

# ARQUITECTURA DE SOFTWARE EDUCATIVO PARA EDUCACIÓN PRIMARIA: EL CASO DE LOS CONCEPTOS DE RAZÓN Y PROPORCIÓN

Elena Fabiola Ruiz Ledesma Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México) efruiz@ipn.mx	Lorena Chavarría Báez Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)	Leonardo Daniel Vásquez López Escuela Superior de Cómputo del IPN. (México)
--	--	--

## Resumen

Las nuevas tecnologías pueden usarse para favorecer el proceso de enseñanza/aprendizaje de los estudiantes. En este artículo presentamos la arquitectura de un software educativo enfocado en fortalecer los conceptos de razón y proporción, que por su importancia merecen ser considerados, en los alumnos de educación primaria. La característica principal que tiene este software es que aborda formalmente tanto los conceptos pedagógicos como los aspectos tecnológicos.

**Palabras clave:** Pensamiento proporcional, IEEE 1484, recursos de aprendizaje.

## 1. Introducción

En la actualidad, en el contexto educativo existe la posibilidad de diseñar y desarrollar materiales tecnológicos de tipo interactivo. Cualquier experiencia en el aula puede utilizar la tecnología electrónica como canal de mediación, pero hay que valorar dimensiones tales como: objetivos a conseguir, organización de los temas que permitan el desarrollo de los contenidos que se quieran incluir, actividades de aprendizaje y la evaluación tanto de los aprendizajes como de todo el proceso.

Por otra parte, el incremento de materiales tecnológicos es impresionante, sin embargo, algunos de ellos presentan debilidades importantes entre las que se pueden destacar: 1) la carencia de estrategias didácticas diseñadas con elementos teóricos, y 2) el inadecuado desarrollo de herramientas tecnológicas que obliga a construirlas nuevamente en lugar de reusar las ya existentes.

En la investigación que se muestra en el presente documento se describe la arquitectura de un software educativo encaminado al fortalecimiento de los conceptos de razón y proporción en los estudiantes de nivel básico. Primero, se aborda la construcción del concepto de proporción, y ligado a él el desarrollo del pensamiento proporcional, debido a que a nivel curricular este tema se introduce desde la

Educación Básica y el éxito obtenido en su aprendizaje permite al estudiante avanzar en la comprensión de conceptos con los que trabajará en los siguientes niveles educativos. La nula comprensión de dicho concepto contribuye al mal empleo de conocimientos de la aritmética (manejo de problemas multiplicativos, entre otros) que se trabajan en la escuela primaria, además de que delimita y distorsiona conceptos que se abordan en la secundaria, en el nivel medio y superior, como la variación proporcional, funciones y la derivada.

Para que un niño identifique lo proporcional, de acuerdo a Piaget [1], debe partir de niveles cualitativos del pensamiento. Es por ello que, la construcción de este concepto matemático se presenta a nivel cualitativo y cuantitativo del pensamiento, lo que determina lo que se ha denominado como pensamientos proporcionales cualitativo y cuantitativo, respectivamente [4].

Segundo, se describe la arquitectura del software educativo que implementa actividades relacionadas con los conceptos de razón y proporción. Esta arquitectura está apoyada en el estándar IEEE 1484 LTSA [21] para la educación basada en tecnología en donde se pueden identificar fácilmente los componentes de un sistema tecnológico de aprendizaje como lo son: *Entidad del estudiante*, *Tutor*, *Recursos de Aprendizaje*, *Recursos del Estudiante*, *Evaluación* y *Envío*. La parte fundamental de estos componentes son los recursos de aprendizaje así como la interacción entre los componentes. Con esta arquitectura, centrada en el estudiante, es posible entender sistemas existentes, además de que es adaptable a las nuevas tecnologías

A partir de lo descrito, se ha abordado una investigación cuyo problema se plantea en el siguiente apartado.

## 2. Planteamiento del problema

La construcción del concepto de proporción y el desarrollo del pensamiento proporcional en niños de sexto año de la educación primaria se ve

fortalecida a través de actividades didácticas con tecnología electrónica.

Como la investigación es muy amplia, en este artículo se reporta la fase de diseño, lo que constituye una investigación parcial.

### **3. Objetivo de la Investigación**

Diseñar e implementar actividades didácticas para la construcción del concepto de proporción y el desarrollo del pensamiento proporcional a través de un software educativo.

El *supuesto de investigación* parte del hecho de que al construir o reconstruir el concepto de proporción se estará, en alguna medida, incidiendo en el desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo, cuantitativo y el tránsito entre ellos.

### **4. Fundamentos Teóricos**

#### **A. Situaciones didácticas planteadas como situaciones-problema**

Coll [5], habla de una psicopedagogía de los contenidos del aprendizaje escolar. Llama la atención sobre los procesos mismos de enseñanza/aprendizaje planteando abiertamente el tema de la naturaleza y características de las actividades mediante las cuales se lleva a cabo el aprendizaje escolar. Señala que el criterio de la actividad autoestructurante del alumno, pese a la importancia que reviste, no es suficiente para elaborar propuestas de actividades de aprendizaje escolar; por varias razones, en primer lugar, porque la manera de favorecer una actividad constructiva en el alumno, varía sensiblemente según el contenido de aprendizaje, no se puede proceder exactamente del mismo modo en el área de matemáticas que en otra área; según la riqueza y complejidad de los esquemas de asimilación previos del alumno a propósito de los contenidos que tiene que aprender y probablemente otros factores de diversa índole –relacional, motivacional, institucional, etc- que condicionan la puesta y la realización de las tareas escolares.

Por supuesto, que el criterio básico es siempre potenciar la actividad autoestructurante, pero el problema de la metodología de la enseñanza se refiere en esencia a cómo lograrlo y hay indicios suficientes que permiten afirmar que el camino no es único, por lo que los caminos en determinadas circunstancias pueden ser efectivos, mientras que en otras no, [5], Además Coll hace hincapié en plantear situaciones didácticas como situaciones-problema destinadas a hacer progresar las representaciones y los procedimientos de los alumnos a propósito de

algunos campos conceptuales en el área de matemáticas.

Coll [7], también dice que el estudiante no es sólo activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, sino también cuando lee o escucha las explicaciones del profesor. Por supuesto, no todas las formas de enseñar favorecen por igual el despliegue de esta actividad, pero su presencia es indiscutible en todos los aprendizajes escolares. Si bien es cierto que el educando es el responsable último del aprendizaje, puesto que es el único que construye o no los significados, es imposible entender el proceso mismo de construcción al margen de las características propias del contenido a aprender y de los esfuerzos del profesor por conseguir que el alumno construya significados relacionados con dichos contenido. El énfasis en las interrelaciones entre alumno, contenido y profesor aparece como uno de los rasgos distintivos de la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza.

#### **B Elementos de la tecnología electrónica**

Se presentan algunos resultados de investigación que dan cuenta de que los programas computacionales pueden apoyar a la construcción de conocimientos matemáticos en los estudiantes.

Harris [9], comenta que la tecnología electrónica le da al maestro mayor flexibilidad para atender las diferentes necesidades de alumnos con distintos niveles de capacidades, quienes pueden estar compartiendo una misma clase, utilizando un software que se pueda adaptar a la enseñanza y al aprendizaje, así como a las condiciones particulares de cada alumno o grupo. Mientras que en la educación tradicional el maestro sólo da una lección a una velocidad y un nivel únicos. La tecnología permite al docente dividir su grupo de estudiantes en equipos y trabajar con cada uno a su propio ritmo.

Por su parte, Bianchini [10], señala que las herramientas multimedia permiten la utilización de audio, imágenes, gráficos, animación y videos son mucho más eficaces que los medios lineales (como los libros) para captar el interés de los alumnos e incrementar su proceso educativo. La multimedia les permite a los estudiantes captar significados de maneras distintas. Además, contribuye a desarrollar su capacidad e interés.

Algunas investigaciones se han realizado con el propósito de conocer si el uso de un ambiente basado en Web beneficia el aprendizaje. El estudio realizado por Galbraith y Haines [11], mostraron que los estudiantes que usan la

computadora en su práctica de aprendizaje en matemáticas, disfrutaron las matemáticas. Gustan de las características de flexibilidad que proporciona la computadora, pasan mucho tiempo en la computadora para completar una tarea y disfrutaron probando nuevas ideas. Concluyeron también que las aplicaciones basadas en la Web aumentan el nivel de confianza, la motivación, y la interacción. Gourash [12], Engelbrecht y Harding [13], señalan que el uso de la computadora en términos educativos les permiten a los alumnos encontrar el significado de lo que están haciendo, ya que se desarrolla su capacidad de descubrimiento y les permite ser más profundos. Ruiz [14] –[16] hace uso de software educativo en sus clases y señala que el desarrollo de la visualización en matemáticas es fundamental para que el estudiante de sentido y logre construir el concepto matemático que se aborde en clase, como el de función, límite, derivada, probabilidad clásica, razón y proporción, entre otros.

### 5. Aspectos Metodológicos y Resultados

El diseño de las actividades didácticas para el desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo, a través de un software educativo emplea una metodología dada en los siguientes dos pasos:

- Determinar los indicadores asociados a la construcción del concepto de proporción, así como los indicadores asociados al desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo, cuantitativo y el tránsito entre ambos (a través de este concepto matemático).
- Diseñar las actividades didácticas sobre el concepto de proporción y su inserción en el software educativo a

través del desarrollo de objetos de aprendizaje reusables.

#### A. Desarrollo de la investigación

A continuación se describen a *grosso modo* cada uno de los dos pasos de la metodología de investigación.

#### B. Determinación de los indicadores

En esta sección se muestran los indicadores para el desarrollo del concepto de proporción, así como los correspondientes para el desarrollo de los pensamientos proporcionales cualitativo, cuantitativo y el tránsito entre ambos. Cabe mencionar que se rescata lo fundamental de investigaciones previas realizadas por Ruiz, [14] y se concentra en la tabla 1 en donde se pueden apreciar los indicadores teóricos, su asociación tanto con las acciones didácticas como computacionales, fundamentales para el diseño del software educativo.

Es importante señalar que autores como Piaget [1] y Streefland [18], mencionan que de manera natural se desarrolla primero el pensamiento proporcional cualitativo, a través de la percepción y lo empírico. Por otro lado, está demostrado que en la práctica educativa se le da prioridad al uso de algoritmos, desarrollando los estudiantes un pensamiento proporcional cuantitativo de forma mecánica, cuando en muchas ocasiones no tienen desarrollado el pensamiento proporcional cualitativo. Así, la secuencia cualitativo-cuantitativo, no siempre se presenta en los estudiantes.

TABLA 1 Indicadores y sus acciones didácticas

Objetos de estudio	Propósitos	Indicadores	Acciones didácticas
El desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo	Contribuir al desarrollo del pensamiento proporcional cualitativo	Amplifica y reduce de manera visual Piaget [1] Utiliza categorías verbales como “más grande qué” o “más pequeño qué” Piaget [1]	♦ Seleccionar figuras reducidas o amplificadas mediante la visualización ♦ Usar expresiones lingüísticas
	Contribuir al tránsito del pensamiento proporcional cualitativo al cuantitativo	Compara. Piaget e Inhelder [18] Cuenta. Piaget [1] Amplifica y reduce figuras mediante el dibujo Piaget [1]	♦ Sobreponer figuras ♦ Contar lados de cuadrados en una cuadrícula ♦ Dibujar figuras amplificadas o reducidas en una cuadrícula
	Contribuir al desarrollo del	Medir con instrumentos. Freudenthal [19]	♦ Usar un instrumento de medida ♦ Emplear regla de tres

	pensamiento proporcional cuantitativo	Usar la regla de tres Ruiz [20]	
El concepto matemático de proporción	Establecer proporciones de forma cualitativa	Compara directamente Freudenthal [19] Compara indirectamente. Freudenthal [19]	♦ Sobreponer figuras ♦ Usar un instrumento de medición
	Establecer proporciones manera cuantitativa	Compara indirectamente. Freudenthal [19] Usa razones internas y externas . Freudenthal [19] Expresa la proporción como equivalencia de dos o más fracciones. Hart. [20]	♦ Usar un instrumento de medición ♦ Usar una tabla relacionando datos y escribir la proporción empleando fracciones

### C. Vinculación entre acciones didácticas y acciones computacionales.

En este trabajo se define una **acción computacional** como aquella que permite realizar las acciones didácticas asociadas a cada indicador de la construcción de los objetos de estudio. Ejemplos de tales acciones son: arrastrar figuras, acceder a las figuras de un recuadro, usar un lápiz virtual como si fuera real, hacer uso de una cuadrícula para contar cuadros o realizar dibujos sobre ésta, hacer mediciones con instrumentos como una regla virtual, usar tablas para llenar.

En la tabla 2 se establece la vinculación entre las acciones didácticas y las acciones computacionales.

Tabla 2. Vinculación entre acciones didácticas y computacionales

Acciones didácticas	Acciones computacionales
Sobreponer figuras	Arrastrar figuras
Usar instrumentos de medición	Usar regla virtual
Usar tablas	Llenar tabla
Seleccionar figuras	Acceder a figuras
Dibujar figuras en cuadrícula	Usar un lápiz virtual
Contar cuadrados de una cuadrícula	Usar cuadrícula

## 6. Arquitectura

Combinar educación con tecnología es una buena opción para modernizar la forma en que se imparte la educación, sin embargo, su desarrollo representa un reto en varios aspectos, primero, se debe considerar la parte pedagógica, desarrollar actividades para la enseñanza y demostrar su utilidad; segundo, implementar esas actividades usando la tecnología disponible y, tercero, considerar aspectos psicológicos como el estilo

de aprendizaje, colores, habilidades, etc. del grupo de estudio al que está dirigido. En esta sección se describe la estructura e importancia de los componentes del software educativo.

The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) en su grupo de trabajo dedicado a la parte de la educación basada en tecnología, *IEEE "Learning Technology Standards Committee (LTSC)"*, propone la arquitectura estándar *IEEE 1484 Learning Technology System Architecture*, mostrada en la figura 1, para los sistemas de aprendizaje basados en tecnología, también conocidos como software educativo.

Las ventajas que ofrece esta arquitectura son:

- Se centra en el estudiante.
- Identifica los componentes o procesos que intervienen en el sistema.
- Describe las interacciones de los componentes y/o procesos del sistema.
- Es adaptable a las nuevas tecnologías
- Hace referencia a sistemas tecnológicos de aprendizaje para entender los sistemas existentes y futuros.
- Incorpora un horizonte técnico (duración de la aplicación) de por lo menos 5 a 10 años.



Fig. 1. Arquitectura del sistema LTSA IEEE 1484.

La descripción de cada parte de la arquitectura se muestra a continuación:

- *Entidad del estudiante (EE)*: representa una persona, un grupo de alumnos, un grupo de alumnos de aprendizaje en colaboración, en general un EE puede interactuar de diferente forma.
- *Tutor (T)*: es el responsable de administrar los recursos de aprendizaje y a los EE, realiza 3 tareas:
  - Negocia las preferencias de aprendizaje con EE (estilo de aprendizaje, estrategia, etc.), se elige ya sea por EE, por él mismo, o por una autoridad externa (padres de familia, institución, desarrollador de cursos).
  - Recibe la información de la evaluación actual del proceso de Evaluación y Rendimiento de los Recursos de Aprendizaje para apoyar el proceso de toma de decisiones para la elección de futuras experiencias de aprendizaje.
  - Solicita información a la Base de Datos del registro del estudiante, almacena información de EE y se retroalimenta.
- *Registros del estudiante (RE)*: Una base de datos donde se almacena la información sobre el rendimiento de EE, pueden proceder tanto del proceso de evaluación (por ejemplo, las calificaciones en las enseñanzas), así como información que proviene de T (por ejemplo, certificaciones).
- *Recursos de aprendizaje (RA)*: Una base de datos que representa el "conocimiento" que se desea transmitir y los recursos basados en experiencias de aprendizaje, pueden ser representados como presentaciones, tutoriales, experimentos, clases, etc.
- *Envío*: recupera contenido de los recursos de aprendizaje y los transforma en una presentación multimedia.
- *Evaluación*: genera información sobre el rendimiento de EE que se almacena en el RE y envía la información de evaluación al T [21].

Dentro de esta arquitectura una parte importante es la base de datos de los recursos de aprendizaje, ya que mediante la información ahí

contenida se pretende que los estudiantes desarrollen su conocimiento.

### A. Recursos de aprendizaje

Un recurso de aprendizaje codifica actividades didácticas desarrolladas por expertos de manera que puedan usarse en un entorno computacional. Es importante tomar en cuenta estándares para su construcción.

Sharable Content Object Reference Model (SCORM) desarrollado por Advanced Distributed Learning (ADL) es un estándar para la construcción de contenido intercambiable que tiene como características ser: reusable, durable, reutilizable y portable. Al crear recursos para los sistemas de aprendizaje se utiliza el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA): "una entidad digital o no digital que puede ser usada, reusada o referenciada durante en un proceso de aprendizaje basado en tecnología" [22], la cual hereda las características del estándar SCORM. Los OA se pueden clasificar de dos maneras: *Asset* y *SCO*; los primeros son los recursos más básicos, pueden ser: texto, imágenes, sonidos, videos, etc. estos elementos no tiene comunicación con el sistema manejador de recursos de aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés Learning Management System). Los segundos son contenido HTML o un servicio que es lanzado y el cual sí tiene comunicación con el LMS para informarle eventos como: inicio, suspensión y finalización del OA, además del estado del mismo. Los SCO a su vez se componen de *Assets* y también pueden contener SCO para componer recursos de aprendizaje más robustos y completos [23].

Utilizando el concepto de objeto de aprendizaje es posible diseñar la enseñanza de un tópico, estructurándolo, al menos, con los siguientes elementos: una introducción, actividades relacionados con el tópico, y una evaluación, esta última sirve para conocer el nivel que tiene el estudiante sobre el tópico. De acuerdo con los resultados obtenidos, el tutor evaluará si el alumno retroalimenta su conocimiento.

### 7. Conclusiones

En este trabajo se presentó la arquitectura de un software educativo auxiliar en la enseñanza del tema de razón y proporción en niños de sexto año de primaria. Es importante señalar que los nuevos tiempos exigen que se modernicen las formas de enseñanza/aprendizaje y el software educativo es una opción prometedora. Sin

embargo, para que tales aplicaciones tengan éxito es importante considerar tanto el aspecto pedagógico como el aspecto tecnológico.

## 8. Referencias

- [1] Piaget, J. *Psicología del Niño*. Madrid: Ediciones Morata, 1978, pp. 131-150.
- [2] Mellar, H. . Modeling students' thinking on a proportional reasoning task. *International Journal of Mathematics Education, Science and Technology*, 22, 1. 1991, 111-119
- [3] Lesh, R. y Doerr, H. M. Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching and learning. En: H. M. Doerr y R. Lesh (Eds.). *Beyond constructivism: A models and modeling perspective*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 2002.
- [4] Ruiz, E. F. Estudio de estrategias de solución y una propuesta de Enseñanza de razón y proporción. Tesis Doctoral. Cinvestav-IPN. México, 2002, 17-344.
- [5] Coll, C.. La construcción de esquemas de conocimiento en situación de enseñanza/aprendizaje. En: C. Coll (Ed.). *Psicología genética y aprendizajes escolares, (183-20)*.1983<sup>a</sup>. Madrid: Siglo XXI.
- [6] Coll, C. Las aportaciones de la psicología a la educación: el caso de la teoría genética y de los aprendizajes escolares. En: C. Coll (Ed.). *Psicología genética y aprendizajes escolares, (15-41)*. 1983<sup>b</sup>. Madrid: Siglo XXI.
- [7] Coll, C. Un Marco de Referencia Psicológico para la Educación Escolar: La concepción constructivista del Aprendizaje y de la enseñanza. En: C. Coll, J. Palacios y A. Marchesi (Eds.). *Desarrollo Psicológico y Educación. V:II. Psicología de la Educación. (435-453)*. 1990. Madrid: Alianza.
- [8] Coll, C.. *Psicología y Currículum*. México: Paidós, 1995, 118-119.
- [9] Harris J. Las Tecnologías y la Educación en la Edad Temprana; EDUTEKA, Edición 6, Consultado: octubre de 2008 de <http://www.eduteka.org/HarrisEdadTemprana.php>.
- [10] Bianchini, A. *Metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas en ambientes multimedia*. Cap. IV, Consultado: Agosto 2008 <http://www ldc.usb.ve/~abianc/mmm.html>
- [11] Galbraith, P. y Haines, C. Disentangling the nexus: attitudes to mathematics and technology in computer learning environment. *Educational Studies in Mathematics*, 1998 Vol.36.
- [12] Gourash, N. Web-based tutorials for teaching introductory statistics. *Journal of Educational Computing Research*, 2005, vol. 33, núm. 3, pp. 309 - 325
- [13] Engelbrecht, J.; Harding, A. Teaching undergraduate mathematics on the internet. Part 1: Technologies and Taxonomy. *Educational Studies in Mathematics*, 58, 2005, 235-252.
- [14] Ruiz. E. F. Using an Interactive Computer System to Support the Task of Building the Notions of Ratio and Proportion. *Creative Education: Scientific Research*. 2010, 2, 115-120
- [15] Ruiz, E. F. Apoyo en un Software Educativo para el desarrollo de competencias matemáticas en la Unidad Didáctica de Probabilidad y Estadística en el nivel Superior. *Revista Internacional de Sistemas Computacionales y Electrónicos*. IPN. 2010, Vol. 2, Núm. 4. 16-22
- [16] Ruiz E. F. Representation Registers in the Solution of Calculus Problems. *Creative Education: Scientific Research Vol. 2 No. 3* 2011, 270-275 2011
- [17] Streefland, L. *Fractions in realistic mathematics education*. Tesis doctoral publicada por la Kluwer Academic Publishers. 1991, 46-134
- [18] Piaget, J. e Inhelder, B. Las operaciones intelectuales y su desarrollo. En J. Delval (Ed.), *Lecturas en Psicología del niño, I* 1978 (pp. 70-119). Madrid: Alianza Editorial.
- [19] Freudenthal, H. . *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Holland Dordrecht: D. Reidel Publishing Company.1983, 28-33, 178-209.
- [19] Ruiz, E. F.. Study Of Solving Strategies And Proposal For The Teaching Of Ratio And Proportion. *Proceedings Of The Twenty-Second Annual Meeting North American Chapter Of The International Group For The Psychology Of Mathematics Education*, 2, 2000, 395-396.
- [20] Hart, K.. Ratio and proportion. En: J. Hiebert y M. Behr (Eds.). *Concepts and operations in the Middle Grades*, 2. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics. 1988. 198-219
- [21] Learning Technology System Architecture (LTSA), IEEE 1484, 2011, <http://ieeeltsc.org>
- [22] Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2011, <http://www.ieee.org/>.
- [23] "Sharable Content Object Reference Model", SCORM, <http://www.scorm.com>.