría en Educación con área terminal en Innovaciones Educativa, Universidad La Salle, D.F. México. p.60
- Jorba, J. et al (1997) *La regulación y la autorregulación de los aprendizajes* Institut de Ciències de l' Educació, Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España: Síntesis. p. 34.
- Moreno, J.L. (2003) *La Pedagogía de San Ignacio de Loyola Aplicada a la Enseñanza-Aprendizaje de las Matemáticas*. México: Grupo Mathematiké. [Documento en línea]. Obtenido el 9 de Octubre de 2007 de: <http://www.formaciondocente.org.mx/Area3/InfoMatematicas/12%20Pedagog%C3%ADa%20de%20San%20Ignacio.pdf>
- Resnick, L y W. Ford. (1990), *La enseñanza de las matemáticas y sus fundamentos psicológicos*. Barcelona, España: Paidós. p. 139-142.
- Rocha et al (2007) *Matemáticas para la vida*. D.F., México: Pearson.
- UNESCO (1997). *Condición del personal docente de la enseñanza superior*. En: Conferencia mundial sobre la educación superior. La educación superior en el siglo XXI. Visión y acción. (1998). Obtenida el 25 de septiembre de 2006: http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- Vila, I. (2001) *Lev S. Vigotsky: la psicología cultural y la construcción de la persona desde la educación*. En: Trilla, J, et al "El legado Pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI". Barcelona, España: Graò. p. 221-222.

Análisis de una Propuesta Innovadora para el Aprendizaje Significativo en Matemáticas

Wendy Coronel Ramírez
Yeimi De la Rosa Solano
Daisy García García
Escuela Superior de Física y Matemáticas
Instituto Politécnico Nacional

Oficina 207, Edificio 9, Unidad Profesional Adolfo López Mateos, Zacatenco, D.F. C.P. 07738

Tel: 57 29 60 00 ext. 55017

Fax: 55 17 10 33

e-mail: wendyllove5@hotmail.com

Equipo requerido: Computadora y cañón.

Wendy Coronel Ramírez
Licenciatura en Física y Matemáticas (estudiante)
Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN

Yeimi De la Rosa Solano
Licenciatura en Física y Matemáticas (estudiante)
Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN

Daisy García García
Licenciatura en Física y Matemáticas (estudiante)
Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN

Área temática: