

**Aplicación del Modelo Algorítmico
Jerárquico Adaptativo como elemento
didáctico en el diseño y aplicación de clases
en línea**

**Línea 6.C. Equidad educativa: estrategias para la
ampliación de cobertura: Modelos educativos para la
equidad y la inclusión**

Juan Baltazar Cruz Ramirez
Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

El Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo está diseñado como una aplicación enfocada en la valoración formal de las experiencias que los modelos pedagógicos emergentes pueden tener en el proceso enseñanza-aprendizaje. Abordando este proceso desde una visión sistémica y metodológica bien establecida, podremos observar si esta metodología pedagógica puede influir en la evolución de los programas de educación en entornos virtuales o proyectar cambios significativos en la mejora de las metodologías actuales, con una

propuesta centrada en el alumno, adaptada de manera individual hacia un proceso progresivo de la enseñanza mediante actividades interactivas planeadas, usando el diseño de agentes inteligentes dentro de un ambiente de aprendizaje como sistema socio-técnico complejo que depende de la tecnología y de las características particulares de los miembros y el entorno en que es organizado.

Introducción

En tiempos actuales, las concepciones cotidianas de la educación se han visto afectadas por la emergencia de nuevos paradigmas que necesariamente han hecho evolucionar el papel del profesor y del estudiante, quienes actualmente se desenvuelven en entornos diferentes a los tradicionales. De la misma manera, la concepción tradicional del proceso enseñanza-aprendizaje se ve rebasada por la necesidad de actualizar, mejorar y evolucionar tanto su propuesta académica en general, como su radio de influencia, aspectos que requieren una atención prioritaria ya que sus implicaciones afectan de manera decisiva el presente y futuro del desarrollo y la misma naturaleza de las instituciones educativas.

Se hace necesario no solo descartar nuestros viejos modos de pensar, enfocándonos en adoptar una visión innovadora con el fin de hacer frente a la creciente complejidad de nuestra sociedad y al anquilosamiento de nuestros sistemas educativos tradicionales, quienes arrastran los problemas de la educación debido a su asociación con el mismo nivel de pensamiento que los creó, sin una necesidad de evolución y adaptación a los nuevos retos y necesidades que la sociedad actual impone. Se hace necesario que los sistemas educativos enfoquen su potencial de una forma positiva en términos

de desarrollar una forma más efectiva y eficiente de desarrollar habilidades y competencias acordes a los tiempos actuales, pero proveyendo de una metodología encaminada hacia el cambio y mejoramiento de estos procesos y proponer nuevas tecnologías enfocadas en evolucionar el trabajo tradicional dentro del proceso educativo.

Fundamento teórico

El enfoque centrado en el alumno, no en el profesor.

El enfoque centrado en el profesor ha sido la visión tradicional al interior del aula. Como única perspectiva de la enseñanza tradicional, las reglas, concepciones y puntos de vistas del profesor son el único criterio que norma el proceso enseñanza-aprendizaje. Bajo una mal entendida concepción de libertad de cátedra, el profesor tradicional elige el material y las estrategias pedagógicas usadas al interior del aula, sin haber tomado en cuenta las recomendaciones del plan de estudios que se debe cubrir hasta el fin del semestre. Como resultado, el éxito del estudiante es medido según el rendimiento individual comparado con el del resto de la clase, misma que usualmente debe cumplir con un formato estricto en el que el profesor habla y los alumnos escuchan lo que dice. En una clase tradicional, todos los alumnos poseen los mismos objetivos de aprendizaje y es su completa responsabilidad el trabajo para aprender y comprender la información cubierta en clase.

Un enfoque centrado en el alumno necesariamente debe estar adaptado de manera individual hacia un proceso progresivo de la enseñanza, con el objetivo de lograr que el alumno sea más consciente del material que está aprendiendo y valore la importancia del mismo, mediante actividades interactivas planeadas de manera personal y adaptándose a los ritmos y habilidades propias del alumno, además de cubrir los posibles

vacíos de información que los estudiantes tiene de manera particular (Willis, 1993; Dede, 2000; Duar y Sangrà, 2000. Fainhole Beatriz, Gemenó y Pérez, 1995; Klein, 1995, Rogers y Rosenberg, 1989). Este enfoque no es un concepto reciente, desde la *Teoría del aprendizaje centrado en el alumno*, propuesta por Carl Rogers (1980), en donde se analizan aspectos relacionados con la naturaleza propia del ser humano enfocado en su desarrollo individual, así como en las condiciones adecuadas para su aprendizaje. En una institución de educación en entornos virtuales, este paradigma educativo puede ser administrado para facilitar los elementos pedagógicos y didácticos adecuados para que tanto el alumno como el profesor tenga la certeza y confianza de cualquier duda sobre lo aprendido sea respondida por el profesor o en un ambiente colaborativo, por el grupo dentro del cual se desenvuelve. Como consecuencia, se hace necesario formalizar evidencias sobre el aprendizaje centrado en el alumno y si su aplicación en un entorno virtual impulsa el desarrollo de la habilidad en los estudiantes para construir su aprendizaje y solucionar los problemas que se le presenten, teniendo como facilitador al profesor (Rogers, Lyon, y Tausch, Reinhard, 2013).

Características de la educación en entornos virtuales

Se hace necesario identificar qué características definen la educación en entornos virtuales, por lo que hacemos un resumen sobre las más importantes, sin dejar de lado las concepciones que por la misma naturaleza evolutiva de los entornos virtuales han caído en desuso debido a que su rango de influencia ha sido rebasado por el desarrollo de nuevas tecnologías.

La educación en entornos virtuales utiliza las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como un medio de acción, desarrollo y comunicación de entre profesores y estudiantes. De la misma manera,

implica que la mayoría de la comunicación entre profesores y estudiantes se produce de forma asíncrona, ya que no depende de un horario y sitio de reunión para la impartición de los cursos. Como resultado, la educación en entornos virtuales debe incluir la comunicación interactiva entre el entre profesores y estudiantes con el propósito de facilitar y apoyar el proceso enseñanza-aprendizaje. Debe ser preventiva, ya que tiene que estar preparado para cualquier posible situación que requiera de una gestión eficaz del proceso enseñanza-aprendizaje, además de ser productiva y enfocada a desarrollar y reforzar las competencias y habilidades requeridas tanto en los profesores como en los estudiantes. Debe ser correctiva, adaptativa y previamente planificada, ya que aún y cuando no se puedan identificar todos los problemas, una planificación enfocada en identificar las posibles contingencias, puede prepararnos para valorar las situaciones problemáticas y estar preparados para hacer cambios rápidos en el proceso que presenta problemas. Debe ser reactivo, autónomo y orientado por objetivos, para poder responder a los cambios requeridos mediante el control sobre sus propias acciones y no actuar simplemente en respuesta al ambiente. De la misma manera es importante que estos sistemas sean temporalmente continuos, de reacción adaptativa, móvil, flexible y a la vez, sea posible identificar cuáles son su personalidad y estados actuales dentro del sistema.

Las inteligencias múltiples en los entornos virtuales de educación

Howard Gardner (1983) desarrolla la teoría conocida con el nombre de "inteligencias múltiples", en donde propone la idea de que hay diferentes maneras en que las personas aprenden, representan, procesan la información y como resultado de estas actividades pueden comprender y evolucionar dentro del contexto

en que se desenvuelven. Actualmente se afirma que existen al menos ocho inteligencias o capacidades, pero aun y cuando éstas están genéticamente determinadas, pueden desarrollarse y mejorarse a través de la práctica y el aprendizaje. (Connell, Stein y Gardner, 2012; Davis y Gardner, 2012; Davis, Ryan, James, Rundle, y Gardner, 201; Gardner, 1983; 1999, 2013; Gardner y Mucinskas, 2013; Noonan y Gardner, 2014;.Rundle, James, Davis, Ryan, Francis, y Gardner, 2012; Sheridan y Gardner, 2012).

Las actividades propuestas para el desarrollo del Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo estarán diseñadas bajo las siguientes áreas de influencia de acuerdo a esta teoría, como sigue:

- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia lingüístico-verbal
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia lógica-matemática
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia espacial
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia intrapersonal
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia interpersonal

Sistemas de aprendizaje asistidos por computador.

El término "*mecanismo de aprendizaje*" se ha utilizado para definir procedimientos que a partir de cierta información pueden "*aprender*" y puedan ser capaces de generar elementos que pueden considerarse para solucionar los problemas propuestos (Bahamonde, 1997).

Existen varias clasificaciones de los algoritmos de aprendizaje automático que son el resultado de varias propuestas desarrolladas con anterioridad. Usualmente están basados en procesos relacionados con la inteligencia artificial y con la simulación de sistemas discretos. Actualmente existen varias propuestas de éstas metodologías y el Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo como elemento didáctico es el resultado del análisis y discusión de éstas propuestas.

Al tratar con los problemas involucrados en la comprensión de sistemas complejos en general, Kline (1995) sugiere que es útil tener en cuenta varias perspectivas diferentes de un sistema complejo y recomienda tres características fundamentales para el desarrollo de un sistema multifacético y jerárquico. Este sistema debe ser sinóptico con una visión general enfocada en extraer y sintetizar las propiedades del sistema; fragmentado para identificar y analizar las partes más pequeñas de un sistema que puedan ser relevante en el suministro de información; estructurado para proporcionar detalles de cómo cada fragmento del sistema encaja dentro de un sistema en particular y como proporciona información sobre la relación entre los efectos locales y globales del mismo.

Otros estudios han tratado con la complejidad de los sistemas de aprendizaje en contextos más específicos de una manera similar (Spiro y Jehng; 1990; Cavana y Mares, 2004; Checkland, 1981; Roberts, Andersen, Deal, Garret y Shaffer, 1983; Boettcher, 2007; Ahl y Allen, 1996; Beer, 2000; Thelen y Ulrich, 1991; Smith y Thelen, 1993; Thelen y Smith, 1994; Van Geert, 2000).

De esta manera, un ambiente de aprendizaje asistido por computadora puede ser visto como un sistema socio-técnico complejo que depende de la tecnología y de las características particulares de los miembros y el entorno en que es organizado (Checkland, 1981). Aunque el

sistema está organizado para concentrarse en una tarea primordial (el proceso enseñanza-aprendizaje) esto no puede ser separado del medio ambiente y los factores del contexto académicos integrados dentro de una metodología para obtener una comprensión de un sistema de este tipo, como una visión general desde varias perspectivas observadas.

Las teorías sobre el aprendizaje han considerado la importancia de las interacciones sociales entre las personas actuando en un mundo social. Si consideramos que el aprendizaje es una actividad situada en un contexto que la dota de inteligibilidad, en donde la descontextualización del aprendizaje es mutuamente excluyente de esa inteligibilidad, podemos deducir que toda adquisición de conocimiento está contextualizada dentro de algún tipo de actividad en donde la interacción dentro de una comunidad de aprendizaje puede estar diseñada y planeada como una estructura integrada y jerárquica de acciones dirigidas a objetivos dinámicos y conscientes (Vygotsky, 1986, 1988; Leontiev, 1978; Luria, 1987; Rogoff, 1993; Lave, 1997; Bereiter, 1997; Engeström y Cole; 1997; Wenger, 2001; Nardi, 1996)

El proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos virtuales es un sistema en donde la actividad humana facilita a los individuos la atribución para actuar en forma individual o para la comunidad. De acuerdo con Vickers (1983, 1994), las características de los sistemas humanos como sistemas abiertos son centros en donde de las relaciones se mantienen a través del tiempo y dependen y contribuyen a su entorno, aunque no son entes totalitarios, sino que también son parte de sistemas más grandes y pueden ser componentes de otros sistemas.

Características de la simulación del sistema

Un *agente*, de manera general, es todo aquello que

puede considerarse que percibe su ambiente mediante sensores y que responde o actúa en tal ambiente mediante efectores (Russell Stuart y Norvig,1996), haciendo extensiva esta definición hacia el concepto de agentes inteligentes, podemos describir que características tienen estos, a saber: la autonomía del sistema y un algoritmo diseñado para su autoaprendizaje; son reactivos a los procedimientos estímulo-respuesta que actúan a partir de la observación directa y continua del entorno y son adaptativos de manera dinámica, ya que no tienen que actualizar ninguna representación interna del entorno (Vidgen, Avison, Wood y Wood-Harper,2002)

Redes de Petri

Las Redes de Petri (Petri, 1962) son una herramienta gráfica para la descripción formal del flujo de actividades en sistemas complejos y pueden simbolizar una forma eficiente para representar interacciones lógicas entre los segmentos o actividades en un sistema. Cabac y Moldt (2005) proponen el uso de las redes de Petri para el modelado de la interacción entre los agentes que utilizan las redes basadas en el lenguaje AUML. Bai, Zhang, y Win (2004) definen las interacciones entre protocolos basados en redes de Petri coloreadas utilizando una estructura de red predefinida y enfocada en analizar el tipo de datos que recibe para tomar una determinada acción. Usualmente, se utilizaban los protocolos definidos por la *Foundation for Intelligent Physical Agents (Fundación para los agentes físicos inteligentes [FIPA], 1987)* en donde la arquitectura modular se compone de tres capas: i) capa de protocolo, en la que se define el modelado del protocolo; ii) la capa de conversación, que define las instancia de los protocolos de interacción; y iii) la capa de las estrategias en donde se especifican y definen las restricciones de cada interacción. Un acercamiento más

actual se puede encontrar en FIPA (2012) en donde varios protocolos han quedado obsoletos debido a la rápida evolución de estas propuestas y una propuesta más refinada para el diseño de los agentes inteligentes es presentada.

Se han desarrollado varios estudios relacionados con el problema de la comunicación entre los agentes como una visión, tanto a nivel de agente como a nivel social, pero ninguno de los enfoques utiliza una representación ontológica como la formulación de un profundo y riguroso esquema conceptual dentro de uno o varios dominios dados; con la finalidad de facilitar la comunicación y el intercambio de información entre diferentes sistemas y entidades, combinando varios esquemas en una estructura completa de datos, que contenga todas las entidades relevantes y sus relaciones dentro del dominio para la representación del conocimiento (Nowostawski, Purvis y Cranefield, Yu y Cai, CABAC y Moldt (2005), . Bai, Zhang, y Win (2004)

Objetivos del estudio

Objetivo general

Tres componentes (pedagogía, contenidos multimedia y la evaluación del curso, tanto de los alumnos como de la comunidad académica involucrada) son los factores cruciales en la propuesta del modelo pedagógico que se propone. Un déficit en cualquiera de los tres componentes puede reducir la efectividad de la situación de aprendizaje tanto para los alumnos como para los profesores. Incluso cuando algunos resultados en estudios previos podrían responder a algunas ideas de manera profunda, muchas de estas ideas no pueden ser generalizadas ya que ninguna de ellas integra de manera sustancial la interacción de los tres componentes antes citados. La mayoría de los cursos en línea son una

traslación de los entornos tradicionales a un entorno virtual, razón por la cual arrastran todas las desventajas de este contexto cotidiano, en donde los profesores, de manera usual, nunca hacen algo más que simplemente mostrar ejemplos a los estudiantes y seguir una metodología narrativa al interior de la clase. En un entorno virtual, los profesores tienen que mejorar y desarrollar habilidades y disposiciones para aprender de la práctica de su actividad, pero, al igual que los profesores tradicionales, nunca pueden estar disponibles cuando el alumno lo solicite. En un curso en entornos virtuales, en una situación ideal, el profesor debería de estar presente al momento que un alumno lo requiriera, sin importar el día y la hora. El modelo propuesto pretende servir de soporte para ayudar a los alumnos y profesores a tener una interacción dirigida y planeada enfocada en el soporte individualizado del alumno, lo que se infiere tendrá como resultado general el evitar que los alumnos con bajo nivel educativo se sientan rebasados por la dificultad de las actividades presentadas y que los alumnos de nivel avanzado se sientan fastidiados al enfrentar actividades y conceptos que ellos consideran básicos. Se pretende un modelo pedagógico que sea capaz de adaptarse individualmente al alumno, programado con capacidad de decisión y enfocado en soslayar los vacíos educativos que los alumnos de manera particular tienen y que pudiera hacer progresar a los alumnos avanzados mediante la adaptación de actividades acordes con su nivel educativo. Un modelo diseñado, evaluado y planificado mediante agentes inteligentes, podría adaptarse al nivel requerido por los alumnos y a la vez, permitiría explorar que tipo de estrategias y habilidades utilizan los alumnos y sobre todo, permitiría desarrollar y poner en práctica una metodología pedagógica enfocada en obtener una comprensión completa de los conceptos estudiados, proveyendo de información de los patrones educativos utilizados por los alumnos y los profesores al

interior del curso. Como resultado de este pequeño análisis, proponemos el objetivo general del estudio como:

¿Qué tan efectiva es la aplicación del Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo como elemento didáctico en el diseño y aplicación de clases en línea?

Objetivos particulares

¿Qué actividades de enseñanza (basados en el análisis de actividades propuestas y sustentadas por la teoría de inteligencias múltiples) inciden para facilitar o dificultar el desarrollo de la habilidad de comprensión de los conceptos planteados en una clase en entornos virtuales?

¿Cuáles son tipos de los actividades y tipo de reactivos más efectivos para desarrollar estrategias de comprensión de los conceptos enseñados en una clase en entornos virtuales?

¿Cuáles son las conceptualizaciones de los profesores respecto al modelo de enseñanza en entornos virtuales y cómo estas influyen en la enseñanza de la comprensión del concepto presentado?

Metodología

Etapa piloto del diseño de la bases de datos de actividades y reactivos.

Antes de empezar a aplicar el modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo se necesita diseñar, evaluar y clasificar las actividades y reactivos de prueba para tener una categorización previa de la creación y desarrollo de aplicaciones basadas en medios tales como video, sonido, animación, texto e hipertexto. Los

resultados de este experimento piloto generarán la base para un algoritmo clasificador que puede recibir información similar, con una alta probabilidad de realizar la clasificación correcta de los elementos.

Se probarán las actividades y los reactivos mediante un test aplicados a estudiantes y profesores de acuerdo a una pre-clasificación dada por los responsables del proyecto, basados en la clasificación de inteligencias múltiples propuesto, como sigue:

- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia lógica-matemática (ILM)
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia lingüística-verbal (ILV)
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia espacial (IE)
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia intrapersonal (ITP)
- Actividades para el desarrollo de la Inteligencia interpersonal (INP)

Las respuestas obtenidas por el estudiante y los profesores al finalizar la actividad, darán indicios sobre los aciertos o fallas que se obtengan en dichas respuestas, con lo que se podrá ir formando una base de datos de actividades clasificadas que proporcione información acerca del conocimiento que el alumno tiene sobre el tema. Se hace necesario que cada una de las actividades sea descrita como un conjunto de características relacionadas con la dificultad del tema que se está tratando, ya que el mecanismo de aprendizaje utilizará la clasificación de las actividades diseñadas en dos categorías: las preguntas en las que acertó y en las que falló, para luego producir unas reglas de clasificación que sean conclusión directa del conjunto

de actividades. Dichas reglas agruparán los conceptos comprendidos por el estudiante (aciertos) y aquellos en los que tenga dificultades (desaciertos).

El análisis de la clasificación obtenida en la prueba piloto indicará cual es el nivel de dificultad adecuado para los conceptos que el alumno domina, aquellos en donde tiene dificultades o simplemente los temas puntuales en los cuales falló. Sin embargo, dicho análisis no resulta simple pues las reglas obtenidas por lo general combinan atributos o no tienen un 100% de aciertos. Por tanto, se hace necesario definir estrategias de evaluación para tales reglas, teniendo en cuenta el número de actividades cubiertas, el porcentaje de acierto y las probabilidades relacionadas con la clase a la que pertenece, dependiendo del valor tomado por cada atributo que participa como premisa de la regla.

Posteriormente, se integrará una base de datos de actividades y otra de preguntas, en donde todos los valores de la clasificación se conocen. Una vez finalizada esta etapa, podremos dividir las actividades en dos partes, un base de datos de instrucción y una base de datos de reactivos. Estas dos bases de datos podrán interactuar dentro del algoritmo de aprendizaje que se deriva del elemento clasificador obtenido de la prueba piloto para la clasificación de las actividades y los reactivos

Se hace necesario utilizar una metodología para evitar respuestas al azar. Se utilizara el algoritmo propuesto por Alvarado y Becerra Correa (2011) para minimizar este tipo de respuestas en la prueba piloto.

Etapas del modelado, programación y aplicación del Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo

Una vez desarrolladas y clasificadas las bases de datos de reactivos y de actividades, se programará el modelo

mediante agrupamiento (*clustering*) como la división o partición de un conjunto de observaciones con el objetivo principal de asignar a cada uno de los N objetos de datos a uno de los K posibles grupos disjuntos mediante una medida de similitud. El objetivo principal del *clustering* es descubrir y modelar los grupos en que los elementos de datos se agruparan, es decir, encontrar los puntos de datos que naturalmente se agrupan dividiendo el conjunto de datos en categorías más comunes.

La jerarquía de las bases de datos de las actividades y reactivos después de la prueba piloto y de un posterior análisis y diseño, y de acuerdo a su dificultad, estarán clasificadas como:

- Nivel Excelente (E)
- Nivel Alto (A)
- Nivel Medio Alto (MA)
- Nivel Medio (M)
- Nivel Medio Bajo (MB)
- Nivel Bajo (B)

Metodología cualitativa

Debido a la naturaleza del estudio, se propone en primer término un enfoque de investigación sustentado en la Teoría Fundamentada [*Grounded Theory*] (Glaser y Strauss, 1967). Este enfoque será desarrollado con el fin de permitir conectar el análisis ulterior de los resultados con una teoría que podría ayudar a explicar y fundamentar los resultados obtenidos.

De la misma manera, aún y cuando la Teoría Fundamentada puede utilizar el diseño emergente, el muestreo teórico, el análisis comparativo constante, la

saturación teórica y la sensibilidad teórica como metodologías de investigación, para este estudio se aplicará el método comparativo constante (Glaser y Strauss, 1967) como primera metodología de investigación para este estudio. Esta metodología permitirá también identificar un fenómeno, objeto, evento o ajuste de intereses y conceptos localizados, así como principios, características estructurales o de procesos relacionados con el área propuesta de estudio. Para este estudio, los métodos de recolección de datos incluirán la escritura de diarios, observación, análisis de documentos y entrevistas, tanto a los alumnos como a los profesores involucrados.

Análisis de datos

Definición de variables operacionales

Definimos como nuestra variable independiente (IV) al Método de Enseñanza utilizado. Esta variable es una variable nominal. El Método A será el modelo de enseñanza tradicional actualmente utilizado en las clases en línea. Este método se aplicará a los grupos de control. El Método B será el Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo, y será aplicado a los grupos experimentales. Una unidad integradora de aprendizaje que explica el Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo será presentado a los profesores involucrados en las sesiones experimentales, con el fin de evitar las amenazas relacionadas con el desempeño de los docentes. Es importante aclarar que el Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo se aplicará en determinados conceptos complementarios y no en todo el curso, a fin de evitar que se afecten las calificaciones de los estudiantes

Durante las sesiones, el Método A y Método B utilizarán el mismo conjunto de problemas y actividades, siendo dispensados a discreción por el profesor del Método A y

siguiendo el Modelo Algorítmico Jerárquico Adaptativo en el Método B. La única diferencia entre los Grupos de Control y Experimental será el método de enseñanza utilizado, ya que los profesores serán los mismos para los dos Grupos.

Definimos nuestra principal variable dependiente como el nivel jerárquico de éxito del estudiante, de acuerdo a la clasificación de dificultad propuesta. Esta es una variable de relación.

Los diseños cuantitativos de investigación

Este diseño se basa en grupos de sujetos-pretest-postest aleatorios. Se proponen dos diseños estadísticos en este estudio. El primer diseño se podría considerar una investigación cuasi-experimental, debido a que los grupos analizados en esta fase ya existen en las escuelas y se forman antes del estudio. En esta fase, los grupos serán asignados como *clusters*.

El segundo diseño analizará los resultados estadísticamente relacionados con los niveles de la variable dependiente. Los sujetos serán asignados al azar. En ambas propuestas, el estudio será dentro de los temas propuestos. Los mismos temas serán sometidos a pretest y posttest y las mediciones de los resultados se compararán con los mismos estudiantes. Este diseño pretende eliminar las diferencias individuales y de obtener mediciones estadísticas más sensibles.

Resultados

El proyecto se encuentra en la etapa piloto, por lo que se espera tener resultados concluyentes una vez finalizado el análisis estadístico propuesto

Bibliografía

- Ahl, V. y T. F. H. Allen. 1996. *Hierarchy theory, a vision, vocabulary and epistemology*. Columbia University Press.
- Alvarado, Luz Daicy and Becerra Correa, Nelson (2011) Sistema inteligente para evaluación de programas tutores. *Ingeniería e Investigación*; núm. 49 (2002); 14-22 *Ingeniería e Investigación*; núm. 49 (2002) - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/24269/#sthash.0XAyN4aZ.dpuf>
- Bahamonde, A. (1997) *Aprendizaje automático: tercer ciclo en ciencias de la computación*. Centro de Inteligencia Artificial, Universidad de Oviedo en Gijón
- Bai, Q. Zhang, M. y Win, K.T. (2004). A Colored Petri Net Based Approach for Multi-agent Interactions,” *Proc. of 2nd International Conference on Autonomous Robots and Agents, Palmerston North, New Zealand*, Palmerston North: pp. 152-157.
- Banathy, B. (1992). *A Systems View of Education: Concepts and Principles for Effective Practice*. Educational Technology, 1992 - Education - 206 p.
- Beer, R.D. (2000) Dynamical approaches to cognitive science. *Trends Cogn. Sci.* 4, 91–99
- Bereiter, C. (1997). Situated cognition and how to overcome it. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.), *Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 281-300). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Blanco, P, Mitchelmore, M, Branca, N, y Maxon, M. (2004). Desarrollo profesional: contenido matemático frente a la pedagogía. *Formación del Profesorado de Matemáticas y Desarrollo Diario*, 6, 41-51.
- Boettcher, J. (2007). Ten Core Principles for Designing Effective Learning Environments: Insights from Brain Research and Pedagogical Theory,

Innovate Journal of Online education, vol3,
issue3, available:
<http://www.innovateonline.info/index.php>

- C.A. Petri. *Kommunikation mit automaten*. Technical report, Doctoral Thesis, University
- Cabac, L. y Moldt, D. (2005). Formal semantics for AUMML agent interaction protocol diagrams. *Agent-Oriented Software Engineering V*, 2005, p. 47–61.
- Cantoral, R. y Montiel, G. (2001). *Funciones: Visualización y Pensamiento Matemático*. México: Pearson Educación de México.
- Cavana R.Y., y E.D. Mares (2004) Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops. *System Dynamics Review*, 20:223–235.
- Cavanagh, M, y Mitchelmore, M. (2003). Gráficos calculadoras en el aprendizaje de las matemáticas: comprensión de los maestros y las prácticas de aula. *Formación del Profesorado de Matemáticas y Desarrollo Diario*, 5, 3-18.
- Checkland, P. (1981) *Systems Thinking, Systems Practice*. Chichester, UK: Wiley.
- Connell, M., Stein, Z., y Gardner, H. (2012). Bridging between brain science and educational practice with design patterns. In S. Della Sala y M. Anderson (Eds.), *Neuroscience in education: The good, the bad, and the ugly* (pp. 267-285). New York, NY: Oxford University Press.
- Cruz, J. (2009). *Diversas concepciones de asíntotas como elementos didácticos en la conceptualización del límite a nivel precálculo*. Argentina: El Cid Editores.
- Davis, K., y Gardner, H. (2012). *Five minds our children deserve: Why they're needed, how to nurture them*. *Journal of Educational Controversy*.
- Davis, K., Ryan, J., James, C., Rundle, M., y Gardner,

- H. (2012, May). "I'll pay attention when I'm older": Generational differences in trust. In R. Kramer y T. Pittinsky (Eds.), *Restoring trust in organizations and leaders*. Cambridge, UK: Oxford University Press.
- Dede, C., (2000). *Aprendiendo con tecnología*". Compilador. Editorial Paidós SAICF. 2da. Edición.
- Developing Web Information Systems: From Strategy to Implementation* Richard Vidgen, Avison, D., Wood, B., Wood-Harper, T. Butterworth-Heinemann, Sep 25, 2002 - Computers - 274 p..
- Development of Cognition and Action*, MIT Press
- Duar y Sangrà, (2000). "Aprender en la virtualidad". Compiladores. Editorial: Gedisa, S.A. 1ª. Edición
- Duval R. (1995). *Semiosis et pensée humaine*. Berna: Peter Lang.
- Engeström, Y. y Cole, M. (1997). Situated cognition in search of an agenda. En D. Kirshner y J. A. Whitson (Eds.). *Situated cognition. Social, semiotic and psychological perspectives* (pp. 301-309). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Fainhole, B. (1999). "La Interactividad en la educación a distancia. Editorial: Paidós SAICF, 1ª. Edición.
- Farfán, R. (1991). *El curso de precálculo: Un enfoque gráfico*. Publicaciones Latinoamericanas en Matemática Educativa 5. 206-211.
- Foundation for Intelligent Physical Agents (1987). *Agent Communication specifications*. USA, FIPA. Obtenido de <http://www.fipa.org>.
- Foundation for Intelligent Physical Agents (2012). *Design Process Documentation*. USA; FIPA. Obtenido de <http://www.fipa.org>
- Gardner, H.. (1999) "Intelligence Reframed: Multiple Intelligences for the 21st Century." Basic Books.
- Gardner, H. y Mucinskas, D. (2013). *Educating for Good Work: From Research to Practice*. British

- Journal of Educational Studies. (pp. 1-18).
London, UK: Routledge. (PDF)
- Gardner, H. (2013). Harvard Project Zero: A Personal History. (PDF)
- Gardner, H. (2013). Reestablishing the Commons for the Common Good. *Daedalus*, Spring 2013. (pp. 199-208).
- Gardner, Howard. (1983) *Multiple Intelligences*, ISBN 0-465-04768-8, Basic Books. Castellano "Inteligencias múltiples" ISBN: 84-493-1806-8 Paidós
- Gemeno y Pérez, 1995. "Comprender y transformar la enseñanza". Editorial Morata. Cuarta edición.
- Klein, 1995. "Aprendizaje principios y aplicaciones". Editorial Mc Graw Hill. Segunda edición.
- Kline, S. J. (1995). *Conceptual Foundations for Multidisciplinary Thinking*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Lave, J-Wenger, E (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leontiev, A. (1978). *Actividad, conciencia y personalidad*. Buenos Aires: Ciencias del Hombre.
- Luria, A. R. (1987). *Desarrollo histórico de los procesos cognitivos*. Madrid: Akal.
- M. Nowostawski, M. Purvis, y Cranefield, S. (2001) A layered approach for modelling agent conversations," 2001.
- Morris, A. K. (2006). La evaluación de competencias de los docentes en formación para el análisis de la enseñanza. *Diario de Formación del Profesorado de Matemáticas*, 9, 471-505.
- Nardi, B. A. (1996). Activity theory and human-computer interaction. In B. A. Nardi (Ed.), *Context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction* (pp. 7-16).
- Noonan, J., y Gardner, H. (2014). Creative artists and

- creative scientists: Where does the buck stop? In S. Moran, D. Cropley, y J. C. Kaufman (Eds.), *The ethics of creativity* (pp. 92-116). New York: Palgrave Macmillan.
- Noss, R, Bakker, A, Hoyles, C, y Kent, P. (2007). Situando las gráficas como el conocimiento del lugar de trabajo. *Ciencias de la Educación en Matemáticas*, 65 (3), 367-384.
- Open Systems Group. (1984). *The Vickers papers*. London : Harper y Row, 1984.
- Report RADC-TR-65-377, Rome Air Development Center, Griffiss NY, 1966).
- Rivera, F. D. (2007). *La contabilización de los planes de los estudiantes en el desarrollo de un proceso gráfico para resolver las desigualdades polinomiales en la actividad instrumentada*. *Ciencias de la Educación en Matemáticas*, 65 (3), 281-307.
- Roberts N., D.F. Andersen, M. Garret, R. Deal, and W. Shaffer (1983) *Introduction to Computer*
- Rogers y Rosenberg, 1989. "La persona como centro". Editorial Herder, Segunda edición.
- Rogers, Carl, Lyon, Harold C., y Tausch, Reinhard (2013) *On Becoming an Effective Teacher - Person-centered Teaching, Psychology, Philosophy, and Dialogues with Carl R. Rogers and Harold Lyon*. London: Routledge;
- Rogoff, B. (1993). *Aprendices del pensamiento. El desarrollo cognitivo en el contexto social*. Barcelona: Paidós.
- Rundle, M., James, C., Davis, K., Ryan, J., Francis, J., y Gardner, H. (2012, May). My trust needs to be earned, or I don't give it: Youth's mental models of trust. In R. Kramer y T. Pittinsky (Eds.), *Restoring trust in organizations and leaders*. Cambridge, UK: Oxford University Press.
- Russell S. y Norvig P. (1996) *Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno*. Prentice Hall. México. 1996

- Sheridan, K., y Gardner, H. (2012) Artistic development: The three essential spheres. In A. Shimamura (Ed.), *Aesthetic Science: Connecting Minds, Brains, and Experience* (pp. 276-296). New York, NY: Oxford College Press. (PDF)
- Simulation: The System Dynamics Approach. Reading, MA: Addison–Wesley.
- Spiro, R., y Jehng, J. (1990). Cognitive Flexibility, random access instruction and hypertext: Theory and technology for the nonlinear and multi-dimensional traversal of complex subject matter. In D. Nix y R. Spiro (Eds.), *The “Handy Project”. New Directions in Multimedia Instruction* (pp. 163-205). Hillsdale, NJ: : Lawrence Erlbaum.
- Smith, L.B. and Thelen, E. (1993) A Dynamic Systems Approach to Development: Applications, MIT Press
- Stenger, C, Weller, K, Amon, I, Dubinsky, E, y Vidakovic, D. (2008). *Una búsqueda de enfoque constructivista para la comprensión del conjunto numerable $P(N)$* . Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 11 (1), 93-125.
- Technology Publications.
- Thelen, E. and Smith, L.B. (1994) A Dynamic Systems Approach to the
- Thelen, E. and Ulrich, B.D. (1991) Hidden skills: a dynamic systems analysis of treadmill stepping during the first year. *Monogr. Soc. Res. Child Dev.* 56, 104
- Vadillo, J. y Díaz de Ilarraza. A. (1997). GenEx: Un sistema para la generación dinámica de explicaciones en sistemas tutores inteligentes de entrenamiento. *Actas de la VII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial*, Málaga,.
- Van Geert, P. (2000) The dynamics of general

developmental mechanisms: from Piaget and Vygotsky to dynamic systems models. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 9, 64–68

Vickers, G. (1983). *Human Systems Are Different*. Harper y Row, Jan 1, 1983 - Social Science - 188 p.

Vygotsky, L. (1986). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

Vygotsky, L. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. México: Grijalbo.

Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica. Aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona: Paidós.

Willis, Barry (1993). *Distance Education: A Practical Guide*. Englewood Cliffs, NJ: Educational

Z. Yu and Y. Cai, “Object-oriented Petri nets based architecture description language for multi-agent systems,” *IJCSNS*, vol. 6, 2006, pp. 123- 131.