

## LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO INTEGRAL MEDIANTE EL USO DE UN ENTORNO VIRTUAL. UNA EXPERIENCIA EN UNA UNIVERSIDAD VENEZOLANA

Angela Mora Zuluaga, Miguel Angel Vera  
Universidad de Los Andes  
ammzuluaga@yahoo.com, veramig@gmail.com  
Campo de investigación: Aprendizaje cooperativo

Venezuela

Nivel: Superior

**Resumen.** Esta investigación tuvo como objetivo, validar un Entorno Virtual para la Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo Integral en una variable, dirigido a estudiantes de la Carrera de Administración de la Universidad de Los Andes-Táchira. Se enmarcó dentro del paradigma mixto y se apoyó en un estudio de campo. Se diseñó una estrategia didáctica y un Entorno Virtual, incorporando micromundos y los principios de la Metadidáctica. Además, se aplicó un cuasi-experimento, para el cual se conformaron un grupo control y uno experimental. Las pruebas de rendimiento aplicadas, detectaron diferencias estadísticamente significativas en las medias de los grupos. La validación de ambos recursos se realizó utilizando el criterio de expertos, mediante una variante del método Delphi, que arrojó una calificación bastante aceptable a los mismos.

**Palabras clave:** cálculo integral, entorno virtual, metadidáctica, micromundos

El desarrollo de la informática educativa y las tecnologías de la información y comunicación (TIC), ha generado cambios a nivel mundial a escalas sociales, culturales, educativas y económicas. Estos cambios vienen influyendo en el proceso educativo, el cual debe adecuarse al tipo de personas que están formándose en esta era tecnológica. Por ello, la Educación debe propiciar el desarrollo integral de individuos capaces de enfrentar los retos, cubrir las necesidades y demandas que la “sociedad de la información” le impone al mundo actual. Venezuela no escapa a esta realidad, por esta razón se hace necesaria la adecuación y modernización del proceso de enseñanza y aprendizaje, para que promuevan la formación de personas críticas, creativas, reflexivas y capaces de integrarse a la nueva sociedad, de un modo efectivo.

Sin embargo, Poveda y Salas plantean que la metodología usada para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas ha empezado a cuestionarse. Esto, debido principalmente al bajo rendimiento académico que se presenta en esta asignatura. (Poveda & Salas, 2003, p. 2). Esta situación se viene evidenciando desde hace algunos años en los distintos niveles del Sistema Educativo venezolano y ha sido documentada por varios autores como Maita (2002) para quien a pesar de los estudios orientados a analizar la problemática del rendimiento

1621

académico en Matemáticas, el deterioro del proceso de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles sigue vigente y Morales (2005) quien señala que en la enseñanza de las Matemáticas en Venezuela, se han presentado factores psicológicos y pedagógicos que han dificultado el aprendizaje de esta ciencia.

Para Poveda y Salas (2003) las innovaciones tecnológicas en las aulas de clase pueden constituir medios para motivar a los estudiantes, cambiar la actitud de desidia y desinterés hacia el estudio de las Matemáticas y eliminar la monotonía en las clases. Además, la integración de las TIC al proceso de enseñanza de esta ciencia, puede brindar al estudiante un ambiente educativo semejante al entorno social en el cual se desarrolla. Es así como las TIC y específicamente los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA) pueden generar ambientes de trabajo para el aprendizaje colaborativo, activo, autoreglativo e interactivo, rompiendo con el aprendizaje pasivo y exclusivamente acumulativo. En este orden de ideas, el aprendizaje se presenta como un fenómeno social, pues los protagonistas del acto educativo interactúan para apropiarse de conocimientos, aplicándose de esta manera los principios establecidos por Vigotsky, mediante la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)

Los Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA), serán definidos como “dominios en línea que permiten la interacción sincrónica y asincrónica entre el profesorado y el alumnado” (Barajas, 2003, p. 4). En todo caso, un EVEA es un espacio mediado por las TIC, de comunicación sincrónica y asincrónica que permite el intercambio de información y donde se desarrollan procesos de enseñanza y aprendizaje, facilitados por la interacción y cooperación entre estudiantes y docentes en forma dinámica. En los EVEA pueden incorporarse los recursos conocidos como micromundos, definidos por Tsang citado en Vera y Morales como “un ambiente especializado para el aprendizaje dotado de los materiales apropiados para un objeto dado” (Vera & Morales, 2005, p. 50). Los usuarios podrán utilizarlos para conseguir soluciones a los planteamientos que su propia capacidad e ingenio le generen, asumiendo un papel protagónico.

Se propuso entonces la elaboración de un EVEA dirigido a estudiantes de Matemática 31 de la Carrera de Administración de la Universidad de los Andes-Táchira, como herramienta motivadora y complementaria en el proceso de Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo Integral en una variable considerando además, los otros componentes del polígono didáctico como la cultura matemática

asociada al cálculo integral, la tecnología, los profesores y estudiantes (Vera y Morales, 2005). Dicho EVEA se fundamentó en un modelo que consideró las características del estudiante e incorporó elementos motivacionales conducentes a promover en los usuarios la participación activa y la generación de un aprendizaje significativo y colaborativo y en los principios de la Metadidáctica, relacionados con el proceso de Enseñanza del Cálculo Integral en una variable, y que serán utilizados siguiendo los lineamientos de una estrategia didáctica diseñada para tal fin.

Aquí se tomará en cuenta la definición de Metadidáctica dada por González como “un sistema de conocimientos lógicos, cibernéticos y/o artísticos orientado al estudio y perfeccionamiento del proceso de preservación, desarrollo y difusión de la cultura asociada a una disciplina científica, técnica o artística por parte de un colectivo docente” (González, 2003, p. 1). Es importante destacar que la Metadidáctica establece nuevos roles docentes. Así, por ejemplo, el profesor de Matemáticas debe convertirse en un agente productor de material educativo de alta calidad en formato digital y en un agente difusor y preservador de la cultura Matemática. Por ello, en el contexto de este trabajo, se pretendió presentar al docente como agente productor, difusor y preservador de la cultura Matemática asociada con el Cálculo Integral en una variable.

### **Marco teórico**

La investigación se desarrolló bajo una postura ecléctica, tomando en cuenta lineamientos y elementos de varios modelos. Desde la perspectiva de la enseñanza, se consideraron aquellos centrados en los alumnos y los dependientes de los medios como la computadora. Desde la perspectiva del aprendizaje, se consideraron elementos de Ausubel: el aprendizaje significativo y la motivación, Vigotsky: el aprendizaje natural-social y la zona de ZDP y Cabero: el binomio Tecnología-Educación.

El trabajo de Ausubel, fundamenta esta investigación en primer lugar porque los docentes de hoy trabajan con una generación audio-visual-cibernética dotada de una estructura mental que puede ser altamente motivada si los materiales educativos que se les presentan mediante recursos como la computadora y los EVEA, logran producir en ellos un interés tan fuerte que posibilite la interconexión dinámica y efectiva de los tres cerebros, lo cual constituye -sin lugar a dudas- el deber ser de la Motivación, generando las condiciones para que el estudiante se disponga a

aprender con el denominado cerebro triuno. En segundo lugar, porque los conocimientos previos de los estudiantes conformaron el punto de partida para el desarrollo de las actividades en el aula.

Los EVEA ofrecen y promueven oportunidades para el aprendizaje social-colaborativo y la construcción de conocimientos mediante la interacción socio-cultural. Por esta razón, la Teoría del Aprendizaje natural-social de Vigotsky cobra singular relevancia en esta investigación, pues esta se basa en la postura de que el medio social donde se desarrolla un individuo es fundamental para el aprendizaje. Según este enfoque, el aprendizaje se presenta como una actividad o fenómeno social y se logra mediante la interacción con el medio donde se desarrolla cada persona. El conocimiento es producto de la interacción social y todos los procesos psicológicos superiores se adquieren en un primer momento en un contexto social y luego se internalizan. Los EVEA brindan al estudiante la posibilidad de interactuar colaborativamente en su proceso de aprendizaje pues los contenidos pueden ser presentados en forma lógica y organizada, de modo que los EVEA, representan un recurso útil para estimular la motivación del usuario y promover en él un aprendizaje significativo.

### **Metodología**

Esta Investigación se enmarcó dentro del paradigma mixto y se apoyó en un diseño de campo. La estrategia adoptada para el desarrollo en las siguientes etapas:

#### **Fase Diagnóstica**

Estuvo destinada a diagnosticar en docentes y alumnos de Matemáticas 31 de la Carrera de Administración, el conocimiento, utilización y postura frente a los recursos informáticos existentes, relacionados con el Cálculo Integral de una variable. Asimismo, se caracterizó el proceso de enseñanza en la mencionada Cátedra y el grado de motivación hacia el estudio de la misma, por parte de los estudiantes. Para esto, se aplicaron cuestionarios iniciales. La muestra estuvo conformada por 94 estudiantes y tres (03) profesores (el total de la población profesoral)

### **Fase de Diseño**

Se orientó hacia la selección y organización de los contenidos del Cálculo Integral de una variable, correspondientes al programa de la asignatura Matemáticas 31 de la Carrera de Administración, que estarían presentes en el EVEA. Adicionalmente, se seleccionó la Plataforma Tecnológica para desarrollar el EVEA.

### **Fase de materialización**

Considerando los lineamientos teóricos establecidos, los resultados de los instrumentos aplicados y haciendo uso de la plataforma seleccionada, en este caso Moodle versión 1.7.1, se diseñó un Entorno Virtual para la Enseñanza y Aprendizaje del Cálculo Integral en una variable, dirigido a estudiantes de Matemática 31, de la Carrera de Administración de la Universidad de Los Andes-Táchira, el cual estuvo disponible en [www.gapsipe.org/virtual](http://www.gapsipe.org/virtual) bajo el nombre: Cálculo Integral en una variable. Así mismo, se construyó la estrategia didáctica a utilizar en la aplicación del mencionado recurso, la cual fue elaborada tomando en cuenta las dimensiones culturales establecidas por la Metadidáctica a la cultura asociada, en este caso, al Cálculo Integral en una variable. En el diseño del EVEA se incorporaron tres micromundos: The Wolfram Integrator, Derive 6 e Integral Numérica.

### **Fase de Aplicación**

Estuvo destinada a la puesta en marcha de un cuasi-experimento, donde una vez diseñados, se aplicaron el EVEA y la estrategia didáctica, asumiendo un grupo control (48) y un grupo experimental (49). Al iniciar el cuasi-experimento se aplicó un Pre-Test, conformado por diez (10) ítems con el fin de indagar sobre las redes conceptuales vinculadas conocimientos previos necesarios para el desarrollo de algunos métodos de integración. Durante la aplicación del cuasi-experimento, el grupo experimental recibió clases utilizando el EVEA, bajo los lineamientos establecidos en la estrategia didáctica y el grupo control, recibió clases usando una estrategia docente tradicional. Las sesiones de clase de los dos grupos se desarrollaron en las aulas. El grupo experimental llevó a cabo las actividades complementarias, previstas en el EVEA diseñado.

Los contenidos relacionados con el Cálculo Integral en una variable, fueron estructurados en la plataforma Moodle, en once (11) bloques o Unidades, sin contar el bloque de bienvenida. Cada una de las Unidades comenzó con una explicación general del tema a tratar y continúa con la presentación de una serie de diez (10) ejercicios desarrollados con detalle, haciendo énfasis en explicaciones, que por experiencia de la autora, deben mostrarse al estudiante. También se presentan al usuario un conjunto de ejercicios propuestos con su respectiva respuesta, actividades relacionadas con el uso de los micromundos y materiales adicionales en los cuales puede encontrar más ejemplos y complementar el estudio de cada tema, tales como enlaces a páginas Web, textos electrónicos, entre otros. Además se incluyeron recursos como Chat, glosarios, consultas, foros, entre otros disponibles en Moodle versión 1.7.1.

La evaluación de los temas relacionados con el Cálculo Integral en una variable se realizó mediante la aplicación de dos (2) Pruebas a cada grupo. Las actividades previstas en el EVEA, para el grupo experimental, constituyeron el 30% de la calificación de cada Prueba Parcial y el 70% restante estuvo conformado por la calificación obtenida en la Prueba Escrita. El promedio de estas dos Pruebas Parciales para cada grupo fue utilizado como Prueba de Rendimiento para valorar el cuasi-experimento. La actividad culminó con la aplicación de los cuestionarios finales tanto a la docente como a los estudiantes que conformaron el grupo experimental, con la finalidad de indagar sobre sus apreciaciones del trabajo realizado, sus valoraciones con respecto al EVEA diseñado.

### **Fase de Validación**

La validación de la estrategia didáctica y del EVEA se realizó bajo dos perspectivas. En primer lugar, validación por criterio de juicio de expertos mediante la aplicación de una variante del Método Delphi, el cual es definido por Linstone y Turoff (1975) como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, tratar un tema complejo. Luego del procedimiento establecido en la Metodología Delphi, reseñado en Martínez (1982), se seleccionaron diez (10) expertos en las áreas de Matemáticas, Didáctica, Pedagogía, Informática aplicada a la Educación, Evaluación e Informática. En segundo lugar, la realización de un cuasi-experimento donde los estudiantes trabajaron con el EVEA diseñado que finalizó con la aplicación de pruebas de rendimiento.

### **Análisis de los resultados**

Los resultados del cuestionario inicial para estudiantes, permitieron establecer que un alto porcentaje de éstos, reflejó una disposición positiva hacia el trabajo grupal, el aprendizaje cooperativo (54.26%) y hacia el uso del computador en su proceso de aprendizaje (76.59%). Además, la mayor parte opinó que la incorporación del computador en la Enseñanza y Aprendizaje de este tema pudiera motivarle hacia su estudio (95.75%). Los resultados del cuestionario inicial para docentes permitieron establecer que en opinión de éstos, las TIC constituyen recursos complementarios para la enseñanza y aprendizaje del Cálculo Integral y manifestaron disposición para la aplicación del cuasi-experimento (100%). Este análisis sugiere que, en general, estaban dadas las condiciones para que se implemente -en la práctica- el uso de un EVEA que permita el desarrollo de los mencionados contenidos.

El instrumento final aplicado al grupo experimental mostró que la mayoría (59.18%) consideró como bueno su rendimiento en la asignatura y que su nivel de motivación aumentó notablemente (51.02%). El instrumento final aplicado a la docente que desarrolló el cuasi-experimento, mostró que desde su punto de vista, el nivel de motivación e interés para el estudio del Cálculo Integral, por parte de los estudiantes, mejoró con el uso del EVEA. En cuanto a las diferencias entre la enseñanza y aprendizaje tradicional del Cálculo Integral en una variable y la enseñanza y aprendizaje del mismo, mediados por el EVEA, opinó que con este método se obtuvo un mejor rendimiento.

El Pre-Test permitió establecer la normalidad de los datos, la homogeneidad de los grupos en cuanto a conocimientos y la igualdad estadística de medias de calificación. Con los resultados del Post-Test, se determinó una diferencia significativa entre las medias de calificación de los grupos después de la aplicación del cuasi-experimento.

Con respecto a la validación del EVEA y la estrategia didáctica, utilizando una variante del Método Delphi, se tiene que en promedio los diez (10) expertos concordaron con que la estrategia didáctica y el entorno virtual diseñados son bastante adecuados, por esta razón, le atribuyeron una calificación bastante aceptable.

## Conclusiones

De acuerdo con los resultados, con el EVEA diseñado se logró mejorar la motivación, en la mayoría de los estudiantes y un mejor rendimiento por parte de los estudiantes. Adicionalmente, se dio cumplimiento a los nuevos roles docentes, establecidos en la Metadidáctica, como son los de producir, difundir y preservar la cultura Matemáticas asociada con el Cálculo Integral de una variable. Los resultados del proceso de validación, evidenciaron que la estrategia didáctica y el entorno virtual utilizados, poseen un conjunto de características que permitieron un uso eficiente de los mismos, por esta razón, se puede afirmar que se logró implementar en forma adecuada los recursos empleados, posibilitando la difusión de la Cultura Matemáticas, mediante las TIC, en los procesos de enseñanza y aprendizaje del Cálculo Integral en una variable.

## Nota de los autores

La investigación realizada, se llevó a cabo gracias al apoyo y respaldo, del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA).

## Referencias bibliográficas

Barajas, M. (2003). Entornos virtuales de aprendizaje en la enseñanza superior. Fuentes para una revisión del campo. En Barajas, M. & Álvarez, B. (Eds.), *La tecnología educativa en la enseñanza superior: entornos virtuales de aprendizaje* (pp. 3-29). Madrid: McGraw-Hill.

González, M. (2003). *Introducción a la Metadidáctica*. Extraído el 26 de Mayo de 2005 desde <http://www.monografias.com/trabajos16/metadidactica/metadidactica.shtml>.

Linstone, H. & Turoff, M. (1975). *The delphi method, techniques and applications*. USA: Addison Wesley Publishing.

Maita, M. (2002). Una Experiencia de Formación Inicial: La Producción de Software Educativo por Alumnos de la Carrera de Educación. *Acción Pedagógica*, 11(2), 66-75.

Martínez, C. (1982). *Descripción del Método Delphi*. Tesis de Ingeniero Comercial, Universidad de Chile.

Morales, F. (2005). *Diseño de un texto electrónico para la enseñanza del Cálculo Integral dirigido a estudiantes de Administración*. Trabajo de Ascenso. Universidad Nacional Experimental Sur del Lago "Jesús María Semprum", Venezuela

Poveda, R. & Salas, O. (2003). *Uso de la TI-92 en la Enseñanza del Tema: Funciones*. Extraído el 15 de Febrero de 2006 desde <http://www.una.ac.cr/mate/publicac/ti92.htm>.

Vera, M. & Morales, F. (2005). Propuesta de un modelo didáctico para la elaboración de un software educativo para la enseñanza del Cálculo Integral. *Acción Pedagógica*, 14, 50-57.