

APP PARA DISPOSITIVOS MÓVILES PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DEL CÁLCULO DIFERENCIAL: ELEMENTOS DE DISEÑO

APP FOR MOBILE DEVICES TO PROMOTE THE LEARNING OF DIFFERENTIAL CALCULUS: DESIGN ELEMENTS

FECHA DE RECEPCIÓN: 19 DE FEBRERO DE 2019

FECHA DE ACEPTACIÓN: 07 DE MARZO DE 2019

Hugo Moreno Reyes

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, México.
hmoreno@ciidet.edu.mx*

Rodolfo Guadalupe Alcantara Rosales

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, México.
roaltep@gmail.com*

Juan Alfonso Castañeda Bravo

*Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, México.
castaneda.ciidet@gmail.com*

Resumen

Esta aplicación móvil de apoyo académico al curso de cálculo diferencial de tronco común para ingenierías tiene como propósito apoyar el proceso de aprendizaje a través de actividades articuladas con diversos materiales. Es importante mencionar que para su desarrollo se tomaron en cuenta elementos de diseño de la interfaz y metodologías enseñanza-aprendizaje que permitieran con base en la portabilidad de medios y contenidos promover la construcción de conocimientos previos y de refuerzo a la sesión de clase. Se presentan imágenes de las pantallas de la aplicación así como la estructura referente para el código. Se concluye que la utilización “per se” de la Tecnología Digital Móvil no resolverá el problema del aprendizaje, los estudiantes deben de desarrollar habilidades de estudio independiente para que puedan ser los protagonistas en la construcción de su conocimiento, así como los Profesores deben diseñar procesos más efectivos y mantener una retroalimentación permanente.

Palabras clave: Aplicaciones móviles, diseño de interfaz, ambiente de aprendizaje,

Abstract

This is a mobile support application. It is important to take into account that its development takes into account design elements of the interface and teaching-learning methodologies that allow based on the

portability of the media and the means of communication for the construction of prior knowledge and reinforcement of the session of the class. Images of the application screens are presented. It is concluded that the use “per se” of Digital Mobile technology does not solve the problem of learning, students become employees of them. more effective and maintain a permanent feedback.

Keywords: Mobile applications, interface design, learning environment

Introducción

Esta aplicación móvil de apoyo académico al curso de cálculo diferencial de tronco común para ingenierías es uno de los resultados de un proyecto de investigación, innovación y desarrollo tecnológico realizado por el Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica y el Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec, ambas instituciones pertenecientes al Tecnológico Nacional de México. Como punto de partida se tomará como referente el Programa de Cálculo Diferencial (TecNM, 2016) autorizado por la Dirección de Docencia e Innovación Educativa del Tecnológico Nacional de México, con clave ACF-0901 de mayo de 2016. En dicho programa se menciona que la asignatura contribuye a desarrollar un pensamiento lógico-matemático al perfil del ingeniero y aporta las herramientas básicas para introducirse al estudio del cálculo y su aplicación, así como las bases para el modelado matemático. Además, proporciona herramientas que permiten modelar fenómenos de contexto. En este sentido, la característica más sobresaliente de esta asignatura es que en ella se estudian las bases sobre las que se construye el cálculo diferencial, para ello se utilizan las definiciones de función y límite estableciendo uno de los conceptos más importantes del cálculo: la derivada, que permite analizar razones de cambio y problemas de optimización, entre otras. Siendo la derivada tema de trascendental importancia en las aplicaciones de la ingeniería.

De acuerdo con lo anterior, la importancia del estudio del Cálculo Diferencial radica principalmente en proporcionarlas bases para el desarrollo de las competencias del Cálculo Integral, Cálculo

Vectorial, Ecuaciones Diferenciales y asignaturas de física y ciencias de la ingeniería.

Planteamiento del problema

Con respecto a las competencias específicas y genéricas que desea promover el curso de Cálculo Diferencial para Ingenierías en la Unidad 5 correspondiente a Aplicaciones de la Derivada, se tiene como competencia específica que el estudiante aplique la derivada para la solución de problemas de optimización y de variación de funciones y utilice diferenciales en problemas que requieren aproximaciones. Así como, Capacidad de abstracción, análisis y síntesis; Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas; Habilidad para trabajar en forma autónoma; Habilidades en el uso de las TIC; Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica; Capacidad crítica y autocrítica; y Capacidad de trabajo en equipo, como competencias genéricas. Con respecto a dichas competencias el Programa recomienda como actividades de aprendizaje, las siguientes:

- Utilizar la derivada para calcular la pendiente de rectas tangentes a una curva en puntos dados.
- Aplicar la relación algebraica que existe entre las pendientes de rectas perpendiculares para calcular, a través de la derivada, la pendiente de la recta normal a una curva en un punto.
- Determinar si dos curvas son ortogonales en su punto de intersección.

- Aplicar el teorema de Rolle en funciones definidas en un cierto intervalo y explicar su interpretación geométrica.
- Aplicar el teorema del valor medio del cálculo diferencial en funciones definidas en un cierto intervalo y explicar su interpretación geométrica.
- Determinar, a través de la derivada, cuándo una función es creciente y cuándo decreciente en un intervalo.
- Obtener los puntos críticos de una función.
- Explicar los conceptos de punto máximo, punto mínimo y punto de inflexión de una función.
- Determinar cuándo un punto crítico es un máximo o un mínimo o un punto de inflexión (criterio de la primera derivada).
- Explicar la diferencia entre máximos y mínimos relativos y máximos y mínimos absolutos de una función en un intervalo.
- Mostrar la importancia del teorema de Rolle para la existencia de un máximo o de un mínimo en un intervalo.
- Mostrar, a través de la derivada, cuándo una función es cóncava hacia arriba y cóncava hacia abajo.
- Determinar, mediante el criterio de la segunda derivada, los máximos y los mínimos de una función.
- Analizar en un determinado intervalo las variaciones de una función dada: creciente, decreciente, concavidades, puntos máximos, puntos mínimos, puntos de inflexión y asíntotas.
- Resolver problemas de tasas relacionadas.
- Resolver problemas de optimización planteando el modelo correspondiente y aplicando los métodos del cálculo diferencial; se sugiere trabajo en equipo;

dependiendo de la aplicación utilizando TIC.

- Resolver problemas de aproximación haciendo uso de las diferenciales.
- Aplicar el teorema de L'Hôpital para el cálculo de límites indeterminados.
- Búsqueda y análisis de artículo que contenga aplicación de derivadas, límites, funciones u otro tema de esta asignatura.

Como podemos observar es un conjunto de actividades adecuadas para promover aprendizajes respecto a la aplicación de la Derivada, sin embargo, el desarrollo de estas actividades con respecto al tiempo destinado para esta Unidad 5 del curso resulta muy justo. Es por ello, que el diseño de una aplicación para dispositivos móviles, smartphones, tabletas, entre otros, puede apoyar al desarrollo de las actividades y su ejercitación, así como el repaso fuera de hora de clase, logrando el estudiante disponer de contenidos y actividades que refuercen el aprendizaje del tema visto en clase.

Método

La investigación realizada se basó en la Investigación Basada en el Diseño (IBD) que es propuesta por Barab y Squire como una serie de intervenciones iterativas en torno a un proyecto de investigación como el objeto de generar nuevas teorías, artefactos y prácticas que contribuyan y potencialmente impacten el proceso enseñanza-aprendizaje (citado por Herrington, McKenney, Reeves y Oliver, 2007). Por otra parte, para Benito y Salinas (2016) es un tipo de investigación orientada hacia la innovación educativa cuya característica fundamental consiste en la introducción de un elemento nuevo para transformar una situación. Este tipo de investigación trata de responder a problemas detectados en la realidad educativa recurriendo a teorías científicas o modelos disponibles para proponer posibles soluciones a dichos problemas.

La IBD contempla cuatro etapas que a continuación se describen:

- **Etapa de diagnóstico:** consiste en una investigación o estudio diagnóstico, cuyos resultados son el insumo para el análisis y el diseño, en nuestro caso de la App.
- **Etapa de análisis:** consiste en diseñar la intervención orientada a los resultados esperados, llevando a cabo el desarrollo de la solución tecnológica.
- **Etapa de intervención:** se lleva a cabo la intervención, recabando información importante del proceso.
- **Etapa de evaluación:** se analizan los resultados de la intervención con el propósito de contrastarlos con los resultados pretendidos y establecer mejoras.

De acuerdo con lo anterior, se realizó una búsqueda, selección y análisis de materiales que constituyeran un marco referente para el diseño tecno-pedagógico de la App. Las nociones y elementos encontrados sobre uso de tecnología móvil orientada a aplicaciones educativas permitió la confección de la navegación a través de los menús más idónea para los estudiantes, tomando en cuenta el tipo de contenido, los materiales de apoyo y el trabajo psicocognitivo a desarrollar. Se realizó el desarrollo tecnológico de la App con base en programación Java para Android que constituye un entorno sólido y flexible, protocolos de red integrados y soporte para aplicaciones fuera de línea y de trabajo en red, aprovechando funciones nativas de los dispositivos.

La Aplicación Móvil (App) desarrollada se planteó con el propósito de aprovechar el trabajo en el aula relativo a la construcción de escenarios de aprendizaje significativo que realiza el docente de Cálculo Diferencial para los estudiantes que inician su formación profesional, en el sentido de reforzar el aprendizaje de esta asignatura. La App

desarrollada se enfoca, con base a la competencia específica de la asignatura, en promover la resolución de problemas utilizando la definición de derivada de una función de una variable en modelos matemáticos aplicados. En este caso en particular, se utilizó el cálculo de volúmenes a través de sólidos en revolución como ejercitación didáctica en la comprensión de la aplicación de la derivada.

Desarrollo

Como lo menciona el mismo programa, la asignatura de Cálculo Diferencial se organiza en cinco temas. El primer tema se inicia con un estudio sobre los números reales y sus propiedades básicas, así como la solución de problemas con desigualdades. Esto servirá de sustento para el estudio de las funciones de variable real. El tema dos incluye el estudio del dominio y rango de funciones, así como las operaciones relativas a éstas. También las funciones simétricas, par e impar, escalonadas (definidas por más de una regla de correspondencia), crecientes y decrecientes, periódicas, de valor absoluto, etc.

En el tema tres se introduce la noción intuitiva de límite, así como la definición formal. Se aborda el cálculo de límites por valuación, factorización, racionalización, de límites trigonométricos y los límites laterales. Se incluyen casos especiales de límites infinitos y límites al infinito, así como asíntotas horizontales y verticales, concluyendo el tema con el estudio de la continuidad en un punto y en un intervalo. La derivada, en el tema cuatro, se aborda de manera intuitiva obteniendo la pendiente de la recta tangente a una curva y como una razón de cambio. La definición de derivada permite deducir propiedades y reglas de derivación de funciones.

El último tema consiste principalmente en aplicar las propiedades y reglas de derivación para modelar y resolver problemas de razones de cambio y optimización específicos de cada área. De tal forma que el estudiante debe desarrollar la habili-

dad para modelar situaciones cotidianas en su entorno. Es importante que el estudiante valore las actividades que realiza, que desarrolle hábitos de estudio y de trabajo para que adquiera características tales como: la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo, el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Además, el Cálculo Diferencial contribuye principalmente para el desarrollo de las siguientes competencias genéricas: de capacidad de abstracción, análisis y síntesis, capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, habilidad para trabajar en forma autónoma, habilidades en el uso de las TIC, capacidad crítica y autocrítica y la capacidad de trabajo en equipo. En este sentido, el programa plantea que el docente de Cálculo Diferencial debe mostrar y objetivar su conocimiento y experiencia en el área para construir escenarios de aprendizaje significativo en los estudiantes que inician su formación profesional, debe enfatizar el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura a fin de que ellas refuercen los aspectos formativos: incentivar la curiosidad, el entusiasmo, la puntualidad, la constancia, el interés por mejorar, el respeto y la tolerancia hacia sus compañeros y docentes, a sus ideas y enfoques y considerar también la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

Para ello es importante que el estudiante posea como competencias previas e indispensables para el logro de aprendizajes de los contenidos de la asignatura la utilización de la aritmética para realizar operaciones, emplee el álgebra para simplificar expresiones, resuelva ecuaciones y sistemas de ecuaciones, utilice la trigonometría para resolver problemas y describa las ecuaciones de los principales lugares geométricos.

En esta tesitura y de acuerdo con el estudio de Romero (1997) que presenta un análisis del espacio educativo como parte de la naturaleza de las actividades académicas, administrativas y de proyección social, expone los campos de desarrollo y cómo se articula en ellos el espacio educativo, la

relación existente entre este y la calidad de la educación, y finalmente analiza las relaciones de poder que propician los espacios educativos. De tal forma que el espacio forma parte inherente de la calidad de la educación, es decir, los espacios consagran relaciones de poder, inclusive en el proceso pedagógico.

En este sentido, el análisis y selección de los materiales educativos, así como de los apoyos tecnológicos se realiza desde una postura crítica e innovadora que permita contribuir a la construcción del conocimiento, cuestionando y tomando en consideración:

- **¿Qué tipos de conocimientos, estrategias cognitivas y cualidades afectivas deben ser aprendidos, de manera que los alumnos tengan disposición para aprender a pensar y resolver problemas con habilidad?**
- **¿Qué tipo de procesos de aprendizaje deben ser llevados a cabo por los alumnos para lograr la pretendida disposición, incluyendo la mejora de categorías de conocimientos y habilidades?**
- **¿Cómo puede crearse un ambiente de aprendizaje lo suficientemente dinámico y poderoso para lograr en los alumnos una disposición a aprender a pensar activamente?**

De acuerdo con lo anterior, es importante tener presente un cuerpo teórico organizado y flexible, métodos heurísticos, habilidades metacognitivas, y aspectos afectivos, actitudes, motivos y emociones. Cobrando especial importancia la metacognición, ya que su desarrollo favorece la transferencia de habilidades adquiridas en un dominio del conocimiento hacia otros.

El modelo de contrato de aprendizaje cognitivo propuesto por Collins, Brown y Newman (1989) dice que un individuo aprende a través de un proceso activo, cooperativo, progresivo y au-

to dirigido, que apunta a encontrar significados y construir conocimientos que surgen, en la medida de lo posible, de las experiencias de los alumnos en auténticas y reales situaciones. Por lo que, el planteamiento de problemas, diseño y ejecución de soluciones; la capacidad analítica investigativa; la capacidad de razonamiento lógico-matemático; la capacidad de análisis del contexto; el manejo de la tecnología informática y del lenguaje digital, y la capacidad de resolver situaciones problemáticas, son elementos vertebradores de la educación.

Redimensionar los ambientes educativos en la escuela implica, además de modificar el medio físico, los recursos y materiales con los que se trabaja, exige un replanteamiento de los proyectos educativos que en ella se desarrollan y particularmente los modos de interacciones de sus protagonistas, de manera que la escuela sea un verdadero sistema abierto, flexible, dinámico y que facilite la articulación de los integrantes de la comunidad educativa: maestros, estudiantes, padres, directivos y comunidad en general.

De nada serviría si un espacio se modifica introduciendo innovaciones en sus materiales, si se mantienen inalterables unas acciones y prácticas educativas cerradas, verticales, meramente instruccionales. Es de esta manera, la escuela, después de la familia y aún de otros espacios de formación de actitudes y valores, el espacio determinante en la formación individual del sujeto. Con el desarrollo de la Aplicación (App) se pretende propiciar un ambiente altamente favorable para el aprendizaje del Cálculo Diferencial a través de una interacción comunicativa efectiva y circular entre el maestro, el estudiante y el propio grupo.

La sociedad de la información, exige una nueva alfabetización basada en los nuevos medios técnicos y en los nuevos lenguajes que ellos suponen. Aparece el concepto de *cibercultura*, como un escenario tecnológico para la producción cultural, de la mediatización de lo social. Los ambientes virtuales de aprendizaje constan de dos elementos conceptuales: el diseño instruccional y el diseño de la

interfaz, como elementos fundamentales para instrumentar la provisión de estímulos sensoriales y la mediación cognitiva.

La App desarrollada forma parte de la estrategia didáctica para el aprendizaje del Cálculo Diferencial en conjunto con las clases presenciales en el aula. En este sentido, pensar en la instrucción como un medio ambiente destaca al 'lugar' o 'espacio' donde ocurre el aprendizaje, tanto en el aula como en los dispositivos móviles en los que se encuentra alojada la App. Los elementos de un medio ambiente de aprendizaje están representados por el alumno, el lugar o espacio donde actúa, el uso de herramientas y artefactos para recoger e interpretar información, la interacción con otros, etcétera. En términos generales se pueden distinguir cuatro elementos esenciales a considerar:

- **Un proceso de interacción o comunicación entre sujetos**
- **Un grupo de herramientas o medios de interacción**
- **Una serie de acciones reguladas relativas a ciertos contenidos**
- **Un entorno o espacio en donde se llevan a cabo dichas actividades**

Se puede afirmar que un ambiente de aprendizaje es un entorno físico y psicológico de interacción regulada en donde confluyen personas con propósitos educativos. Dichos entornos pueden proveer materiales y medios para instrumentar el proceso. El aprendizaje móvil se da en entornos informáticos digitales e inmateriales que proveen las condiciones para la realización de actividades de aprendizaje, pudiéndose distinguir dos tipos de elementos, los constitutivos y los conceptuales. Los constitutivos se refieren a los medios de interacción, recursos, factores ambientales y factores psicológicos; y los conceptuales se relacionan con los aspectos que definen el concepto educativo del ambiente virtual, como son el diseño instruccional y el diseño de la interfaz.

Uno de los aspectos clave en la vinculación entre la propuesta didáctica y el diseño de la interfaz es el esquema general de navegación expresado a través del menú que presenta la App en el dispositivo móvil, considerando los siguientes elementos:

- Programa del curso, el cual describe los contenidos del curso
- Calendario de actividades y formas de evaluación, en donde se establecen los avances programáticos del curso
- Vías de comunicación para el envío, recepción y retroalimentación de las actividades, como correo electrónico
- Espacios para el intercambio de ideas y opiniones, como el foro
- Centro de recursos, en donde se ponen a disposición lecturas, videos, gráficas y todo tipo de materiales que se requieren para los temas
- Recursos adicionales y ligas de interés, como apoyo para profundizar en un tema

De acuerdo con Herrera (2006) las fuentes que pueden desencadenar los procesos cognitivos de asimilación y acomodación para generar las condiciones favorables para el aprendizaje pueden categorizarse en tres clases: materiales didácticos, el contexto y la comunicación. Por otra parte, las funciones cognitivas, estrategias didácticas y elementos constitutivos de la interfaz, tienen como función en el proceso de aprendizaje la provisión de estímulos sensoriales, entendida como la capacidad de las tecnologías para estimular los sentidos, teniendo el cuidado de que los mensajes emitidos sean fielmente recibidos por los participantes, sin provocar distracciones; la mediación cognitiva, que se refiere al tránsito de ideas a través de las estructuras mentales de los sujetos del acto educativo.

La provisión de estímulos tiene al menos dos dimensiones que deben considerarse en el diseño

del proceso de aprendizaje. La dimensión atencional se refiere a la potencialidad que tiene la interfaz para centrar la atención del aprendiz en los estímulos relevantes. Esta potencialidad puede manifestarse a través de dos formas, al enfatizar los aspectos relevantes de la información o, al inhibir los ruidos e interferencias del entorno para llamar su atención y, la dimensión motivacional que se refiere a la potencialidad de la interfaz para estimular o mantener la motivación del estudiante hacia el aprendizaje de manera permanente durante el tránsito o navegación a través de la App. En este sentido, es importante señalar que deben considerarse como elementos que sustentan el modelo instruccional:

- El papel de la Tecnología Digital, particularmente la Móvil, en el aprendizaje, como provisión de estímulos sensoriales, la mediación cognitiva y la disposición de contenidos de manera ubicua, y
- Los elementos conceptuales de la App, como el diseño instruccional y el diseño de la interfaz.

En el Cuadro 1 se muestran los referentes para el diseño de la interfaz:

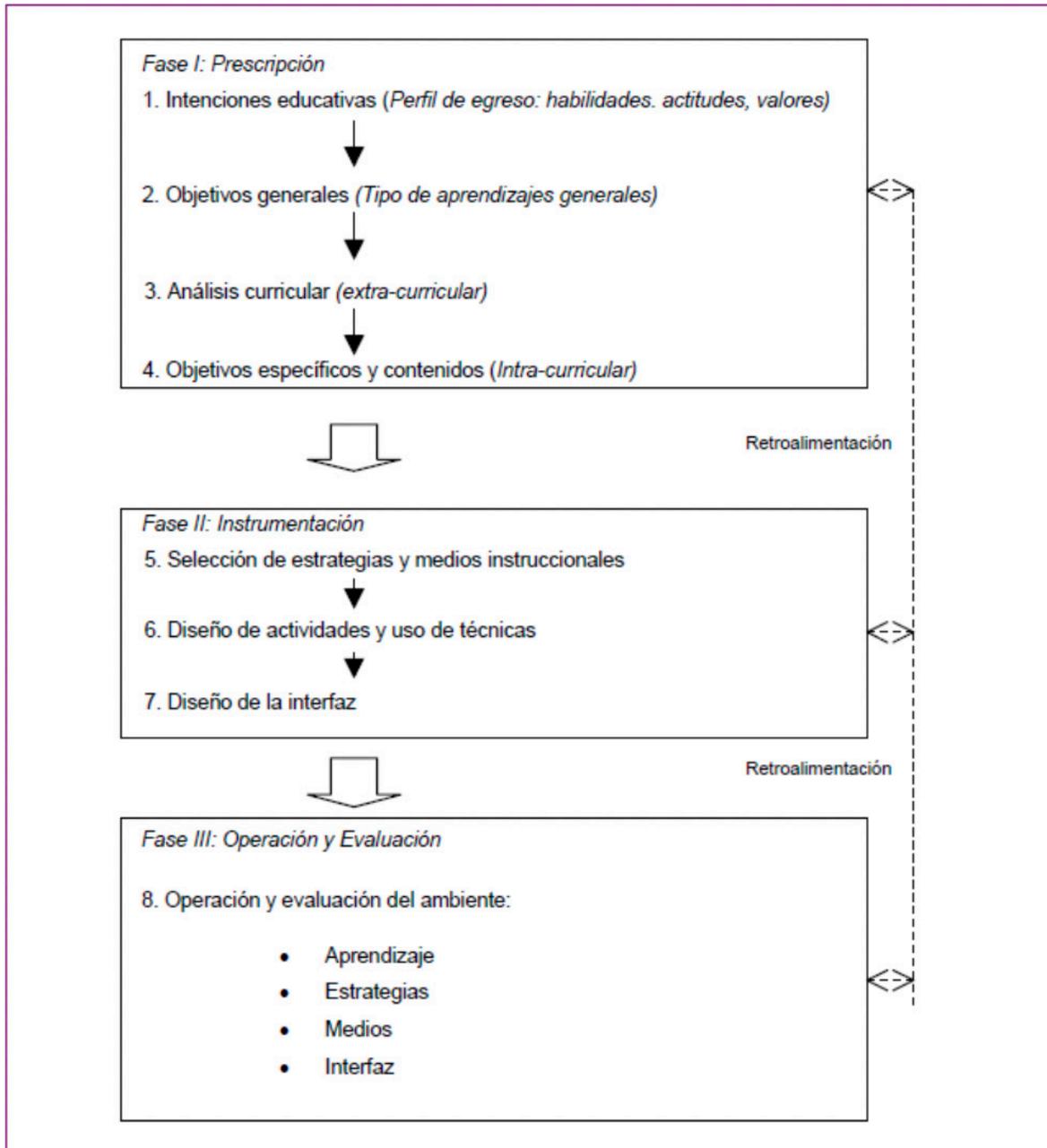
Lineamientos para el diseño de la interfaz

LINEAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LA INTERFAZ	ELEMENTOS REQUERIDOS
Promoción del acceso al entorno social.	Vías de interacción: correo electrónico, foros de discusión, video-enlaces, etc.
Provisión de acceso al entorno natural.	Imágenes, animaciones, simuladores, realidad virtual.
Provisión de acceso al entorno documental.	Bases de información, hipertexto, lecturas, etc.
Administración de los recursos atencionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Enfatización de los aspectos relevantes. • Dosificación de la información. • Inhibición de los ruidos e interferencias del entorno. • Eliminación de información innecesaria o superflua.
Administración de los recursos motivacionales.	<ul style="list-style-type: none"> • Variación de estímulos. • Diversificación de canales perceptivos. • Uso intencionado de animaciones. • Evitar elementos innecesarios o decorativos. • Manejo discreto y planificado de elementos visuales. • Los elementos motivacionales no deben convertirse en distractores.

Fuente: tomado de Herrera (2006).

En la Figura I se muestran las fases del proceso de diseño instruccional:

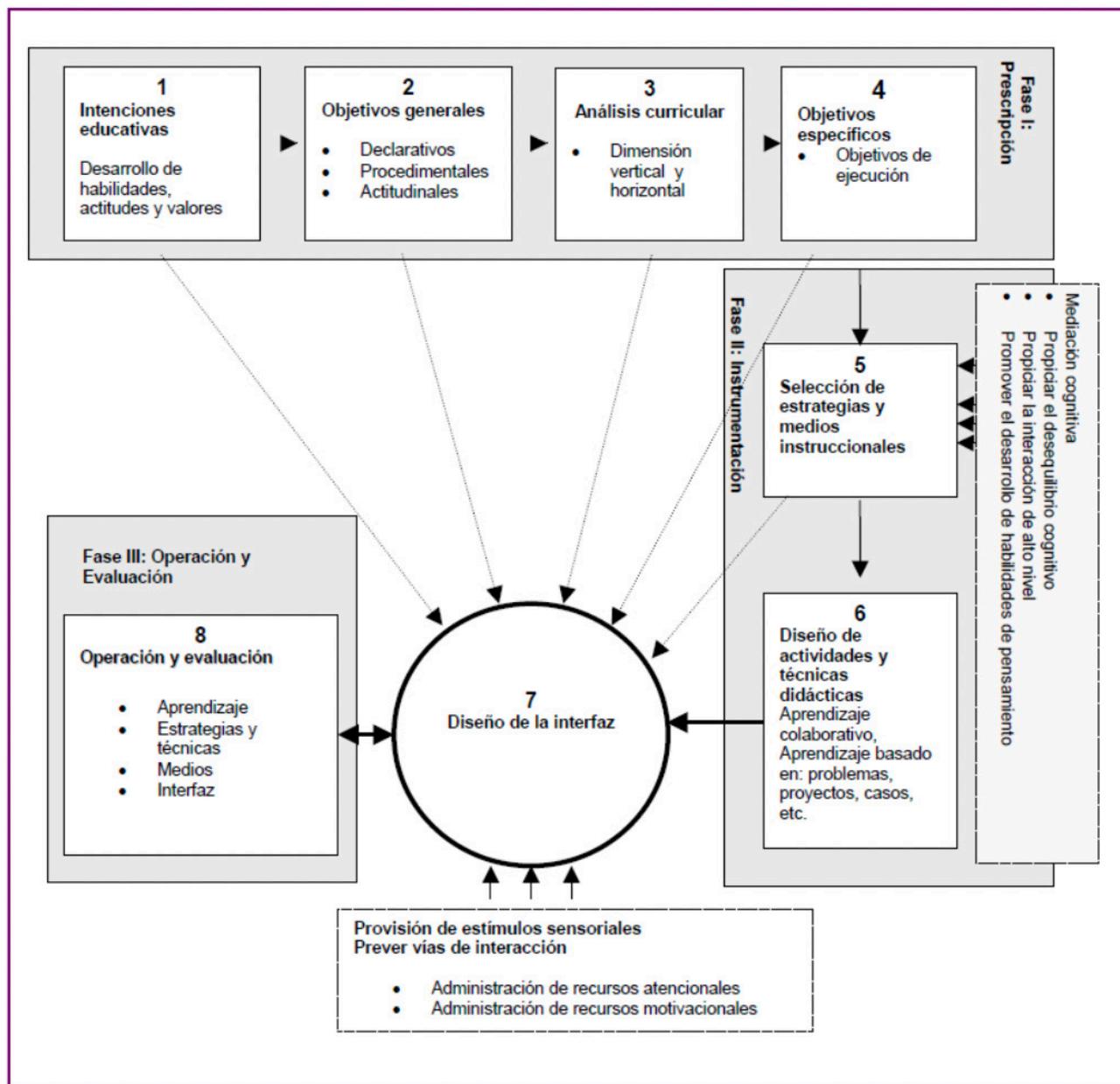
Las tres fases del modelo instruccional propuesto



Fuente: tomado de Herrera (2006).

En la Figura II se muestra la relación entre el diseño instruccional y el diseño de la interfaz:

Relación y secuencia de las fases del modelo instruccional propuesto



Fuente: tomado de Herrera (2006).

Para la definición de objetivos específicos que permitan un mejor diseño del proceso de aprendizaje se considera:

- La situación
- La capacidad adquirida o por adquirir
- El objeto
- Una acción observable
- Las condiciones de ejecución

Para la selección de estrategias y medios instruccionales, es importante tener presente los siguientes aspectos:

- Propiciar el desequilibrio cognitivo. Como una condición necesaria para preparar al estudiante para el proceso desde el punto de vista cognitivo. Esta estrategia está sustentada en las aportaciones de Piaget (1978, 1991, 1998) referentes a los procesos de acomodación y asimilación.
- Propiciar la interacción de alto nivel cognitivo. En donde se confrontan, al menos dos estructuras cognitivas diferentes. Esta estrategia se sustenta en las aportaciones de Vygotsky (1979).
- Promover el desarrollo de habilidades del pensamiento. Como una condición

necesaria para favorecer la calidad del aprendizaje y proveer recursos meta-cognitivos, de acuerdo a Gardner (1993, 1998).

- Administrar los recursos atencionales. Para mantener de manera constante la atención del estudiante en su proceso de aprendizaje (Mayas, 2008).

- Administrar los recursos motivacionales. Necesaria para detonar todos los procesos necesarios hacia el aprendizaje (Chóliz, 2004).

En el diseño de las actividades es fundamental el procesamiento de la información por parte del estudiante. No basta proveer información nueva y propiciar el desequilibrio cognitivo, siempre es necesario que el estudiante realice una acción cognitiva relevante y converja hacia una construcción sólida de conocimiento. Por lo que para el diseño de la interfaz se consideraron algunas estrategias mostradas en el Cuadro II.

Estrategias para el Diseño de la interfaz

ESTRATEGIA	FORMA DE EXPRESIÓN	MEDIO
1. Propiciar el desequilibrio cognitivo.	Conceptual	Contenidos de texto, Imágenes y sonidos.
2. Propiciar la interacción de alto nivel cognitivo.	Visual	Enlaces, foros, correo.
3. Promover el desarrollo de habilidades.	Conceptual	Contenido de texto, imágenes y sonidos.
4. Administración de los recursos atencionales.	Visual	Presentación de texto animaciones y sonidos.
5. Administración de los recursos motivacionales.	Visual	Presentación de texto animaciones y sonidos.

Fuente: tomado de Herrera (2006).

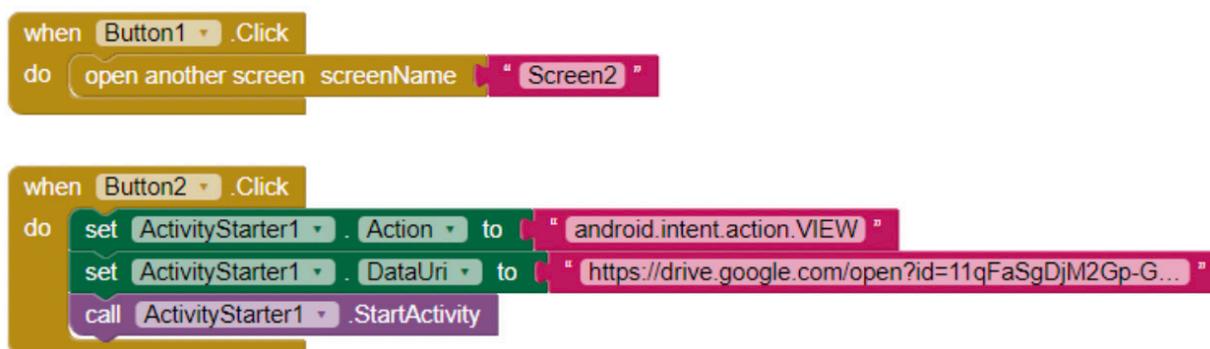
Resultados

Una vez que el programa de instalación se ha ejecutado se mostrará en pantalla el ícono correspondiente y al pulsarlo aparecerá la pantalla1 (Screen1) como se muestra en la Figura III



Fuente: Tomado de la App (diseño propio)

El código desarrollado para la primera pantalla se muestra en la Figura IV



Fuente: Estructura de código (elaboración propia)

En la Figura V se muestra la segunda pantalla en donde al oprimir el botón correspondiente mostrará el programa del curso y señalará el objetivo del curso



Fuente: Tomado de la App (diseño propio)

En Figura VI se presenta la estructura del código desarrollado

```

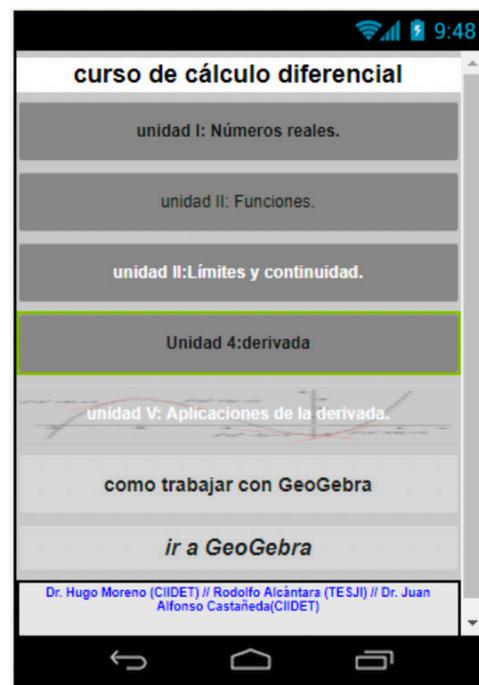
when Button1 .Click
do
  set ActivityStarter1 . Action to " android.intent.action.VIEW "
  set ActivityStarter1 . DataUri to " https://drive.google.com/open?id=1K7Q7lvSrvVZ-s... "
  call ActivityStarter1 .StartActivity

when Botón1 .Click
do
  open another screen screenName " unidades "

```

Fuente: Estructura de código (elaboración propia)

En la Figura VII se muestran las unidades del curso, en cada una de ellas se presenta la agenda de trabajo, las lecturas correspondientes, así como los ejercicios involucrados en cada unidad. Se muestra también en pantalla del *Smartphone* o de la tableta parte del trabajo hecho por los estudiantes, inclusive los videos correspondientes. Se incluye además el acceso a un tutorial de un programa de aplicación (*GeoGebra*) en donde se puede estudiar cómo resolver los diversos ejercicios planteados en clase. Se muestra también un botón de acceso a dicho programa con todas las ventajas que esto implica.



Fuente: Tomado de la App (diseño propio)

En la Figura VIII se muestra el código por bloque desarrollado para los accesos señalados.

```

when Button1 .Click
do
  set ActivityStarter1 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter1 . DataUri to https://drive.google.com/open?id=1JeuCxW8dH3LRv_...
  call ActivityStarter1 .StartActivity

when Button2 .Click
do
  set ActivityStarter2 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter2 . DataUri to https://drive.google.com/open?id=1zhgADkPEcZv3qW...
  call ActivityStarter2 .StartActivity

when Button3 .Click
do
  set ActivityStarter3 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter3 . DataUri to https://drive.google.com/open?id=1-svCo9PGrvd7he...
  call ActivityStarter3 .StartActivity

when Button6 .Click
do
  set ActivityStarter4 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter4 . DataUri to https://drive.google.com/open?id=1wx23MEP5egazDy...
  call ActivityStarter4 .StartActivity

when Button5 .Click
do
  set ActivityStarter5 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter5 . DataUri to https://drive.google.com/open?id=1IYLVdB9hGcsDzc...
  call ActivityStarter5 .StartActivity

when Button7 .Click
do
  set ActivityStarter6 . Action to android.intent.action.VIEW
  set ActivityStarter6 . DataUri to https://youtu.be/fySbGKw6TbA
  call ActivityStarter6 .StartActivity
  
```

Fuente: Estructura de código (elaboración propia)

Conclusiones

Para concluir, el desarrollo de la App lista para hospedar las actividades de aprendizaje que realizará el estudiante, muestra una interfaz con una metodología de trabajo como parte importante en la implementación de la Tecnología Móvil en el curso de Cálculo Diferencial, no olvidando la importancia que tie-

ne el diseño de los materiales que serán usados por los estudiantes para que guíen su propio proceso de apropiación y sobre todo a su propio ritmo, esto le permitirá enfrentarse de manera exitosa a los contenidos. Entre el estudiante y los materiales se encuentra la planeación instruccional y las herramientas tecnológicas, siendo estos elementos los que median la enseñanza, el aprendizaje y el intercambio del conocimiento, por lo que el estudiante deberá tener habilidades de estudio independiente para tener altas probabilidades de éxito en nuestro modelo de trabajo de la App, de tal forma que el estudiante junto con el estudio independiente se convierte en el centro de atención del proceso.

Con respecto a la etapa de operación y evaluación de la App se propone en una siguiente etapa hacer la evaluación tanto de los aprendizajes logrados y de la implementación de estrategias, como de la adecuación de los medios y de la interfaz de la Aplicación.

A manera de cierre podemos mencionar que un Sistema Administrador del Aprendizaje, como la App está diseñada para actuar como centro de las actividades de los estudiantes, junto con la disposición de los recursos requeridos para ellas, con el propósito de contribuir al logro de mejores apren-

dizajes. Sin embargo, es importante señalar que la utilización “per se” de la Tecnología Digital Móvil no resolverá el problema del aprendizaje, los estudiantes deben de desarrollar habilidades de estudio independiente para que puedan ser los protagonistas en la construcción de su conocimiento, así como los Profesores deben diseñar procesos más efectivos y mantener una retroalimentación permanente.

Un siguiente paso en este Proyecto es continuar aprovechando la Tecnología para aprender en comunidad, a través de un repositorio dinámico que permita hospedar los ejercicios realizados por los estudiantes en la App y que puedan ser consultados por todo el grupo (comunidad) con el propósito de tener un acervo de problemas resueltos. El pensamiento colectivo y las comunidades de aprendizaje en la actualidad con el uso de tecnologías digitales, por decirlo de alguna manera, facilitan información, contenidos para que otros apoyados por la comunidad aprendan, la comunidad es sinérgica entre sus miembros. Como lo señala Mercer (2001), las comunidades de práctica son mecanismos sociales para compartir y desarrollar conocimiento.

Referencias

- Benito, B., y Salinas, J. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/305622644_La_Investigacion_Basada_en_Disenio_en_Tecnologia_Educativa
- Chóliz, M. (2004): Psicología de la Motivación: el proceso motivacional. Universidad de Valencia. <http://www.uv.es/~choliz>
- Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1989). Cognitive apprenticeship teaching and the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duarte, J. (2003). Ambiente de aprendizaje. Una aproximación conceptual en *Revista Iberoamericana de Educación*.

- Gardner, H. 1993. Inteligencias múltiples. Barcelona: Rosés.
- Gardner, H. 1998 Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica. Barcelona: Paidós.
- Herrera, M.A. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje, en Revista Iberoamericana de Educación, 35, 8.
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. ECU publications. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/49277762_Design-based_research_and_doctoral_students_Guidelines_for_preparing_a_dissertation_proposal
- Martín Bravo, C. (2009). Psicología del desarrollo para docentes. Madrid: Pirámide.
- Mayas, J. (2008). Procesos atencionales y procesos de memoria en el envejecimiento. Tesis Doctoral. Madrid: UNED.
- Mercer, N. (2001). La construcción guiada del conocimiento: el habla de profesores y alumnos. Barcelona: Paidós.
- Miranda, G.A. (2004). De los ambientes virtuales de aprendizaje a las comunidades de aprendizaje en línea en Revista Digital Universitaria, Volumen 5 Número 10, 2-14.
- Piaget, J. (1978). La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo. Madrid: Siglo XXI.
- Piaget, J. (1991). Seis estudios de Psicología. Barcelona: Labor.
- Piaget, J. (1998). Introducción a Piaget: Pensamiento, Aprendizaje y Enseñanza. México: Longman, S.A
- Pozo, J. (1997). Teorías cognitivas del aprendizaje. Madrid: Morata.
- Romero, H. (1997): Espacio Educativo, Calidad de la Educación y Acreditación. Bogotá.
- TecNM (2016). Programa de asignatura de Calculo Diferencial. México: TecNM
- Vygotsky, L.S. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Grijalbo.