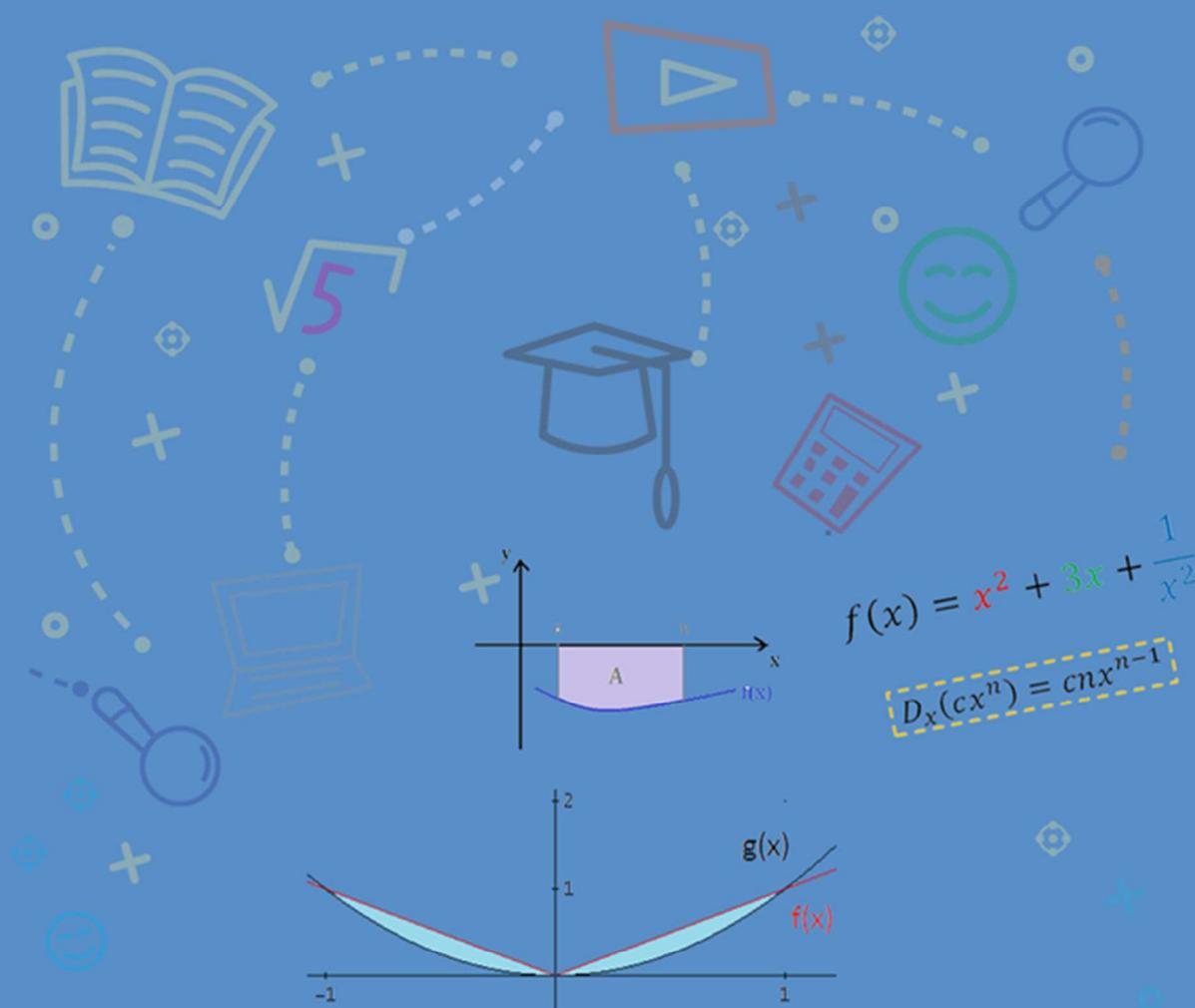


José Luis Campos  
Arreola

Luis Fernando Hernández  
Jácquez



## Uso de Dispositivos Electrónicos Móviles como Mediadores del Aprendizaje Significativo en la Materia de Cálculo Diferencial del Bachillerato

ISBN: 978-607-8730-24-7



9 786078 730247



Universidad  
Pedagógica  
de Durango  
Educar para Transformar

**USO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS MÓVILES COMO  
MEDIADORES DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA  
MATERIA DE CÁLCULO DIFERENCIAL DEL  
BACHILLERATO**

---

**JOSÉ LUIS CAMPOS ARREOLA**

**LUIS FERNANDO HERNÁNDEZ JÁCQUEZ**

---

**Primera edición:** abril 2021.

**Editado en México.**

**ISBN:** 978-607-8730-24-7.

**Editor:** Universidad Pedagógica de Durango.



**Diseño de portada:** Víctor Daniel Cordero Gutiérrez.

*Obra dictaminada de manera favorable para su publicación por el programa editorial la Universidad Pedagógica de Durango.*

*Este libro no puede ser impreso ni reproducido total o parcialmente por algún medio sin la autorización por escrito de los editores.*

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
INTRODUCCIÓN	V
CAPÍTULO I. CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.1.1 Datos sobre el uso de internet	1
1.1.2 Caracterización de antecedentes	5
1.1.2.1 Número de investigaciones por año	5
1.1.2.2 Enfoque de investigación	7
1.1.2.3 Tipo de instrumento	10
1.1.2.4 Nivel educativo	10
1.1.2.5 Sujetos de investigación	12
1.1.2.6 Ámbito o país de desarrollo	13
1.1.2.7 Paradigma de investigación	13
1.1.3 Descripción de antecedentes	14
1.2 Planteamiento del problema	41
1.3 Preguntas de la investigación	47
1.4 Objetivos de la investigación	48
1.5 Justificación	49
1.6 Alcances y limitaciones	51
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	53
2.1 Introducción	53
2.2 Del eLearning al mLearning	54
2.3 Las teorías clásicas del aprendizaje	60
2.4 Teoría de las situaciones didácticas	66
2.5 Teoría del aprendizaje multimedia	69
2.6 Teoría del conectivismo	77
2.7 Modelo particular del aprendizaje	83

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	86
3.1 Introducción	86
3.2 Paradigma de investigación	87
3.3 Enfoque de la investigación	90
3.4 Alcance de la investigación	91
3.5 Hipótesis	93
3.6 Diseño de la investigación	94
3.7 Técnicas e instrumento de medición	98
3.7.1 Análisis de reactivos	99
3.8 Sujetos de investigación	104
3.9 Plan general de análisis estadístico	106
CAPITULO 4. DISEÑO INSTRUCCIONAL	108
CAPITULO 5. RESULTADOS	123
5.1 Análisis descriptivo	123
5.2 Análisis inferencial	130
CONCLUSIONES	137
REFERENCIAS	143
ANEXOS	150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de reactivos por categoría	99
Tabla 2. Especificación del baremo para reactivos	101
Tabla 3. Índices de dificultad y discriminación	101
Tabla 4. Caracterización de expertos	104
Tabla 5. Plan de análisis estadístico	107
Tabla 6. Diseño Instruccional	110-111
Tabla 7. Diseño desglosado	111-122
Tabla 8. Resultados pretest grupo de control por categoría	123
Tabla 9. Resultados pretest grupo experimental por categoría	126
Tabla 10. Resultados postest grupo de control por categoría	128
Tabla 11. Resultados postest grupo experimental por categoría	129
Tabla 12. Resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov considerando la base de datos completa	130
Tabla 13. Resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov por grupos	131
Tabla 14. Resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas	132
Tabla 15. Resultados de la prueba T de Student para muestras independientes	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Investigaciones consultadas por año de publicación	6
Figura 2. Investigaciones consultadas por enfoque de investigación	9
Figura 3. Investigaciones consultadas por tipo de instrumento	10
Figura 4. Investigaciones consultadas por nivel educativo	11
Figura 5. Investigaciones consultadas por sujeto de investigación	12
Figura 6. Modelo de Brousseau	67
Figura 7. Modelo de aprendizaje multimedia	71
Figura 8. Modelo particular de aprendizaje	83
Figura 9. Diseño del cuasiexperimento	96
Figura 10. Comportamiento de las medias por momentos de la evaluación	134

## INTRODUCCIÓN

Los tiempos actuales de pandemia en que vive la población mundial han establecido una nueva normalidad que, de manera general, implica algunos cambios en la manera tradicional de vivir de la población en general.

La actividad escolar cotidiana se realiza de una manera completamente diferente que de costumbre. Hubo la necesidad de suspender la modalidad presencial dando lugar al uso intensivo de la tecnología para impartir clases virtuales utilizando plataformas tanto de entornos virtuales de aprendizaje como de videoconferencia, para poder concluir el ciclo escolar.

Este panorama pone en perspectiva nuestro sistema escolar pues el uso de la tecnología es, por lo general esporádico y en casos particulares donde el programa de estudios lo recomienda. Por ahora, el uso de la tecnología en actividades de aprendizaje es intensivo.

La presente investigación se desarrolla considerando que el uso de la tecnología en general y el uso de dispositivos electrónicos móviles en particular, son factores importantes como mediador del logro de aprendizajes significativos en la materia de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico.

Inicialmente se presenta un panorama general sobre el desarrollo tecnológico acelerado que han tenido dichos dispositivos en los aspectos de hardware y software. Se presentan estadísticas que ponen de manifiesto el gran porcentaje de la población mundial que hace uso de recursos de internet de manera intensiva en sus diferentes aplicaciones.

El estudio del arte tiene por objetivo el obtener una visión general del grado en que los diferentes investigadores educativos hacen uso de la tecnología en sus

procesos educativos y de los resultados obtenidos, como un punto de partida para la presente investigación.

Por otra parte, los resultados de la aplicación de pruebas estandarizadas a los egresados de los niveles de secundaria y bachillerato de nuestro país ponen de manifiesto bajos niveles de aprovechamiento escolar a pesar de que la estadística oficial muestra altos índices de eficiencia terminal, lo cual cuestiona la calidad de la educación pública que se ofrece. Lo anterior muestra un gran campo de oportunidad en el uso de la tecnología para facilitar la adquisición de aprendizajes significativos por parte de los alumnos.

Se pretende determinar en esta investigación la medida en que el uso de Dispositivos Electrónicos Móviles facilita el aprendizaje en materias consideradas tradicionalmente como de alto grado de dificultad, como las matemáticas.

Se define un modelo particular de aprendizaje fundamentado en tres pilares teóricos básicos: La teoría de situaciones didácticas de Brousseau (1986), el modelo de aprendizaje multimedia propuesto por Mayer (2011) y el conectivismo.

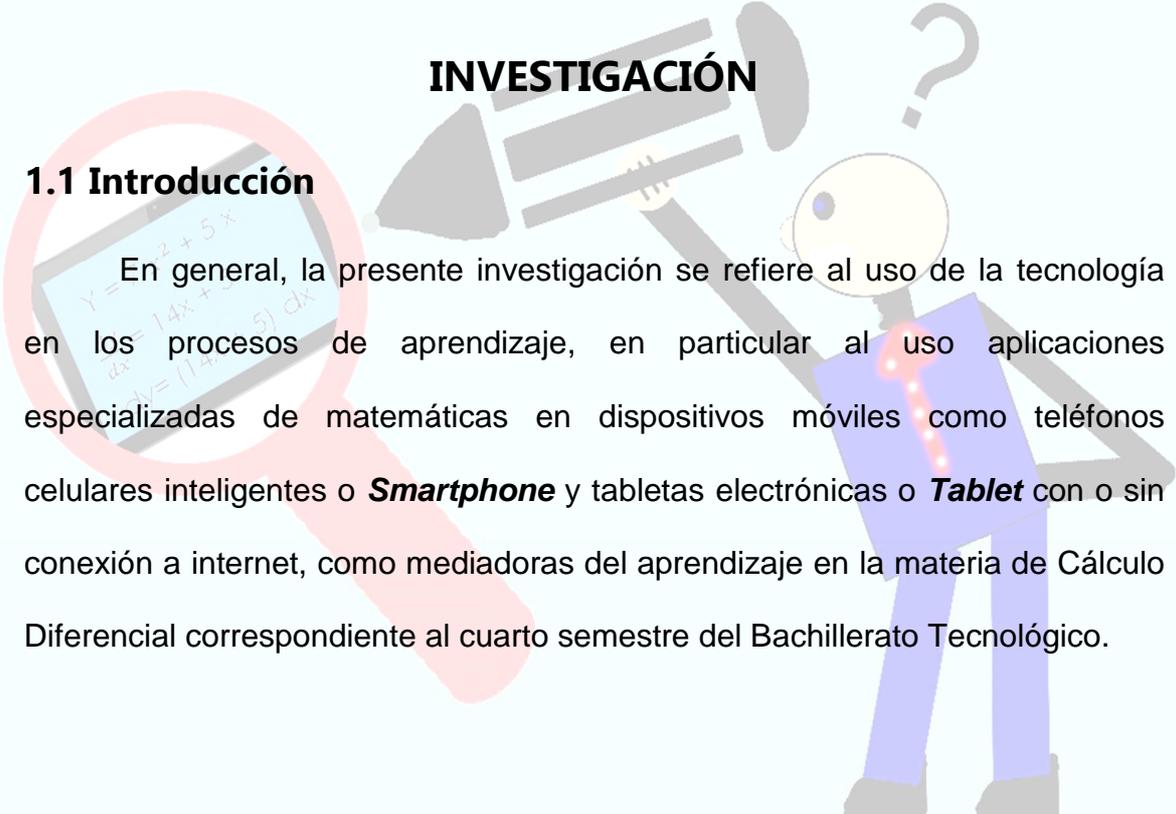
El diseño cuasiexperimental consiste en un grupo de control trabajado de manera tradicional y de un grupo experimental con intervención pedagógica aplicando un diseño instruccional basado en el modelo mencionado.

Es una investigación de corte cuantitativo que considera la medición y análisis estadístico de la variable aprendizaje significativo en el momento inicial utilizando un pretest cuyo instrumento es una prueba pedagógica y en el momento final con un postest.

## CAPÍTULO 1. CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE

### INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Introducción



En general, la presente investigación se refiere al uso de la tecnología en los procesos de aprendizaje, en particular al uso aplicaciones especializadas de matemáticas en dispositivos móviles como teléfonos celulares inteligentes o **Smartphone** y tabletas electrónicas o **Tablet** con o sin conexión a internet, como mediadoras del aprendizaje en la materia de Cálculo Diferencial correspondiente al cuarto semestre del Bachillerato Tecnológico.

##### 1.1.1 Datos sobre el uso de internet

Las estadísticas sobre el uso de internet a nivel mundial muestran que alrededor del 40% de la población está haciendo uso de este recurso (STATISTA, s/f). En cualquier instante de cualquier día del año alrededor de cuatro mil millones de personas navegan por la red y esta cifra va en constante aumento.

Las personas utilizan el internet en el envío de correos electrónicos, búsqueda de información, en redes sociales, visualización de videos y en buena medida para fines educativos.

Se han creado millones de aplicaciones para ejecutarse en dispositivos electrónicos móviles desarrollando infinidad de temas y la venta de tales dispositivos crece de manera exponencial, lo cual representa un enorme potencial para su uso como facilitadores del aprendizaje.

El desarrollo exponencial de la tecnología móvil y del internet inalámbrico permitió la evolución del aprendizaje con el apoyo de internet o **eLearning** al **mLearning**, que considera las ventajas del primero, pero potenciadas con algunas características propias como la ubicuidad que permite el aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar.

La sociedad del siglo XXI, denominada la **Sociedad del Conocimiento** tiene las siguientes características (UNESCO, 2013):

- El volumen total del conocimiento mundial se duplica cada dos o tres años.
- Cada día se publican 7.000 artículos científicos y técnicos.
- La información que se envía desde satélites que giran alrededor de la Tierra alcanzaría para llenar 19 millones de tomos cada dos semanas.
- Los estudiantes de secundaria que completan sus estudios en los países industrializados han sido expuestos a más información que la que recibían sus abuelos a lo largo de toda su vida.
- En las próximas tres décadas se producirán cambios equivalentes a todos los producidos en los últimos tres siglos (National School Board Association, 2002).

Los países deben considerar las condiciones anteriores al definir sus políticas y desarrollar modelos educativos bien fundamentados, apoyados en el uso de la tecnología que permitan a los alumnos enfrentar los retos que les presenta la sociedad actual.

La UNESCO, en su reporte Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación Docente, en el año de 2004 establecía ya las

condiciones necesarias para el aprovechamiento de la tecnología en los procesos educativos.

En general, se refiere al acceso suficiente a las tecnologías digitales y al internet en las instituciones educativas para alumnos y profesores, la disposición de contenidos significativos, de buena calidad y creados en el contexto en que dichas instituciones desarrollan su labor educativa y a la necesidad de que los docentes tengan las habilidades y conocimientos necesarios para ayudar y orientar a los alumnos en el manejo de la tecnología. Para la capacitación docente, las instituciones educativas deben ser conscientes del impacto que tiene el desarrollo tecnológico en la sociedad en general y en la educación en particular, del concepto moderno del aprendizaje fundamentado en modelos eclécticos para la creación de entornos de aprendizaje efectivos y atractivos centrados en el alumno, y de la integración efectiva de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Las conclusiones de las investigaciones analizadas más adelante, relativas al uso de la tecnología en los procesos educativos permiten determinar las ventajas en el logro de aprendizajes significativos (Silva, 2011; Yang, 2013; Verdú, 2015; Humanante, 2016 y León, 2017). Dichas investigaciones consignan el hecho de utilizar dispositivos electrónicos móviles como mediadores en los procesos de aprendizaje en prácticamente todos los ámbitos de la educación, que van desde las ciencias básicas como matemáticas y física, hasta el aprendizaje de la música o de alguna lengua extranjera. Las más importantes son:

- Cada profesor debe capacitarse en el uso y aplicación de las tecnologías en educación.
- El teléfono celular inteligente y la tableta digital son dispositivos intuitivos y fáciles de utilizar y no se presenta ningún problema en dominar el manejo general de los dispositivos.
- Las aplicaciones, son sencillas y específicas para tareas concretas y disponen de una interfaz visual e intuitiva.
- Es necesario encontrar las aplicaciones adecuadas para cada clase y diseñar las actividades educativas pertinentes para lograr el aprendizaje propuesto.
- El valor de la movilidad en el aprendizaje representa inmediatez y disponibilidad de contenidos y facilita el desarrollo de un entorno donde se aprovechan las capacidades del aprendizaje informal con la selección e integración de los recursos y herramientas que el estudiante prefiere.
- La introducción de dispositivos móviles en Ambientes Virtuales de Aprendizaje brinda la posibilidad de contar con canales alternativos para la interacción y comunicación entre profesores y alumnos.
- Existen evidencias significativas que indican que las experiencias de aprendizaje de los estudiantes que incorporan la tecnología en sus procesos de aprendizaje son mejores que las experiencias de los que no lo hacen.
- El dotar a los estudiantes de dispositivos móviles les permite personalizar contenidos, recursos y herramientas que utilizan para

aprender. Les otorga libertades para la gestión y en el establecimiento de sus propias rutas de aprendizaje.

## **1.1.2 Caracterización de antecedentes**

Para realizar una investigación es necesario contar con información importante de anteriores trabajos en la misma línea, pues su metodología, resultados y conclusiones serán el punto de partida para la nueva investigación.

La revisión de literatura que se presenta tiene como propósito determinar el estado del arte para la elaboración de la tesis doctoral “Uso de dispositivos móviles como mediadores del aprendizaje significativo en la materia de Cálculo Diferencial del bachillerato”.

El análisis del estado del arte comprende un total de 40 investigaciones, en su mayoría tesis doctorales, con fecha de publicación de 10 años anteriores al año 2018, de las cuales 6 son en idioma inglés y 34 en español, considerando a) número de investigaciones por año, b) enfoque de investigación, c) tipo de instrumento para recolección de datos, d) nivel educativo, e) sujetos de investigación, f) ámbito o país de desarrollo y g) paradigma de investigación.

### **1.1.2.1 Número de investigaciones por año**

En cuanto al número de investigaciones, la figura 1 muestra que en los primeros 6 años del periodo considerado, hubo pocos trabajos sobre el tema de interés. Más del 70 % se concentran en los últimos 4 años (Kidder, 2014; Squires, 2014; Hernández, 2014; Figueroa, 2014; Pantoja, 2014; Selami, 2015;

Verdú, 2015; Mireles, 2015; Campos, 2015; Rodríguez, 2015; Ramírez, 2015; Delialiouglu, 2016; Silva, 2016; Humanante, 2016; León, 2016; Juárez, 2016; Martínez, 2016; Cano, 2016; Moreno, 2016; Hurtado, 2016; Herrera, 2016; Garay, 2016; Corcho, 2016; Yorganci, 2017; Rùth, 2017; Alises, 2017; Melo, 2017; Beltrán, 2017 y Lazcano, 2017), lo cual coincide con la evolución tan fuerte de la tecnología y el desarrollo de teléfonos inteligentes y tabletas electrónicas en los últimos años.

También muestra el poco uso de dichos dispositivos como mediadores del aprendizaje. La tendencia del número de investigaciones en el tema de interés desde 2014 muestra un crecimiento constante.

En general, el uso de la tecnología para fines educativos es un hecho en la actualidad, aunque quizá las instituciones educativas no muestran la misma dinámica de crecimiento en su uso, pues es evidente que la política y los modelos educativos tienen una reacción muy lenta a considerar a los dispositivos electrónicos móviles como elementos que facilitan el aprendizaje en la nueva generación de estudiantes.



Figura 1. Investigaciones consultadas por año de publicación.

Fuente: Elaboración propia.

Otro factor importante es el contexto en que se desenvuelven las instituciones educativas pues es común decir que en la teoría resulta muy interesante el integrar el uso de la tecnología para fines educativos, sin embargo, pocas escuelas hacen el intento. Sólo algunas, cuando tienen entre su personal a profesores que se capacitan en cuanto a su uso o que están estudiando un posgrado y su tema de titulación tiene que ver con el tema de interés.

Es común decir que las escuelas públicas no tienen el equipamiento físico ni tecnológico necesario para integrar a la tecnología como elemento cotidiano en las actividades definidas en sus planeaciones curriculares, ni presupuesto para el acceso a internet por parte del personal docente y alumnado. Sin embargo, con iniciativa y creatividad por parte de los docentes, es posible acceder al uso de la tecnología como apoyo al aprendizaje de una manera gradual.

### **1.1.2.2 Enfoque de investigación**

En general, una investigación científica se realiza con el objetivo de profundizar en algún área del conocimiento humano y surge de la necesidad de resolver un problema. La metodología de la investigación consta de conceptos, principios y leyes y sus principales enfoques son el cuantitativo, cualitativo y mixto.

De las investigaciones analizadas en la revisión de literatura, el 23 % se realizaron bajo el enfoque cuantitativo (Martín, 2009; Villa, 2010; Córdova, 2011; Zapata, 2012; Pantoja, 2014; Mireles, 2015; Silva, 2016; Moreno, 2016 y Yorganci, 2017), (figura 2), lo cual es un porcentaje bajo en relación con el total

y deja la impresión de que este tipo de investigaciones cada vez es menos utilizado.

Cortez (2004) establece que el enfoque cualitativo es una vía de investigar sin mediciones numéricas, tomando encuestas, entrevistas, descripciones, puntos de vista de los investigadores, reconstrucciones los hechos, sin considerar, en general la prueba de hipótesis como algo necesario. Se llaman holísticos porque a su modo de ver las cosas las aprecian en su totalidad, como un todo, sin reducirlos a sus partes integrantes.

De las investigaciones consideradas en el estado del arte el enfoque cualitativo tiene un porcentaje del 22 % (Jiménez, 2011; Perea, 2012; Yang, 2013; Romrell, 2014; Victoria, 2014; Selami, 2015; Campos, 2015; Ramírez, 2015 y Garay, 2016), prácticamente el mismo caso que las del tipo cuantitativo.

En el enfoque Mixto el investigador utiliza las técnicas de cada uno por separado, se hacen entrevistas, se realizan encuestas para saber las opiniones de cada cual sobre el tema en cuestión, se trazan lineamientos sobre las políticas a seguir según las personas que intervengan, etc., además esas encuestas pueden ser valoradas en escalas medibles y se hacen valoraciones numéricas de las mismas, se obtienen rangos de valores de las respuestas, se observan las tendencias obtenidas, las frecuencias, se hacen histogramas, se formulan hipótesis que se corroboran posteriormente. En este enfoque mixto se integran ambas concepciones y se combinan los procesos para llegar a resultados de una forma superior (Cortés, 2004)

El enfoque mixto fue el más utilizado en las investigaciones analizadas pues alcanzó un porcentaje del 40 % en relación al total (Glasserman, 2013; Figueroa, 2014; Mireles, 2015; Rodríguez, 2015; Delialogu, 2016; Humanante,

2016; León, 2016; Martínez, 2016; Rodríguez, 2016; Marín, 2016; Herrera, 2016; Corcho, 2016; Alises, 2017; Melo, 2017; Beltrán, 2017 y Lazcano, 2017), lo cual indica que es el enfoque más utilizado al menos en temas relacionados con el uso de la tecnología para fines educativos. Significa además que los trabajos de titulación se interesan no solo por los aprendizajes logrados por los estudiantes sino también por sus opiniones sobre el grado de satisfacción de la propuesta metodológica y las actividades de aprendizaje aplicadas.

Los resultados obtenidos en el análisis de la literatura muestran esta tendencia y son congruentes a lo mencionado por Hernández (2014, p 536). La necesidad de utilizar los métodos mixtos es la naturaleza compleja de la gran mayoría de los fenómenos o problemas de investigación abordados en las distintas ciencias. Éstos representan o están constituidos por dos realidades, una objetiva y la otra subjetiva.



Figura 2. Investigaciones consultadas por enfoque de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.2.3 Tipo de instrumento para recolección de datos

Continuando con la interpretación del estado del arte, el tipo de instrumento más utilizado para la recolección de datos fue el cuestionario con un 40 % del total (Ramírez, 2009; Zapata, 2012; Perea, 2012; Glasserman, 2013; Yang, 2013; Figueroa, 2014; Pantoja, 2014; Selami, 2015; Campos, 2015; Corcho, 2016; Delialioğlu, 2016; Herrera, 2016; Rodríguez, 2016; Martínez, 2016; Beltrán, 2017 y Melo, 2017) seguido por la encuesta y por la entrevista. Obviamente los resultados en este apartado tienen relación con el enfoque utilizado en la investigación, analizado en el apartado anterior (figura 3).



Figura 3. Investigaciones consultadas por tipo de instrumento.

Fuente: Elaboración propia.

### 1.1.2.4 Nivel educativo

El análisis de los datos indica que los trabajos de investigación relativa al uso de la tecnología como elemento mediador del aprendizaje se realizan en bajos porcentajes en los niveles básicos es decir en la educación primaria, secundaria y nivel bachillerato (figura 4).

El nivel de licenciatura es el más investigado con un 50 % (Martín, 2009; Villa, 2010; Kantel, 2010; Perea, 2012; Figueroa, 2014; Pantoja, 2014; Victoria, 2014; Cano, 2016; Corcho, 2016; Delialiolu, 2016; Herrera, 2016; Humanante, 2016; Martínez, 2016; Silva, 2016; Beltrán, 2017 y Melo, 2017), mientras que posgrado alcanza apenas un 7 % (Mireles, 2015; Marín, 2016 y Lazcano, 2017).

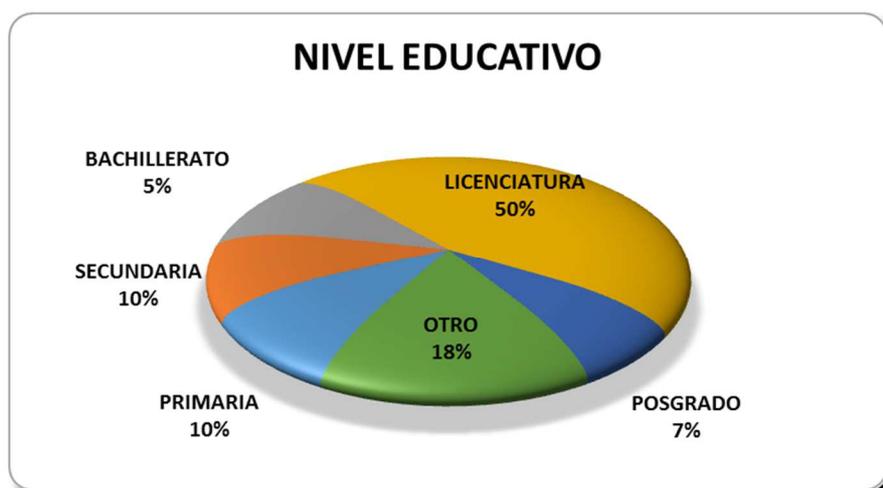


Figura 4. Investigaciones consultadas por nivel educativo.

Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior se desprenden dos conclusiones interesantes. La primera es que, en el nivel educativo de interés, el nivel bachillerato existe poca investigación educativa en general, y en particular, expone la situación que los dispositivos electrónicos portátiles no son considerados como elementos importantes en el proceso educativo, lo cual abre una extensa zona de oportunidades para la investigación educativa en el nivel y en el tema.

En la segunda conclusión los resultados indican un mayor uso de la tecnología para fines educativos en el nivel superior, posiblemente relacionados con la madurez de los estudiantes del nivel y la disposición tanto

de la infraestructura física adecuada en los planteles como de recursos económicos necesarios.

### 1.1.2.5 Sujetos de investigación

El análisis de las investigaciones consideradas indica que los alumnos son los sujetos de investigación más utilizados pues alcanzan el 77 % del total (Martín, 2009; Ramírez, 2009; Kantel, 2010; López, 2010; Jiménez, 2011; Silva, 2011; Sarmiento, 2012; Glasserman, 2013; Figueroa, 2014; Victoria, 2014; Pantoja, 2014; Romrel, 2014; Campos, 2015; Mireles, 2015; Verdú, 2015; Selami, 2015; Rodríguez, 2015; Cano, 2016; Corcho, 2016; Delialioglu, 2016; Humanante, 2016; Garay, 2016; Herrera, 2016; León, 2016; Martínez, 2016; Moreno, 2016; Silva, 2016; Alises, 2017; Andrade, 2017; Beltrán, 2017 y Yorganci, 2017).



Figura 5. Investigaciones consultadas por sujeto de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### **1.1.2.6 Ámbito o país de desarrollo**

De la totalidad de trabajos de investigación considerados, el 75 % corresponden al ámbito internacional, por España (Zapata, 2012; Yang, 2013; Campos, 2015; Verdú, 2015; Corcho, 2016; Martínez, 2016; Rodríguez, 2016; Silva, 2016 y Alises, 2017). Ecuador (Rodríguez, 2015; Humanante, 2016; Beltrán, 2017; Lazcano, 2017 y Melo, 2017). Colombia (Victoria, 2014; Ramírez, 2015 y Hurtado, 2016). Turquía (Selami, 2015 y Yorganci, 2017). Estados Unidos (Romrell, 2014 y Squires, 2014). Chile (Silva, 2011 y Garay, 2016). Venezuela (Mireles, 2015). Irán (Delialioğlu, 2016) y Argentina (Herrera, 2016). El restante 25 % corresponde a México (Ramírez, 2009; Kantel, 2010; Villa, 2010; Jiménez, 2011; Perea, 2012; Glasserman, 2013; Figueroa, 2014; Pantoja, 2014 y Juárez, 2016).

Lo anterior indica que en el tema de la investigación educativa nuestro país no ocupa un lugar importante en el contexto mundial. Aunque en la actualidad es posible contar con las innovaciones tecnológicas casi de manera inmediata, su uso en los procesos educativos se da de manera gradual y las políticas educativas reaccionan de manera sumamente lenta al desarrollo tecnológico.

### **1.1.2.7 Paradigma de investigación**

Las características de los paradigmas de investigación se tratan en el marco teórico más adelante. Por ahora, los resultados del análisis indican que hay una tendencia sumamente marcada a realizar investigaciones utilizando teorías de aprendizaje constructivistas, aunque el conectivismo muestra un crecimiento

constante, pues en la actualidad se utilizan algunas características, de cada paradigma para explicar los procesos de aprendizaje, es decir un modelo ecléctico diferente en cada investigación.

### **1.1.3 Descripción de antecedentes**

El uso de Dispositivos Electrónicos Móviles (DEM) por su simplicidad, gran difusión, enorme capacidad de almacenamiento y rapidez en el proceso de información, tienen gran influencia en todos los aspectos del desarrollo de la sociedad en general. Como facilitadores del aprendizaje en entornos virtuales con diferentes vertientes como páginas web o plataformas virtuales en modalidades de *eLearning*, *bLearning*, *mLearning* o *uLearning* donde los alumnos son los actores principales en el proceso de aprendizaje, pues de manera autónoma determinan el *que*, el *cómo* y el *cuándo* deben aprender, aprovechando las grandes ventajas que el uso intensivo de la tecnología proporciona (Silva, 2011), (Yang, 2011), (Verdu, 2015), (Humanante, 2016) y (Leon, 2015).

El análisis de las investigaciones seleccionadas indica que los paradigmas más utilizados son el cognitivism y el constructivismo. Las teorías clásicas del aprendizaje se siguen utilizando cuando se estudia el fenómeno del aprendizaje pues las actividades propuestas en los diseños de la instrucción promueven el aprendizaje colaborativo propuesto por Vigotsky, el desarrollo cognitivo de Piaget y el aprendizaje significativo de Ausubel (Silva, 2011), (Yang, 2011), (Verdu, 2015), (Humanante, 2016) y (Leon, 2015).

En cuanto al tipo de investigación, por lo general son estudios del tipo mixto, utilizando el enfoque cuantitativo para evaluar los resultados obtenidos

en los experimentos diseñados para medir los efectos de una intervención pedagógica y cualitativos que indagan sobre las expectativas que tienen los sujetos de investigación sobre la propuesta pedagógica, el grado de competencia sobre el uso de la tecnología en procesos educativos, las posibilidades didácticas de la intervención y, en general el grado de aceptación por parte de los alumnos (Glasserman, 2013; Figueroa, 2014; Mireles, 2015; Rodríguez, 2015; Delialogu, 2016; Humanante, 2016; León, 2016; Martínez, 2016; Rodríguez, 2016; Marín, 2016; Herrera, 2016; Corcho, 2016; Alises, 2017; Melo, 2017; Beltrán, 2017 y Lazcano, 2017).

A continuación, se hace un análisis más completo de cinco tesis doctorales que presentan una mayor relación con el tema considerado en la presente investigación.

Desde el punto de vista del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje, Silva (2011) propone un modelo de enseñanza de la Física basada en el Aprendizaje significativo ambientado en *blended Learning* o aprendizaje mixto que combina lo presencial con lo virtual. El aporte tecnológico consiste en el uso de la plataforma virtual Moodle, complementada por el aula virtual de la universidad y la utilización del Internet mediante una página web. Para la formación conceptual de los alumnos entrega un material instruccional sobre las ondas mecánicas, potencialmente significativo, que el alumno, puede complementar con los textos guías del programa del curso.

Para saber cómo el estudiante va asimilando y relacionando los nuevos conocimientos se elaboran mapas conceptuales. Otra actividad de la propuesta de enseñanza son las tutorías, que corresponden a problemas resueltos. Con los estudiantes, se deben hacer foros de discusión (virtuales) sobre cómo han

sido resuelto. Cada alumno debe entregar los conceptos y principios que están presentes en la resolución de cada uno de los problemas. Finalmente, la propuesta de enseñanza contiene talleres de resolución de problema, que se realizan de manera presencial y grupal.

En su trabajo de investigación, considera tres aportes teóricos fundamentales. En primer lugar, las teorías cognitivas del aprendizaje, más en profundidad, la Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel, la Teoría de Desarrollo Cognitivo de Piaget y la Teoría de Desarrollo Próximo de Vygostky. En segundo lugar, el trabajo de investigación se relaciona con las teorías de Johnson y Johnson sobre el aprendizaje cooperativo. Finalmente, un tercer aporte teórico a la investigación, en forma más extensa, corresponde a las teorías de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) en la educación en ciencias, orientada hacia la educación a distancia, denominada *elearning*, y a la semipresencial, *blended Learning*.

La propuesta metodológica de enseñanza basada en el aprendizaje significativo y cooperativo para ser usada en ambiente de *blended Learning*, se elabora considerando una serie de actividades organizadas, coherentemente estructuradas, que permitan a los alumnos la promoción de aprendizaje significativo.

A continuación, se hace una descripción de cada una de las actividades que componen la propuesta metodológica de enseñanza.

a) El Material Instruccional corresponde a lo que Ausubel llama material potencialmente significativo. En él, se presenta el desarrollo de los contenidos de la unidad temática denominada Ondas Mecánicas. La presentación de los contenidos consiste, en primer lugar, en analizar y definir el campo conceptual

básico de las ondas, para luego, aplicar los principios físicos y/o matemáticos, que permiten construir las teorías que describen y rigen la teoría de las ondas mecánicas. Según el análisis del diagnóstico de los conceptos previos y las capacidades cognitivas de los alumnos, se construye la retroalimentación de aquellos principios físicos y/o matemáticos que muestran debilidades. Una vez planteado el cuerpo teórico que identifica a las ondas mecánicas, se presentan ejemplos de aplicación sobre resolución de problemas. En ellos, se identifican con claridad los conceptos y principios que se utilizan en la solución de estos problemas. También aparecen en el material instruccional las tutorías, talleres de resolución de problema y prueba integral.

b) Las tutorías son actividades que se fundamentan sobre cuatro problemas resueltos, donde se aprecian nítidamente los conceptos y los principios físicos que se utilizan en la resolución, destinada a la metacognición de los conceptos físicos de las ondas mecánicas y su aplicación a problemas.

c) El Foro de Discusión es una actividad donde se discute a través de chat sobre la forma como se resolvieron los problemas en las tutorías. Posteriormente, cada alumno, en forma personal, debe entregar los conceptos y principios de cada uno de los problemas resueltos.

d) El Taller es una actividad presencial, de una hora semanal, donde se trabaja en grupo para resolver dos problemas propuestos. Esta actividad es posterior al foro de discusión que corresponde a cada contenido específico.

e) El Mapa Conceptual es otra actividad de la propuesta metodológica de enseñanza. Se realiza en forma grupal y consiste en elaborar un mapa conceptual sobre el contenido específico del material instruccional, pero

finalmente, cada estudiante decide personalmente su entrega. Tiene como objetivo verificar la construcción del aprendizaje significativo.

f) La Prueba Integral es la evaluación final que se realiza al término de la unidad, es presencial e individual, y consiste en la resolución de cuatro problemas. La forma de evaluación es mediante una pauta donde se especifican los procedimientos usados en la resolución. Además, es la prueba que permite comparar los rendimientos académicos del grupo control y el experimental.

La investigación es de tipo mixto pues mediante una metodología cuantitativa se determina el efecto que produce la propuesta de enseñanza en el rendimiento académico mediante un cuasiexperimento. Para investigar los efectos de la propuesta en el aprendizaje y el desarrollo de competencias se utiliza una investigación no experimental cuantitativa. En el aspecto cualitativo se indaga sobre la opinión de los alumnos en términos de su agrado a la intervención pedagógica y el logro de competencias y habilidades.

La población considerada corresponde a los cursos de física general de las carreras de pregrado en la Universidad de Playa Ancha en Chile. Se elige una muestra de los grupos de la materia de Oscilaciones, Ondas y Electromagnetismo. Para el grupo de control correspondiente al primer semestre del año 2007 con 25 alumnos y el grupo experimental corresponde al primer semestre del año de 2008 con 30 alumnos.

Para el estudio de casos, se eligen seis alumnos en forma aleatoria del grupo experimental, según el siguiente criterio: dos alumnos del sector que obtuvieron las mejores calificaciones de la prueba integral, dos del sector

medio y dos del sector de bajas calificaciones, y que no pertenezcan al mismo grupo de trabajo cooperativo.

Los instrumentos de medición utilizados son:

a) Prueba integral (de resolución de problemas). Es una prueba de cuatro problemas (ejercicios) de aplicación a resolver analíticamente que representan toda la unidad temática de las ondas mecánicas, que esté de acuerdo al nivel de curso de pregrado universitario. La escala de notas en las universidades chilenas es de 1 a 7. Se aprueba un curso cuando su calificación final igual o superior a 4,0. Este instrumento se aplica al grupo control y experimental para determinar el rendimiento académico en resolución de problemas.

b) Prueba de pretest y postest. Es una prueba de nueve preguntas abiertas sobre los conceptos de las ondas mecánicas, donde el alumno puede responder con su lenguaje propio, esquemas o dibujos que lo represente. Esta prueba se realiza antes de empezar la unidad y después de rendir la prueba integral. La prueba solo se aplica al grupo experimental, como una manera de chequear el grado de avance en la conceptualización de las ondas mecánicas, midiendo el rendimiento académico.

c) Mapas conceptuales. Los mapas conceptuales corresponden a instrumentos usados para conocer la forma de estructurar la conceptualización de las ondas mecánicas. Se utilizan en tres momentos a lo largo de la unidad. En la evaluación de los puntajes de los mapas conceptuales, se consideran tres aspectos fundamentales en su elaboración: conceptos involucrados, jerarquía de los conceptos y formas de vincular los conceptos mediante proposiciones.

d) Taller de resolución de problemas. Son talleres de dos problemas que se resuelven en forma cooperativa y presencial. Cada grupo debe entregar al

término de la sesión la resolución de los problemas con los conceptos y principios que sustenta dicha resolución. La evaluación es grupal y se rige por una pauta de corrección, validada por expertos y con asignación de puntaje para su evaluación. Se utilizan para investigar la manera de construir aprendizaje.

e) Foros de discusión. Son instrumentos que miden la forma de entender la resolución de problema presentado en las ayudantías virtuales, analizando los conceptos y principios involucrados en la solución de cada problema. Sirven para investigar sobre las formas de construir aprendizaje.

f) Encuesta de opinión. Es una encuesta confeccionada con treinta preguntas de opinión de parte de los alumnos sobre el agrado o desagrado de la propuesta metodológica didáctica de enseñanza. Las preguntas de la encuesta están hechas en forma de escala tipo Likert (muy poco, poco, normal, mucho, muchísimo), obedeciendo a la idiosincrasia de la muestra, y se distribuyen en tres bloques de diez preguntas cada uno: (1) experiencia académica, (2) didáctica y (3) práctica docente.

g) Encuesta de opinión sobre desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas.

Es una encuesta confeccionada con veinticuatro preguntas sobre opinión de los alumnos, con el fin de detectar el desarrollo de habilidades actitudinales y cognitivas que pueda generar la propuesta metodológica de enseñanza. Las preguntas de la encuesta an hechas en forma de escala tipo Likert (muy poco, poco, normal, mucho, muchísimo).

El autor concluye con algunas aseveraciones después de llevar a cabo su propuesta para enseñar las ondas mecánicas en cursos de carreras de pregrado universitario:

- Utilizar las tecnologías en la educación en ciencias es más fácil de lo que parece.
- Usar las tecnologías no significa para el profesor menor trabajo.
- La tecnología debe utilizarse siempre que sea un aporte al proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias, y por ningún motivo recurrir a ella por moda o por mera utilización.
- El uso de la tecnología necesita de un conocimiento de sus utilidades más que de un adiestramiento en su uso.
- Utilizar la tecnología supone un convencimiento real y austero de la persona.
- Cada profesor debe capacitarse en el uso y aplicación de las tecnologías en educación.
- Se puede sacar aún más partido a las TIC en el proceso enseñanza aprendizaje.
- Es importante plantear a los alumnos una estrategia metodológica didáctica cuando sus resultados son exitosos.
- Es gratificante para el maestro que los alumnos aprecien los esfuerzos realizados que llevan al éxito de la propuesta.

Como producto del desarrollo de este trabajo de tesis surgen nuevas ideas e interrogantes que pueden conducir a nuevas investigaciones, que se presentan como proyecciones del trabajo.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC), se han masificado y potenciado con rapidez, especialmente las plataformas virtuales, lo que hace que la propuesta se fortalezca aún más, sin embargo, aparecen nuevas tecnologías de comunicación que impactan a la sociedad, como es el caso de la tecnología móvil. Por ello, sería interesante poder investigar la utilización de la propuesta en ambiente de *móvil Learning*, o bien, integrar *blended Learning* con *móvil Learning*.

Otra proyección de esta tesis a tener en cuenta la posibilidad de transferencia a otros contenidos de la física u otras disciplinas científicas como la química o la biología

Yang (2013) hace un trabajo de investigación relacionado con el uso educativo de los dispositivos móviles en el ámbito formativo, explorando las posibilidades educativas de los teléfonos inteligentes y de las tabletas electrónicas como elementos tecnológicos que llaman cada vez más la atención de los protagonistas del proceso educativo, pues les proporciona una gran potencialidad, en términos de la gran cantidad de actividades de aprendizaje y movilidad. Considera que la incorporación de estas herramientas ayuda a los alumnos a conocer sus posibilidades, desarrollando competencias tecnológicas y competencias de aprendizaje personalizado y sostenido a lo largo de la vida.

Yang (2013) se aproxima al aprendizaje móvil desde una perspectiva sociocultural, principalmente basada en las teorías de Vygotsky, y en las propuestas que la han desarrollado, las cuales consideran el aprendizaje como una actividad sociocultural mediada por herramientas y por interacciones intersubjetivas. Esta perspectiva permite centrar el estudio del rol y de la

función de los dispositivos móviles en las actividades educativas, sin perder la visión de los factores socioculturales en el aprendizaje humano, integrando la mediación de estos instrumentos en el catálogo de mediaciones que definen la institución educativa.

Su trabajo se centra en las experiencias de apropiación de esos dispositivos, de manera especial en los procesos de incorporación que siguen los profesores al aplicarlos a las prácticas formativas. Las razones principales por las que selecciona este enfoque son:

- Existen pocos trabajos que estudien este fenómeno a partir del punto de vista de los profesores.
- El profesor, como diseñador y conductor de las actividades educativas en el aula, juega un rol esencial a la hora de integrar estas nuevas herramientas en la enseñanza-aprendizaje.
- La apropiación instrumental permite no solo estudiar el potencial y la posibilidad educativa de los nuevos instrumentos, sino también cómo se introducen, se adaptan, y se integran estas tecnologías en las actividades educativas. En el proceso de apropiación de la tecnología se producen cambios en el diseño de las actividades pedagógicas, cambios en las actitudes hacia la enseñanza-aprendizaje y cambios efectivos en el desarrollo eficiente de un inventario de competencias esenciales. En realidad, la apropiación instrumental constituye el concepto clave de esta investigación.

Yang (2013) considera que en las teorías del aprendizaje sociocultural la apropiación o la internalización de productos culturales físicos y simbólicos constituye una parte esencial del aprendizaje humano, en particular, la

apropiación instrumental de los dispositivos móviles consiste en la adopción, adaptación y la introducción de mediaciones tecnológicas específicas en la práctica formativa.

La tableta digital es un dispositivo intuitivo y fácil de utilizar y los profesores que participaron en su investigación no encontraron problemas en dominar el manejo general del dispositivo. En cuanto a las aplicaciones, son sencillas y específicas para tareas concretas y disponen de una interfaz visual e intuitiva. Es necesario entonces encontrar las aplicaciones adecuadas para cada clase y diseñar las actividades educativas necesarias para lograr el aprendizaje propuesto.

El objetivo de este trabajo de investigación es entender en profundidad las experiencias de los profesores innovadores relativas al uso de las tabletas digitales, al mismo tiempo identificar los factores importantes que determinan el proceso de apropiación de dichos instrumentos; sobre todo, su integración en las actividades formativas (Yang, 2013).

Se trata de una investigación cualitativa utilizando como método el estudio de casos, realizada con ocho profesores del colegio Miguel Delibes de Salamanca en España. De los profesores investigados, cuatro son de Educación Primaria, tres son de educación Secundaria, y una de Educación Especial.

Se utilizan tres técnicas para la recolección de datos:

1. Documentos formales. Consistentes en información básica sobre el proyecto como temporalización, objetivo, estrategia, calendario de actividades, tipo de tabletas, etc. Incluye también información sobre los profesores participantes,

sobre el desarrollo del proyecto y acerca de la experiencia de apropiación por el profesorado.

2. Entrevistas en profundidad a los profesores considerando seis categorías:

a. La Dimensión de Aprender a Manejar el Dispositivo recoge las referencias sobre el aprendizaje de los profesores para conseguir hacerse con el manejo efectivo de la herramienta. En concreto se coleccionaron las definiciones de aprendizaje aportadas por los profesores, las descripciones sobre el aprendizaje para dominar el uso de tableta digital en clase, y las opiniones sobre formación institucional para mejorar el uso.

b. La Dimensión de Adaptación Instrumental agrupa las referencias relacionadas con las modificaciones realizadas por profesores, tanto en hardware como en software, para que el instrumento se adapte a sus necesidades y preferencias.

c. La Dimensión de Introducción a Actividad colecciona las evidencias que describen la introducción de tableta digital a las actividades profesionales y personales. Se recogen concretamente las referencias sobre los tipos de actividades profesionales y personales con tableta digital, el tiempo de uso de las tabletas en dichas actividades, las dificultades y limitaciones encontradas, las estrategias de uso creadas por los profesores para superar las limitaciones, y los cambios producidos en las actividades.

d. La Dimensión de Comunidad de Práctica colecciona las referencias sobre las interacciones entre los diferentes sujetos participantes del proyecto, y también entre los compañeros de la misma institución. Las interacciones se clasifican en tres tipos: interacciones entre profesores implicados en el proyecto,

interacciones entre profesores y alumnos, e interacciones entre profesores implicados y los no implicados.

e. La Dimensión de Lenguaje Multimedia agrupa las referencias correspondientes a la aplicación de nuevo lenguaje multimedia en las actividades educativas dentro de aula. Se exploran los recursos y las tecnologías usadas en la clase antes de introducir la tableta digital, así como el uso y la creación de contenido multimedia en el aula después de la introducción de esta nueva herramienta.

f. La Dimensión de consideración de experiencias colecciona las referencias que describen la actitud y los pensamientos de los profesores hacia la tableta digital, así como hacia las nuevas experiencias (Yang, 2013).

3. La reutilización de los datos producidos de otros investigadores del proyecto. Yang (2013) dispone de varios cuestionarios, de diversos autores, con preguntas cerradas y abiertas. Para su análisis, se vuelven a agrupar las preguntas según las dimensiones establecidas para analizar las entrevistas. Después de reanalizar los datos preexistentes, se aplica la técnica de triangulación para comparar y complementar los resultados de análisis de los datos de diferentes fuentes.

Las conclusiones de esta investigación se resumen a continuación:

- Los profesores lograron dominar el uso de las tabletas digitales, llegando a conocer y utilizar aplicaciones educativas.
- Conocen el potencial y las limitantes de las tabletas digitales en su uso como mediadoras del aprendizaje.

- Aprendieron a diseñar actividades educativas con el uso de tales dispositivos.
- Desarrollaron actitudes positivas hacia las tabletas digitales como mediadoras del aprendizaje.

Finalmente, la autora sugiere algunas líneas de investigación futura en cuanto al uso de tabletas digitales a mayores escalas para determinar el efecto en la educación cuando la experiencia se masifica, así como seguir de cerca el progreso y la evolución de tales dispositivos y sus aplicaciones educativas para entender mejor su potencial educativo y por último, investigar sobre la apropiación de las tabletas digitales como herramientas educativas en los alumnos.

En su trabajo de investigación Verdú (2015) considera que los dispositivos electrónicos móviles se han posicionado en todos los sectores sociales debido a la simplicidad de uso y la gran difusión que tienen, pues independientemente de su capacidad comunicativa permiten manejar grandes cantidades de información de manera flexible y oportuna. Estos dispositivos de uso personal se han adoptado como objetos tecnológicos personalizados y configurados según las propias preferencias y gustos, pudiendo ser para algunos sectores, como puede ser la juventud, la extensión de uno mismo (Verdú, 2015).

El autor retoma de Traxler (2009) las características que favorecen el aprendizaje móvil o *mLearning* como tecnología emergente, características que siguen vigentes actualmente:

- Es una tecnología que posibilita el aprendizaje móvil. Desde entornos académicos se está impulsando la investigación sobre la posibilidad de su utilización pedagógica y los condicionantes técnicos para ello.
- Los enfoques *eLearning* son miniaturizados y portables. Los dispositivos móviles junto con las redes inalámbricas posibilitan realizar enfoques innovadores sobre la tecnología *eLearning*. Se crean sustitutos de las tecnologías de escritorio en las que el alumno ha de estar en un lugar físico concreto y estático.
- El aprendizaje dentro del aula conectado en red permite que se expanda el aprendizaje conectando las distintas tecnologías incluso fuera del aula, apoyando así el aprendizaje colaborativo.
- El aprendizaje móvil es informal, personalizado y situado pues las tecnologías utilizadas habitualmente han sido mejoradas con funcionalidades adicionales, siendo capaces de realizar tareas y ofrecer experiencias antes imposibles.
- En apoyo a la formación móvil, la tecnología es usada para proporcionar una mejora en la formación y el soporte, entregando la información en el momento de ser solicitada según el contexto y las prioridades.
- En el desarrollo del aprendizaje móvil remoto las tecnologías emergentes se utilizan para hacer frente a situaciones de incomunicación a las que mediante planteamientos de *eLearning* tradicionales es imposible llegar.

Para Verdú (2015) el aprendizaje móvil y los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) se basan en un modelo ecléctico de aprendizaje que considera algunos principios de los tres paradigmas del aprendizaje.

El aprendizaje conductista promueve actividades que, mediante un particular estímulo, como puede ser una tarea o un ejercicio, que al ser presentado al alumno, debe obtener la respuesta en base a la información que se le ha proporcionado. No es un sistema alumno-céntrico ya que se centra en la respuesta automática cuya finalidad es obtener un resultado directo del aprendizaje (Holmes y Gardner, 2006). El alumno, tras analizar la información y memorizarla debe ofrecer una respuesta para ser evaluado, obteniendo refuerzos —ya sean negativos o positivos— en caso de superarlo o no. Este sistema prevé *feedback* o retroalimentación como reforzamiento al aprendizaje, como podrían ser tutoriales externos complementarios, ejemplos, etc.

En entornos de aprendizaje *eLearning* es muy habitual utilizar este tipo de enfoque, que se construye sobre un aprendizaje que se activa mediante la creación de asociaciones entre estímulos y respuestas, utilizándose comúnmente cuestionarios tipo test (Patten, Arnedillo y Tangney, 2006). Respecto a los dispositivos móviles, el enfoque conductista ofrece una serie de ventajas innegables: el contenido impartido y la retroalimentación que obtienen los alumnos pueden adaptarse a las distintas áreas del currículo, y los datos obtenidos sobre el progreso de los estudiantes pueden ser almacenados y procesados, conservando el anonimato al gran grupo.

El aprendizaje constructivista se basa en principios pedagógicos de enfoques de la investigación psicológica y educativa. Los alumnos adquieren un rol activo en la construcción de su propio conocimiento basado en

conocimientos previos ya consolidados o en sus conocimientos actuales (Bruner, 1966), asumiéndose que todo conocimiento ya adquirido propicia la creación de conocimiento nuevo. Jonassen (1999) utilizó el concepto de *andamiaje* definido por Vigotsky y posteriormente por Bruner para la creación de ambientes de aprendizaje constructivistas, estableciendo seis parámetros para que esto pueda ser llevado a cabo: presentación del problema/proyecto dentro de un contexto, experiencias y casos relacionados, recursos de información, herramientas cognitivas para establecer relaciones, herramientas de conversación/colaboración, y soporte social y contextual. De esta forma el alumno podrá ir construyendo en cada momento, bajo el apoyo y tutorización del profesor, la transferencia del conocimiento conceptual/teórico a esquemas prácticos, descubriendo los principios directores por sí mismo (Naismith *et al.*, 2006).

En el *mLearning* adquiere importancia el contexto de aprendizaje constructivista ya que es posible obtener información y trabajar sobre experiencias directas y contextualizadas en ubicaciones diversas, focalizando así la atención en los supuestos presentados por el profesor en un aprendizaje significativo.

En el aprendizaje móvil, los entornos sociales en los que se desenvuelve el aprendizaje son proclives para generar nuevas ideas y conceptos basados en experiencias directas y según el contexto histórico y cultural (Jarvis *et al.*, 2003, p. 83), es decir, la ubicación y el contexto cobran una renovada importancia (Patten *et al.* 2006). Este enfoque permite involucrar al estudiante en el contexto de conocimiento como actor principal, creándose un puente entre los procesos cognitivos del aprendizaje y la práctica social como

circunstancia generadora de espacios de aprendizaje (Lave y Wenger, 1991). Ocurre un cambio de rol de comportamiento derivado del contexto, ayudado por los dispositivos móviles por favorecer las actividades de experiencia directa en los lugares: enseñanza/aprendizaje situado. El aprendizaje basándose en el Estudio de Casos y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), son métodos de enseñanza especialmente útiles en el m-Learning y el aprendizaje situado (Keskin y Metcalf, 2011; Naismith *et al.*, 2006; Poikela, Vuoskoski y Kärnä, 2009; Wang y Shen, 2012). Estos aportan una serie de capacidades técnicas que antes no eran accesibles en un contexto móvil como pueden ser: textos, gráficos, animaciones, videos, sonido, ubicaciones o interactividad (Naismith *et al.*, 2006). La diferencia principal con el enfoque constructivista radica en que los espacios de trabajo no son simulados sino reales (ISEA, 2009).

Los objetivos del trabajo de investigación analizado son:

- Crear un modelo organizativo de Diseño Instruccional válido para *mLearning* y las enseñanzas artísticas visuales.
- Crear una planificación estratégica integradora para llevar a cabo las enseñanzas artísticas visuales mediante dispositivos móviles.
- Crear un modelo operativo interactivo fundamentado en las teorías de aprendizaje genéricas, en las teorías de aprendizaje de *eLearning*, y en modelos *mLearning*, para llevar a cabo las enseñanzas artísticas visuales mediante dispositivos móviles.

La metodología de investigación que guía los pasos que se van a llevar a cabo está basada en un desarrollo hipotético-deductivo que parte de enunciados generales de teorías, de modelos educativos, diseños de

instrucción, investigaciones y experiencias. De aquí se han deducido hechos contrastados a los que se les ha dotado de fiabilidad y validez al triangular la información según cada caso, y sobre los que se han aportado distintas visiones, enfoques y desarrollos sobre los temas tratados. Partiendo de estos hechos se ha derivado el problema de esta investigación, sobre el que descansa toda la lógica racional deductiva, y que supone la base fundamental y guía estructural para la resolución teórica del problema y la consecución de los objetivos marcados (Verdú, 2015).

El autor, en su diseño instruccional de la investigación para entornos de aprendizaje móvil en las Enseñanzas Artísticas Visuales (EAVm-Learning) propone las siguientes etapas:

1. Definición del escenario de aprendizaje. Es el eje central del modelo pues el aprendizaje contextual o el aprendizaje situado son piezas fundamentales en el *mLearning*.
2. Planeación estratégica. Un entorno *mLearning* está basado de forma genérica por tres elementos: la tecnología como medio, el estudiante como participante activo y el tutor como modulador también activo del aprendizaje, además del contexto como generador de los espacios de aprendizaje.
3. Fase operativa que se ocupa de los aspectos relacionados con la gestión del sistema, se establecen los roles de las personas, su ámbito de intervención y sus responsabilidades. Esta gestión es necesaria para el funcionamiento de la metodología propuesta, que considera que los estudiantes van a utilizar un software creado

específicamente para la enseñanza online que incluye aspectos de gestión y modelado educativo flexible para permitir el aprendizaje.

4. Definición del prototipo. La creación del prototipo supone poner en marcha todos los aspectos tratados para poder realizar una revisión, el control y el perfeccionamiento de las partes. Esto implica que cada elemento del grupo de trabajo ha realizado su tarea, y que esta se materializa en un sistema informático con capacidad operativa plena y que cumple una función con una vida limitada por ser un prototipo para cubrir una finalidad muy concreta.
5. Prueba, evaluación e implementación. Es donde se analiza el prototipo y se evalúa si el diseño creado proporciona los espacios de aprendizaje y los métodos correctamente organizados y expresados para que cumplan su función. Además, se realiza la revisión y evaluación de cada una de las partes que lo compone desde el punto de vista tecnológico, como el pedagógico, organizativo y de apoyo. Se pondrá en funcionamiento todo el mecanismo sobre casos reales, ejecutados por personas con distintos roles (tutor, alumno, especialista, técnico, encargado del sistema de apoyo, de infraestructura, diseño gráfico, etc.), para detectar fallas, incoherencias y posibles errores no contemplados anteriormente, tanto a nivel de programación informática como a nivel organizativo.

Para Humanante (2016) los entornos personales de aprendizaje surgen como una alternativa para solventar las deficiencias de las plataformas de aprendizaje institucionales, al ser espacios educativos centrados en el

estudiante y potenciados por las tecnologías de la información y comunicación, y que facilitan el aprendizaje informal.

El objetivo de su investigación es diseñar, implementar y evaluar la integración de Entornos Personales de Aprendizaje Móviles (mPLE) en los procesos de enseñanza-aprendizaje donde busca mejorar el nivel y la experiencia de aprendizaje en los estudiantes.

Esta investigación se alinea dentro de los modelos de investigación mixtos, al integrar tanto el enfoque cuantitativo como el enfoque cualitativo para el tratamiento de la información.

La parte cuantitativa se divide en dos. Una investigación descriptiva correspondiente al uso de internet por parte de la población estudiada, en cuanto a redes sociales y uso de herramientas tecnológicas. La otra parte es un cuasiexperimento donde se valora el aporte de los entornos móviles de aprendizaje a la mejora del nivel y a las percepciones del aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, para complementar el trabajo de investigación y para agregar validez a los resultados cuantitativos, se realiza un estudio cualitativo, para lo cual se trabaja con un grupo focal o grupo de discusión, cuya metodología se la realiza a través de entrevistas con grupos de no más de 10 personas, donde los asistentes conversan sobre un tema de interés. Esta reunión es moderada por una persona con conocimientos de dinámicas grupales, donde además de discutir sobre conceptos, experiencias, emociones, etc. referentes al tema en cuestión; se analiza la interacción entre los participantes y la construcción grupal de significados. Tiene por objeto:

- Identificar las expectativas que tienen los estudiantes acerca de la incorporación de los mPLE en sus procesos de aprendizaje.
- Conocer las ventajas de la utilización de los mPLE en su aprendizaje, así como también las desventajas.
- Contrastar los resultados cuantitativos obtenidos en una fase previa de la investigación con información proporcionada por los participantes en el grupo focal.

La investigación fue realizada con 291 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas y Computación en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo en la ciudad de Riobamba en Ecuador.

Los instrumentos utilizados para la recopilación de información en cada una de las etapas son:

- Cuestionario sobre el uso de Internet, servicios sociales y herramientas tecnológicas de los estudiantes.
- Cuestionario para determinar las características académicas y tecnológicas de los estudiantes (Grupo experimental y control).
- Cuestionario sobre las experiencias de aprendizaje (Postest Grupo experimental y de Control).
- Prueba de conocimientos sobre Programación I (Pretest y Postest al Grupo experimental y al Grupo de Control).
- Entrevistas con grupos focales.

En su trabajo de investigación Humanante (2016) hace una propuesta técnica metodológica basada en diseño instruccional que considera las siguientes etapas.

1. Fase de inducción, cuyo propósito es que los estudiantes conozcan la importancia presente y futura de los ambientes virtuales de aprendizaje y las oportunidades que se crean al integrarlos con las tecnologías móviles.
2. Fase de capacitación donde los alumnos conocen las herramientas de gestión e integración a los AVA.
3. Fase de implementación en la cual los estudiantes crean las aplicaciones que les permitan integrar y gestionar desde sus dispositivos móviles los componentes de los AVA, de acuerdo con sus necesidades y utilizando los recursos que mejor se adaptan a su manera de aprender.
4. Fase de explotación donde los estudiantes que han implementado sus AVA utilizan estos entornos tecnológicos en sus actividades diarias de aprendizaje.
5. Fase de validación, que se aplica una vez que los estudiantes trabajan con sus AVA es importante conocer el aporte de estos a su aprendizaje.

En el capítulo de conclusiones de su tesis doctoral, Humanante (2016) considera que:

- El valor de la movilidad en el aprendizaje representa inmediatez y disponibilidad de contenidos y facilita el desarrollo de un entorno donde

se aprovechan las capacidades del aprendizaje informal con la selección e integración de los recursos y herramientas que el estudiante prefiere.

- La introducción de dispositivos móviles en Ambientes Virtuales de Aprendizaje brinda la posibilidad de contar con canales alternativos para la interacción y comunicación entre profesores y alumnos.
- Existen evidencias significativas que apoyan la aseveración de que las experiencias de aprendizaje de los estudiantes que incorporan la tecnología en sus procesos de aprendizaje son mejores que las experiencias de los que no lo hacen.
- El dotar a los estudiantes de dispositivos móviles les permite personalizar contenidos, recursos y herramientas que utilizan para aprender les otorga libertades para la gestión y en el establecimiento de sus propias rutas de aprendizaje.

Para el autor resultaría importante realizar su trabajo de investigación en otros contextos y en otros entornos educativos en modalidades semipresencial, a distancia o virtual y considerando otras formas de implementación de espacios de aprendizaje utilizando dispositivos móviles sin depender de la conectividad a tiempo completo.

Hablando de las condiciones en que el proceso educativo integra a las nuevas tecnologías, León (2017) asevera que los cambios y avances vertiginosos de las TIC sobrepasan muchas veces la capacidad de las organizaciones educativas para adaptarse a ellos. Las tecnologías móviles, consideradas como la última generación de herramientas tecnológicas, al igual que muchas de las innovaciones que las han precedido, han llegado a los

salones de clase y se han ido incorporando a los procesos de aprendizaje, la mayoría de las veces, sin una seria y sistemática reflexión sobre la forma más adecuada de hacerlo. Si bien muchas veces esto resulta en una experiencia de aprendizaje exitosa, también son muchos los casos en que su incorporación no deriva en los resultados esperados y, por el contrario, deja una sensación de frustración y pesimismo tanto en profesores como en aprendices. Es necesario entonces realizar investigaciones en el sentido de que la integración de la tecnología debe ser constante, sistemática e intencionada para lograr que las experiencias en los estudiantes sean exitosas y los preparen para situaciones de aprendizaje utilizando dispositivos electrónicos móviles que serán cotidianas a lo largo de toda su vida.

La autora asume el paradigma de aprendizaje constructivista en su investigación pues propicia siempre que los aprendices partan de sus experiencias y conocimientos previos para que, de una forma exploratoria, construyan los nuevos conocimientos, a partir de situaciones auténticas de comunicación en un ambiente de aprendizaje basado en la acción, en el cual el profesor siempre sea un guía y acompañante. En consecuencia, como enfoque de enseñanza-aprendizaje se basa en el enfoque comunicativo y el aprendizaje basado en tareas, por estar en consonancia con el paradigma de aprendizaje y por su probada eficacia frente a otros enfoques de corte positivista e instruccional.

El objetivo general de la investigación es identificar el efecto que el aprendizaje móvil tiene sobre el aprendizaje de los estudiantes en lengua extranjera, en particular, el grado de efectividad de la propuesta de intervención para mejorar su desempeño y determinar el aporte de criterios didácticos claros

para su adecuada integración en el aula. La parte cualitativa busca analizar las implicaciones didácticas de la propuesta identificando las percepciones que los alumnos tienen sobre su uso, así como su potencial didáctico.

Se trata de una investigación mixta pues incluye un estudio cuantitativo del tipo cuasiexperimental y una fase flexible o estudio cualitativo para indagar sobre las percepciones de los estudiantes y sobre las posibilidades didácticas de la intervención aplicada.

Los sujetos de investigación fueron 44 estudiantes pertenecientes al noveno grado de educación básica secundaria del colegio Hammarlunden, de Hammarö, Suecia.

Los instrumentos utilizados para recolectar la información necesaria fueron un cuestionario en línea, una prueba de lectoescritura del español como lengua extranjera, una entrevista grupal y un diario digital enviado al profesor por los estudiantes como mensaje digital, consistente en un reporte después de cada sesión.

Para León (2017), existe una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes al aplicar su propuesta didáctica basada en aprendizaje móvil y categoriza sus conclusiones considerando la percepción de los estudiantes, en cuanto a efectividad se atribuye al carácter dinámico, variado y comunicativo de su modelo, propiciando el aprendizaje autónomo y colaborativo, activando además procesos metacognitivos como la monitorización del propio aprendizaje y la conciencia sobre los fenómenos y usos de la lengua.

El uso de la tecnología móvil con propósitos pedagógicos y el hecho de aprender sin la presencia física del profesor no había sido experimentado por los alumnos, lo que le confiere a la propuesta de aprendizaje el carácter de

innovador, que tiene además como consecuencia el incremento en el protagonismo de los estudiantes en todo el proceso de aprendizaje en la toma de decisiones, la solución de problemas y la autorregulación del tiempo.

La propuesta tiene también un carácter lúdico pues las tareas propuestas fueron consideradas como divertidas por los alumnos por ser diferentes a las realizadas en el salón de clases, al incorporar el uso de la tecnología con la que están familiarizados lo que permite salirse un tanto de los patrones de seriedad y rigidez tradicionales.

En cuanto a las potencialidades didácticas del uso de dispositivos móviles como apoyo al aprendizaje, la autora expone las siguientes consideraciones:

- Respecto al profesor, permite dar versatilidad a su saber y a su rol como guía puesto que incorpora nuevas estrategias de enseñanza, de comunicación, de interacción y proporciona una constante retroalimentación.
- Respecto a las funciones de los dispositivos, brinda a los aprendices la posibilidad de tener contacto con material auténtico, potencia la construcción de conocimiento de forma colaborativa y facilita la individualización del aprendizaje.
- Respecto a la movilidad del aprendiz, hace posible el acceso al aprendizaje desde cualquier momento y lugar.
- Respecto a la dinámica de la lengua, ofrece la oportunidad de explorar nuevas formas de interactuar mediante el uso de diferentes canales de comunicación; también permite a los estudiantes entrar en contacto con múltiples variaciones de la lengua.

- Respecto al ensayo, permite al aprendiz practicar la lengua objeto de diferentes formas y cuantas veces quiera, recibiendo continua retroalimentación, tanto por parte del profesor como de los compañeros. Este factor contribuyó al incremento de la autoconfianza y del nivel de desempeño.
- Respecto a la reflexión permite activar procesos metacognitivos.
- Respecto a la indagación permite aproximarse al nuevo conocimiento a partir del conocimiento previo.
- Respecto al resultado, además de mejorar la destreza en los estudiantes, promueve el desarrollo y/o la adquisición de otras destrezas tanto pedagógicas (como la autonomía, el uso de estrategias de trabajo colaborativo y la habilidad de aprender a aprender), como lingüísticas (como la habilidad para comunicarse con hablantes nativos y la destreza de comprensión oral) y tecnológicas (como el manejo de diversos recursos digitales).

## **1. 2 Planteamiento del problema**

En los resultados alcanzados por los estudiantes de 15 años en la aplicación más reciente de PISA (2015), el primer indicador se refiere al porcentaje de alumnos de 15 años con bajo desempeño en las competencias evaluadas, mientras que el segundo indicador muestra el porcentaje de alumnos que lograron obtener el puntaje necesario para ubicarse en los niveles de alto desempeño. Los resultados de PISA (2015) muestran que el mayor porcentaje de alumnos se concentraba en los niveles bajos de desempeño: 47.8% en

Ciencias, 56.6% en Matemáticas y 41.7% en Lectura, mientras que sólo 2.5% en Ciencias, 3.5% en Matemáticas y 4.5% en Lectura tuvieron un desempeño alto.

Los resultados anteriores ponen de manifiesto que aproximadamente la mitad de los estudiantes evaluados en las asignaturas de matemáticas, lectura y ciencias logran un nivel muy bajo de desempeño, es decir que no son capaces de realizar las tareas más elementales.

Por otro lado, los estudiantes destacados que tienen el potencial para realizar actividades de alta complejidad y emplear sus competencias en la adquisición de nuevos conocimientos y destrezas en otras áreas del conocimiento no llegan ni al 5 % del total evaluado. En conclusión, si se trabaja con un grupo de 40 alumnos, sólo dos logran aprendizajes significativos.

Los resultados obtenidos por los estudiantes de Educación Básica y Media Superior son similares en las instancias analizadas, es decir, en la evaluación de PLANEA y en la de PISA. Es necesario entonces replantear las políticas educativas, establecer un modelo educativo en concordancia con el contexto nacional y determinar una variedad de actividades educativas que contribuyan al logro de aprendizajes significativos con el apoyo de la tecnología como mediador en el proceso.

Por otra parte, las estadísticas presentadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2016) registran altos índices de eficiencia terminal por nivel. En la Educación Primaria se logra egresar al 98.2 % de los estudiantes, en la Secundaria al 86.8 % y en el Nivel medio superior al 67.3 %, en contraste con los resultados de la evaluación por parte del Instituto Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (INEE, 2015) y PISA que ubican, en

general a la mitad de los estudiantes egresados en el nivel de aprovechamiento más bajo o insuficiente.

En bachillerato se presenta el menor índice de eficiencia terminal, pues en este nivel educativo se refleja la situación intelectual y de maduración de los alumnos egresados de niveles previos, los cuales no cuentan con los conocimientos necesarios para afrontar los nuevos contenidos de los programas de estudio, situación que los predispone al fracaso escolar.

Tales datos indican un grave problema en la calidad de la educación en el país y un gran campo de oportunidad para el uso de las TIC en la educación.

El Centro de Estudios Tecnológico, Industrial y de Servicios No. 148 (Cetis 148) fue fundado en 1986 y es uno de los cuatro planteles que ofrecen el bachillerato tecnológico en la ciudad de Durango. Es parte del sistema UEMSTIS que cuenta con de 439 planteles en el país y que atiende al 33 % de la demanda educativa en el nivel a nivel nacional (Sems, 2013).

Analizando la información contenida en los reportes de evaluación semestral correspondientes al primer periodo del ciclo escolar 2015-2016, proporcionados por el Departamento de Servicios escolares del Cetis No. 148, de un total de 347 alumnos inscritos en el primer semestre de las diferentes especialidades que ofrece el plantel, el 53 % reprobó las materias de álgebra y química I, el 45 % reprobó inglés I y el 33 % lectura, expresión oral y escrita 1.

Referidos a cuarto semestre, el número de alumnos baja considerablemente. En el segundo periodo del ciclo escolar 2016-2017, el número de alumnos inscrito fue de 205. Tal cifra pone de manifiesto de manera general, un índice de deserción del 40 %. En cuanto al aprovechamiento

escolar, reprobaron la materia de cálculo diferencial el 36 %, inglés IV el 34 %, física I el 23 %.

Las cifras anteriores indican de manera contundente las materias que contribuyen de manera significativa a los bajos niveles de aprovechamiento escolar y por ende a la deserción por parte de los alumnos.

A nivel nacional se implementan estrategias tendientes a facilitar la comprensión de las asignaturas consideradas críticas que inciden en los bajos índices de eficiencia terminal, las cuales fomentan el uso de la tecnología como mediador del aprendizaje, aunque sus resultados todavía están por manifestarse.

De acuerdo con los resultados publicados por la página web internetlivestats el día 27 de diciembre de 2017 a las 16:25 el número de usuarios de internet en ese instante era de 3 809 010 267, casi cuatro mil millones. Las estadísticas indican que el 40 % de la población mundial tiene una conexión a internet y esa cifra sigue creciendo de manera constante. Los países europeos tienen los mayores porcentajes de su población con acceso a internet, por ejemplo, Dinamarca (96.3 %), Luxemburgo (95.2 %), Holanda (93.7%), Reino Unido (92.6 %). En Asia, Japón tiene también un alto porcentaje (91.1 %) y en América Estados Unidos (88.5%) mientras que en México el 45 % de la población tiene conexión a internet.

Existen así mismo 1,308' 367,776 sitios web, ese día se habían enviado 163,016'245 983 correos electrónicos, se habían realizado 3,806'091,473 búsquedas en *Google* se mandaron 465' 509,330 tweets, había 2,069'345,750 usuarios activos en Facebook y se visualizaron 4,259'951,046 videos en *Youtube*.

En cuanto a los dispositivos electrónicos ese día se vendieron 353, 539 computadoras, 2'791,765 teléfonos celulares inteligentes y 326,991 tabletas electrónicas.

Una *app* (abreviatura de *aplicación* en inglés) es un software informático diseñado para ejecutarse específicamente en un dispositivo móvil, como un Smartphone o una Tablet con un objetivo específico o una tarea concreta.

El mercado de aplicaciones está dominado básicamente por dos sistemas operativos: el Android con el 81.7 % y el iOS con el 17.9 % de participación en el mercado. Para marzo de 2017 existían alrededor de 2'800,000 aplicaciones Android en su respectiva tienda, 2'200,000 aplicaciones en la Apple store y 669,000 en la Windows Store (STATISTA, 2017)

Los datos estadísticos anteriores ponen de manifiesto que hay aplicaciones para prácticamente todas las necesidades, muchas de ellas son educativas y sola hay que incluir su uso en las actividades escolares cotidianas como apoyo al aprendizaje.

La International Telecommunications Union (ITU) es una institución especializada de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) para las tecnologías de la información y comunicación y en su reporte de 2017 registra en el mundo 972 millones de suscripciones de internet a teléfonos fijos y 7,740 a teléfonos móviles y 3,578 millones de usuarios de internet.

En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a propósito del día mundial del internet reporta los siguientes datos:

- Al segundo trimestre de 2016, el 59.5 por ciento de la población de seis años o más en México se declaró usuaria de Internet.

- El 68.5 por ciento de los cibernautas mexicanos tienen menos de 35 años.
- El 47.0 por ciento de los hogares del país tiene conexión a Internet.
- El uso de Internet está asociado al nivel de estudios; entre más estudios mayor uso de la red.
- Internet se utiliza principalmente como medio de comunicación, para la obtención de información en general y para el consumo de contenidos audiovisuales.
- Los usuarios de teléfono celular representan el 73.6 por ciento de la población de seis años o más, y tres de cada cuatro usuarios cuentan con un teléfono inteligente (Smartphone).

Por grupos de edad, el 85.5 % de las personas de 12 a 17 años es usuaria de Internet y el 85 % de las personas de 18 a 24 años. Por nivel de escolaridad, el 48.7 % de los estudiantes de secundaria utiliza la Web, el 84.3 del nivel medio superior y el 94.1 de licenciatura.

En cuanto a las actividades principales las personas utilizan el internet para comunicarse, para obtener información, para acceder a contenidos audiovisuales, para entretenimiento y en redes sociales. El 51.8 % del total de actividades se relacionan con la educación y capacitación.

Del 73.6 % de la población que utiliza el teléfono celular, tres de cada cuatro personas cuentan con Smartphone con conexión a internet y el 96 % lo utiliza de hasta siete veces por semana.

En el estado de Durango, el 78 % de la población es usuaria de la telefonía celular, por encima del promedio nacional del 73.6 %, asimismo el 46

% de los hogares cuenta con internet, un poco por debajo de la media nacional de 47 % INEGI (2016).

Las cifras estadísticas presentadas están en constante crecimiento y cambian en cada instante. Reflejan las características que definen la sociedad del conocimiento y tienen un enorme potencial para el uso de la tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El uso de dispositivos electrónicos con acceso a internet en los procesos educativos es una necesidad, como elemento mediador del aprendizaje, pues, de acuerdo con los indicadores estadísticos, la mayor cantidad de usuarios de estos dispositivos son los jóvenes en edad escolar.

### **1.3 Preguntas de la investigación**

En función de las cifras estadísticas presentadas, que ponen de manifiesto un contraste significativo entre los índices de eficiencia terminal y los bajos niveles de desempeño de los egresados de la educación básica en el país, en las pruebas estandarizadas de PISA y PLANEA, es necesario implementar acciones que contribuyan al logro de aprendizajes significativos que den como resultado elevar la calidad de la educación, incidiendo de manera particular en las materias que, por su grado de complejidad, presentan mayor dificultad para los estudiantes.

Una de las estrategias propuesta es el uso de la tecnología como mediador en los procesos de aprendizaje, dada la evolución y proliferación de dispositivos electrónicos y de aplicaciones diseñadas, disponibles en el

mercado y que son de uso común por parte de los estudiantes. En ese marco se plantean las siguientes preguntas de investigación:

¿En qué medida el uso de dispositivos electrónicos móviles en la materia de cálculo diferencial en bachillerato es determinante para el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes de cuarto semestre del Cetis 148?

¿Qué diferencias estadísticamente significativas se presentan con relación al aprendizaje de cálculo diferencial, entre el grupo experimental que empleó dispositivos móviles, con relación al grupo de control, que no los empleó?

#### **1.4 Objetivos de la investigación**

Determinar en qué medida el uso de dispositivos electrónicos móviles en la materia de cálculo diferencial en bachillerato es determinante para el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes de cuarto semestre del Cetis 148.

Identificar las diferencias estadísticamente significativas se presentan con relación al aprendizaje de cálculo diferencial, entre el grupo experimental que empleó dispositivos móviles, con relación al grupo de control, que no los empleó.

Describir el proceso y los resultados obtenidos de la intervención didáctica y destacar las diferencias que en cuanto al aprovechamiento escolar en la materia de cálculo diferencial de bachillerato del grupo experimental que

utilizó dispositivos electrónicos móviles con relación al grupo de control que no los utilizó.

## 1.5 Justificación

Tradicionalmente, en el plan de estudios del bachillerato existen asignaturas que presentan un alto grado de dificultad para los alumnos, como matemáticas, y que generalmente son consideradas para evaluarse al final de cada ciclo escolar con exámenes estandarizados. Sus resultados sirven para medir el grado de calidad de la educación pública que se ofrece.

Los resultados de dichos exámenes presentan indicadores que ponen de manifiesto la necesidad de utilizar estrategias de enseñanza novedosas que puedan hacer más accesibles los contenidos para los estudiantes y que contribuyan por una parte a que los estudiantes la cursen con actitudes positivas y sin miedo y por la otra a que puedan afrontar sin dificultad sus estudios de licenciatura, sobre todo si su orientación es a ingeniería.

La propuesta de intervención que se propone diseñar e implementar, con apoyo de la tecnología como mediador en el proceso de aprendizaje pretende facilitar la comprensión de conceptos abstractos que contienen las asignaturas de matemáticas.

La materia de cálculo diferencial en bachillerato es sumamente importante para los estudiantes pues, para su comprensión es necesario contar con un buen dominio de los conceptos estudiados en las materias previas de matemáticas, como aritmética, algebra, trigonometría y geometría analítica. Sirve de base a su vez para el cálculo integral.

Hay un tema de particular importancia en el programa de estudio de la materia de cálculo diferencial, en el que se reflejan los conocimientos adquiridos en los primeros dos períodos parciales. El tema referido al comportamiento de una función es sumamente importante pues justifica la importancia de la asignatura al estudiar las aplicaciones que tiene en muchos problemas de ingeniería y economía, por ejemplo.

Si el estudiante logra dominar los conceptos matemáticos del bachillerato, podrá continuar sin dificultad sus estudios de licenciatura, en particular, si elige cursar alguna especialidad con perfil de ingeniería, donde el uso de las matemáticas es esencial.

La propuesta es factible de aplicarse en cada uno de los más de 400 planteles que ofrecen el bachillerato tecnológico en el país, además que los profesores interesados podrán ampliar el concepto a otros temas de la asignatura de cálculo diferencial y a otras materias de matemáticas o de cualquier asignatura, pues existen aplicaciones diseñadas para ejecutarse en dispositivos electrónicos móviles para prácticamente cualquier tema de interés.

La investigación pretende aportar una metodología basada en tres ejes teóricos. En primera instancia se fundamenta en el aprendizaje desde el punto de vista del paradigma conexionista propuesto por Siemens (2004), En segunda instancia considera los elementos del aprendizaje multimedia de Mayer (2005) y, finalmente retoma los conceptos de la Teoría de las Situaciones didácticas de Brosseau (1986).

## 1.6 Alcances y limitaciones

La materia de Cálculo Diferencial forma parte del Componente de Educación Básica de la Estructura Curricular del Bachillerato Tecnológico y es una de las cinco materias por cursar del cuarto semestre. Los conocimientos previos necesarios para abordarla se obtienen de los cursos previos de Álgebra en el primer semestre, Geometría y Trigonometría en el segundo semestre y Geometría Analítica en el tercer semestre. Por ser una asignatura de semestre par, se desea aplicar la propuesta de aprendizaje en el semestre enero-junio de 2019.

Se pretende realizar la propuesta de aprendizaje con apoyo de dispositivos móviles en el Centro de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios No. 148 (CETIs 148) que es uno de los cuatro planteles en la ciudad de Durango que tiene en servicio la Dirección General de Educación Tecnológica Industrial.

Los grupos elegidos para la presente investigación corresponden al cuarto semestre del bachillerato tecnológico del CETIs 148 en el turno matutino.

El tema considerado como el más importante de la asignatura de Cálculo Diferencial es el referente al comportamiento de una función, pues para determinar dicho comportamiento es necesario tener conocimientos significativos de los temas vistos en el curso y por lo tanto es el que presenta mayor grado de dificultad para los alumnos. Es también antecedente fundamental para los estudiantes que quieren ingresar a la educación superior en general y en particular a carreras con perfil de ingeniería.

La presente es una investigación cuantitativa pues es necesario determinar en qué medida el uso de la tecnología facilita el proceso de aprendizaje y es necesario obtener información estadística que sustente la tesis planteada, diseñando e implementando una propuesta de intervención para uno de los temas más importantes de la materia de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico, el que determina el comportamiento de una función, con apoyo de la tecnología, en particular con el uso de dispositivos electrónicos móviles, como mediadores en el proceso de aprendizaje.

## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Introducción

Los profesores interesados en lograr un mejor aprendizaje por parte de sus alumnos han utilizado, a lo largo de la historia, muchos y muy variados métodos en función de cada momento histórico. El aprendizaje mediado por la tecnología ha sido un recurso utilizado desde siempre, diseñando cursos de capacitación o actividades de refuerzo con ayuda de los periódicos y revistas, de la radio, de la televisión y, últimamente de la computadora.

El aprendizaje que utiliza la computadora ha ido en constante evolución de manera paralela al desarrollo tecnológico y a los avances que se han tenido tanto en la parte física de las computadoras o *hardware* como en los programas que se diseñan para su funcionamiento o *software*.

Una parte muy importante también es el desarrollo de las comunicaciones y del internet pues la forma en que se hace llegar la instrucción a los alumnos ha evolucionado en función de los nuevos dispositivos con que se cuenta.

El aprendizaje mediado por la tecnología o *eLearning* es aquel que contempla el uso de las tecnologías informáticas y del Internet para ofrecer una amplia gama de soluciones que faciliten el aprendizaje y mejoren el rendimiento de los alumnos (FAO, 2014).

Así mismo, existen diferentes tipos de modelos referentes al aprendizaje con apoyo de la tecnología, clasificados según la forma en que utilizan sus elementos y a los dispositivos con los cuales se hace llegar la instrucción.

## 2.2 Del eLearning al mLearning

El *eLearning* o aprendizaje electrónico en inglés, en sus inicios, se aplicó para llevar la instrucción fuera del aula con ayuda de una computadora y el internet a las personas que no tenían tiempo disponible para asistir de forma física a la escuela. El aprendizaje entonces se realizaba en el tiempo disponible de los estudiantes y en cualquier lugar que contara con una conexión de Internet. La actividad formativa consistía en un profesor virtual, los materiales de estudio y un grupo de alumnos con actitud de aprendizaje.

La evolución de la tecnología y los medios de comunicación dieron lugar al *mLearning* o aprendizaje móvil, que tiene las mismas características que su antecesor, pero cambia la forma de hacer llegar la instrucción a los alumnos. Ahora se utilizan los teléfonos inteligentes o *Smartphone*, las tabletas electrónicas o *Tablet* y las computadoras portátiles o *Laptop*. Estos dispositivos cuentan con Internet inalámbrico o *wifi*, término que evolucionó de WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) y que se asocia de manera común a WiFi o Wireless Fidelity). Esto significa que ya no es necesaria una conexión física para tener los servicios de la red y el concepto del aprendizaje a cualquier hora y en cualquier lugar se amplía de manera significativa, dado el avance exponencial que actualmente tienen las comunicaciones en cuanto al desarrollo de dispositivos y velocidades de transmisión de datos.

El *bLearning* o aprendizaje mezclado (*blended Learning*) es una modalidad de aprendizaje electrónico que combina la instrucción presencial con profesores y alumnos en el aula de clases con el aprendizaje en línea o virtual. Esa modalidad aprovecha las ventajas de ambos sistemas de instrucción y es

utilizada ampliamente en la actualidad por la mayoría de las universidades del país.

El *uLearning* o *ubiquitous Learning* es la evolución natural del aprendizaje móvil, al incorporar el uso de la Web 2.0 la cuál es la parte de la Web generada por los propios usuarios. En la Web 1.0 la información era generada por instituciones y organizaciones de prestigio y el usuario solo tenía la opción de hacer uso de ella sin la posibilidad de alguna modificación. La evolución de la tecnología dio paso a la Web 2.0 en la cual las personas no tienen que ser expertas en software para crear sus propias páginas Web. Surgen entonces aplicaciones tales como los blogs, las redes sociales, los wikis, que permiten una completa interacción entre los usuarios y que lógicamente son incorporadas al aprendizaje mediado por las tecnologías dadas sus evidentes ventajas.

El apoyo de la tecnología en procesos de aprendizaje no es la panacea, es decir, que no asegura el logro de aprendizajes significativos. Un factor determinante es que el estudiante debe presentar una actitud significativa hacia el aprendizaje de nuevos conceptos, es decir, debe querer aprender, debe tener un cierto grado de madurez para poder dar el uso adecuado a los dispositivos electrónicos, pues según estudios estadísticos, las actividades que los estudiantes realizan con mayor frecuencia con los teléfonos inteligentes van dirigidos hacia aspectos de comunicación y entretenimiento.

La función del docente, aparte del diseño y control de las actividades de aprendizaje van encaminadas al aspecto motivacional, estableciendo elementos de control estricto sobre todas las etapas del proceso, proponiendo tareas donde sea necesario la obtención de productos susceptibles de ser

evaluados, en los tiempos destinados para ello. Debe existir un control también en las actividades de interacción y retroalimentación como foros, discusiones y exposiciones a realizar por los estudiantes. Lo anterior promueve entre los estudiantes un proceso de maduración gradual que aumenta las posibilidades de éxito en el proceso de aprendizaje.

En su reporte *Directrices para las Políticas de Aprendizaje Móvil* (UNESCO, 2003) se identifican las siguientes ventajas:

- Mayor Alcance e igualdad de oportunidades en la educación.
- Facilidad para el aprendizaje personalizado.
- Respuesta y evaluación inmediatas.
- Aprendizaje en cualquier momento y lugar.
- Empleo productivo del tiempo pasado en el aula.
- Creación de nuevas comunidades de educandos.
- Apoyo al aprendizaje en lugares concretos.
- Mejora del aprendizaje continuo.
- Vínculo entre la educación formal y no formal.

La nueva concepción del proceso de aprendizaje (UNESCO, 2013) debe considerar los siguientes aspectos:

- *El aprendizaje es un proceso natural.* El cerebro tiende naturalmente a aprender, aunque no todos aprenden de la misma manera. Existen distintos estilos de aprendizaje, distintas percepciones y personalidades, que deben tomarse en cuenta al momento de diseñar las experiencias de aprendizaje para los alumnos individuales. El

aprendizaje se llevará a cabo si se proporciona un entorno rico e interesante y docentes que estimulen y apoyen a los alumnos.

- *El aprendizaje es un proceso social.* El contexto comunitario del aprendizaje y del conocimiento está comenzando a redescubrirse, como lo demuestra el rápido crecimiento de los círculos de calidad y de los trabajos realizados en colaboración a través de la computadora en el área empresarial, gubernamental, de la medicina y de la educación superior. Como advirtió Vygotsky (1978) hace mucho tiempo, los alumnos aprenden mejor en colaboración con sus pares, profesores, padres y otros, cuando se encuentran involucrados de forma activa en tareas significativas e interesantes. Las TIC brindan oportunidades a docentes y alumnos de colaborar con otros individuos en cualquier parte del país o del mundo. También ofrecen nuevas herramientas para apoyar este aprendizaje colaborativo tanto dentro del salón de clase como conectados a la Red.
- *El aprendizaje es un proceso activo, no pasivo.* En la mayoría de los campos de actividad humana, los individuos se enfrentan al desafío de *producir conocimiento* y no simplemente *reproducir conocimiento*. Para permitir que los alumnos alcancen niveles óptimos de competencia, deben ser motivados a involucrarse de forma activa en el proceso de aprendizaje, en actividades que incluyan resolver problemas reales, producir trabajos escritos originales, realizar proyectos de investigación científica (en lugar de simplemente estudiar acerca de la ciencia), dialogar con otros acerca de temas importantes, realizar actividades artísticas y musicales y construir objetos. El plan de estudios tradicional

requiere que los alumnos únicamente recuerden y describan lo que otros han realizado y producido. Si bien toda la producción de conocimiento debe estar basada en la comprensión de un conocimiento anterior, la mera reproducción de conocimiento, desconectada de su producción, es mayormente una actividad pasiva que no involucra de modo significativo al alumno ni le presenta ningún desafío.

- *El aprendizaje puede ser tanto lineal como no lineal.* El método generalmente utilizado en las escuelas actuales parece estar basado en la noción de que la mente funciona como un procesador en serie, diseñado únicamente para procesar una unidad de información por vez, siguiendo un orden secuencial. Pero, en realidad, la mente es un maravilloso procesador paralelo, que puede prestar atención y procesar muchos tipos de información simultáneamente. La teoría e investigación cognitiva ve el aprendizaje como una reorganización de las estructuras de conocimiento. Las estructuras de conocimiento se guardan en la memoria semántica como esquemas o mapas cognitivos. Los alumnos “aprenden” al ampliar, combinar y reacomodar un grupo de mapas cognitivos, que muchas veces se superponen o están interconectados por medio de una compleja red de asociaciones. Existen muchas formas distintas de obtener, procesar información y asimilarla dentro de las estructuras de conocimiento ya existentes. Aunque algunos campos del conocimiento, como la matemática, pueden tal vez prestarse a un enfoque más lineal, no todo el aprendizaje puede, ni debería, realizarse de esa forma.

- *El aprendizaje es integrado y contextualizado.* La teoría holográfica del cerebro de Pribram (1991) ha demostrado que la información que se presenta de un modo global es más fácil de asimilarse que la que se presenta como una secuencia de unidades de información. También permite que los alumnos puedan ver la relación entre los distintos elementos y puedan crear conexiones entre ellos.
- *El aprendizaje está basado en un modelo que se fortalece en contacto con las habilidades, intereses y cultura del estudiante.* Las escuelas están comenzando a tomar en cuenta las habilidades y los intereses específicos que los alumnos traen al entorno educativo, y están diseñando actividades que construyen a partir de esas habilidades, en lugar de concentrarse únicamente en “corregir sus debilidades”.
- *El aprendizaje se evalúa según los productos del proceso, la forma en que se completan las tareas y la resolución de problemas reales, tanto por parte de cada estudiante como del grupo.* En lugar de evaluar al alumno únicamente por medio de pruebas escritas, la evaluación se realiza basándose en carpetas de trabajo donde el alumno muestra su desempeño en los trabajos realizados en equipo o de forma individual (UNESCO, 2013).

El uso de la tecnología como apoyo al proceso de aprendizaje puede ser importante para lograr los objetivos planteados, en la medida en que el docente sea capaz de diseñar actividades nuevas y atractivas para los alumnos. El uso de las TIC no es un factor determinante para el logro de aprendizajes

significativos, pero puede ser un apoyo interesante como mediador del proceso.

Como sucede en otros sectores de la economía y la sociedad consideradas en toda su amplitud, la educación tendrá que pactar con las nuevas tecnologías, lo cual puede necesitar importantes inversiones de los sectores público y privado en investigación y desarrollo de programas informáticos, compra de equipamiento y renovación de las escuelas. A los responsables de la política nacional les será difícil negarse a buscar recursos necesarios, cualesquiera que sean sus ideas sobre el gasto en educación, aunque sin la cooperación y la ayuda internacionales los países más pobres pueden quedar más relegados aún. No es probable que los padres y el público en general, al menos en los países industrializados acepten durante mucho tiempo que la educación cuente con menos equipamiento en nuevas tecnologías que los otros ámbitos de actividad social y económica". (Informe Mundial sobre la Educación, UNESCO, 1998, pp. 19-20).

## **2.3 Las teorías clásicas del aprendizaje**

El modelo educativo aplicado en el país debe ser congruente con las condiciones y características de la sociedad actual y debe considerar, en primer lugar, los conceptos que son vigentes y en segundo lugar los conceptos en que coinciden algunas de las teorías y enfoques del aprendizaje.

En ese sentido, se rescata el aspecto sociocultural del aprendizaje y la zona de desarrollo próximo establecida por Vigotsky (1979). Según esta teoría,

el aprendizaje se produce en dos niveles. Los alumnos aprenden al en la interacción social con otros estudiantes y con el profesor para luego integrar el nuevo conocimiento a su estructura mental. Existe la zona de desarrollo próximo que determina la potencialidad de lo que el alumno es capaz de aprender, consiste en un área en la que el alumno se encuentra preparado cognitivamente pero que requiere del apoyo de un compañero o de un profesor para poder adquirir el nuevo conocimiento. Ese apoyo se logra al aplicar estrategias como el Aprendizaje Colaborativo, el uso de modelos y el andamiaje.

De la teoría de Vygotsky (1979) se infiere que debe proveerse a los alumnos con entornos socialmente ricos donde explorar los distintos campos del conocimiento junto con sus pares, docentes y expertos externos.

Las TIC pueden utilizarse para apoyar este entorno de aprendizaje al servir como herramientas para promover el diálogo, la discusión, la escritura en colaboración y la resolución de problemas, y al brindar sistemas de apoyo *online* para apuntalar el progreso en la comprensión de los alumnos y su crecimiento cognitivo (UNESCO, 2013).

Por su parte, los trabajos de Piaget (1991), considerados como los principios del constructivismo consideran que el conocimiento se construye de manera activa a partir de la acción que el sujeto realiza sobre el objeto del conocimiento, en función de la estructura cognitiva con la que se cuenta. El proceso cíclico de reestructuración del conocimiento comienza con una estructura previa que se confronta con un cambio en la forma ordinaria de pensar creando un conflicto cognitivo que el sujeto resuelve mediante su propia

actividad intelectual. De esto resulta una nueva estructura que contiene el nuevo conocimiento con lo cual se vuelve al estado de equilibrio.

El desarrollo cognitivo de cada sujeto depende de su maduración biológica, de su experiencia física y social y de un proceso de equilibración permanente con su realidad. Este proceso es fundamental en el desarrollo intelectual y tiene dos etapas, la primera es la organización como capacidad de la mente pensante para organizar el conocimiento en esquemas de acción y representación que se diversifican a medida en que el sujeto actúa sobre los objetos de conocimiento formando estructuras mentales cada vez más complejas y la segunda es la adaptación, que se refiere al proceso mental en que el sujeto incorpora al nuevo conocimiento a los esquemas previos que ya tiene.

Ausubel (1983) estableció que, para lograr un aprendizaje significativo son necesarias dos condiciones:

- Que el alumno tenga una actitud de aprendizaje, es decir que manifieste una disposición para relacionar, el material nuevo con su estructura cognoscitiva.
- Que el material presentado no sea vago ni arbitrario, para que pueda ser relacionado de modo intencional y sustancial con las ideas pertinentes del alumno.

Cuando surgen nuevos significados en el alumno se dice que el proceso de aprendizaje fue exitoso. Los nuevos significados pasan a ser las ideas pertinentes necesarias para que el proceso se repita.

Para Ausubel (1985), el aprendizaje significativo es importante pues es el mecanismo por el cual el ser humano aprende y almacena gran cantidad de información. Su principio de asimilación se refiere a la interacción del conocimiento que ha de aprenderse con el existente en la estructura cognoscitiva del estudiante. Dicha interacción da lugar a una reorganización entre los nuevos y antiguos significados dando lugar a una nueva estructura cognoscitiva, es decir, a la asimilación del nuevo conocimiento.

Las principales aportaciones, además del concepto, son:

- El aprendizaje significativo es muy importante en el proceso educativo porque es el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e información representadas por cualquier campo del conocimiento.
- El Principio de asimilación se refiere a la interacción entre el nuevo material que será aprendido y la estructura cognoscitiva existente origina una reorganización de los nuevos y antiguos significados para formar una estructura cognoscitiva diferenciada, esta interacción de la información nueva con las ideas pertinentes que existen en la estructura cognitiva propicia su asimilación.
- Existen tres tipos de Aprendizaje Significativo. El aprendizaje de representaciones, que consiste en hacerse del significado de símbolos solos (generalmente palabras) o de lo que éstos representan. El aprendizaje de proposiciones, es decir, de los significados de las ideas expresadas por grupos de palabras combinadas en proposiciones u oraciones y el aprendizaje de conceptos. Los conceptos (ideas genéricas, unitarias o categoriales)

se representan también con símbolos aislados de la misma manera que los referentes unitarios.

El concepto de aprendizaje significativo es el paradigma definido por Ausubel (1985) pues han pasado más de 50 años que se presentó el concepto y aun es vigente y referente cuando se habla del constructivismo moderno. Es una teoría simple para explicar el proceso de aprendizaje, pero aun hoy en día no ha sido completamente comprendido o “aprendido de manera significativa”. Por ejemplo, la profundidad del concepto de la intencionalidad y la sustancialidad de la relacionabilidad de la tarea de aprendizaje con la estructura cognoscitiva es de importancia trascendental cuando se quiere comprender el *cómo* aprende el ser humano.

Gagné (1987) propone una teoría del aprendizaje ecléctica, es decir, que considera concepciones filosóficas, puntos de vista, ideas y valoraciones de otras teorías. Considera que el proceso de aprendizaje del individuo se comporta como el funcionamiento de una computadora, por lo cual se enmarca en las teorías del procesamiento de la información.

En su modelo, el proceso de aprendizaje se inicia cuando hay un estímulo del medio ambiente que ingresa por los receptores sensoriales del sujeto y que es transformado en información o mensaje pasando al sistema nervioso central donde se crea un registro sensorial, enviado a la memoria de corto plazo donde ocurre un proceso que depende de la atención y percepción selectiva. La información se tiene en este momento en forma conceptual y es transformada y almacenada de manera significativa en la memoria a largo plazo para organizar los conceptos. La información puede ser recuperada pero

también puede ser olvidada por falta de reforzamiento. Al ser recuperada, la información pasa de la memoria a largo plazo a la memoria de corto plazo cuando el nuevo aprendizaje depende parcialmente de la reproducción o recuerdo de lo que se ha aprendido con anterioridad. De la memoria a corto plazo, la información pasa al generador de respuestas, donde ocurre una nueva transformación que determina la naturaleza de la respuesta a emitirse y el sistema nervioso envía señales hacia los elementos ejecutores de la respuesta. Cada una de estas etapas está controlada por uno o más procesos de control ejecutivo. Existe un tipo especial de control, que Gagné (1987) denomina “las expectativas” que tiene que ver con lo que el sujeto espera, con su motivación, su atención y la retroalimentación que reciba. Finalmente, el control ejecutivo y las expectativas actúan al exterior, generando la respuesta que afecta al medio ambiente externo.

A la par con el desarrollo tecnológico de dispositivos electrónicos y de comunicaciones, han surgido formas muy variadas en la elaboración y presentación de los materiales de estudio. Fundamentados en un modelo ecléctico, utilizan conceptos básicos de las teorías clásicas del aprendizaje, surgen nuevas teorías y modelos de aprendizaje que son utilizados en la elaboración de aplicaciones en prácticamente cualquier aspecto del conocimiento humano y en variadas plataformas. Se consideran tres propuestas de aprendizaje para su análisis. En primer lugar, la teoría del Conectivismo de Siemens (2004), en segundo lugar, la Teoría del Aprendizaje Multimedia de Mayer (2011) y en tercer lugar la Teoría de las Situaciones Didácticas de Brousseau (1999).

## 2.4 Teoría de las situaciones didácticas

Brousseau (1986) fundamentado en la teoría de la epistemología genética de Jean Piaget, propone un modelo para la enseñanza de las matemáticas visto como un proceso de producción de los conocimientos. Considera que el conocimiento de las matemáticas se va construyendo al reconocer, entender y resolver problemas.

El profesor organiza la enseñanza diseñando y haciendo llegar a los alumnos una serie de *mensajes*. El alumno entonces elige que parte de los *mensajes* emitidos tomar para adquirir el conocimiento. El propósito general de dichos *mensajes* es el de *aculturizar* al alumno por parte de la sociedad, entendiéndose la aculturación como el proceso de recepción de nuevos conocimientos y la propia adaptación del alumno a ellos.

Por otra parte, Brousseau (1986) considera la postura de que los seres humanos tienen una tendencia natural para adaptarse al medio ambiente en que habitan, dicha tendencia de adaptación es sumamente importante cuando el alumno, en su proceso de aprendizaje adquiere nuevos conocimientos. Con tales elementos propone el siguiente modelo (figura 6):

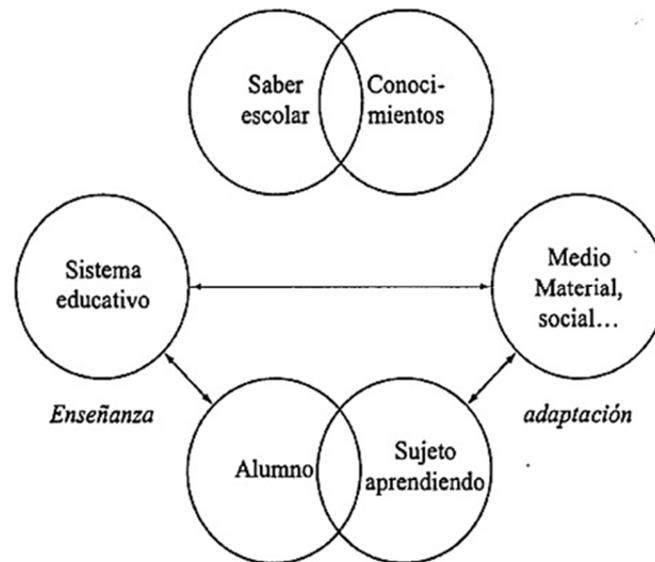


Figura 6. Modelo de Brousseau.

Fuente: Brousseau (1999, p.8).

En el esquema del modelo se identifican los contenidos por estudiar representados por el sistema educativo que determina los saberes escolares, el profesor como el organizador de la enseñanza por medio de sus mensajes y el alumno como sujeto de aprendizaje influenciado por el medio ambiente en su proceso de adaptación.

Para Brousseau (1999), un *dispositivo* es todo instrumento que al utilizarse en el alumno para saber su modo de pensar y que permite identificar por medio de su comportamiento las estructuras mentales de que dispone. Puede ser un problema planteado o un ejercicio por resolver.

Una *situación* es una interacción del sujeto con el medio ambiente para adquirir conocimientos que le permitan alcanzar o conservar un estado favorable en dicho medio. En ocasiones es necesario contar con una *situación* anterior, es decir, con conocimientos o estructuras previas necesarias para adquirir el nuevo conocimiento. Cuando esto no es necesario, el sujeto tiene la

posibilidad de construir por sí mismo un nuevo conocimiento en un proceso *genético* de evolución.

Para todo conocimiento existe una situación fundamental, es decir, una situación que representa la mejor estrategia para resolver el problema planteado por el docente y que puede conformarse por una o más situaciones *adidácticas* que en su conjunto constituyen la situación de aprendizaje.

La situación *adidáctica* es cuando el profesor le plantea al estudiante un problema considerando el contexto en el que se desenvuelve y que para resolverlo deberá contar con los conocimientos previos necesarios. El alumno deberá además generar, en el proceso de solución, hipótesis y conjeturas para poder llegar a la solución, sin la intervención directa del docente. Al realizar tal proceso se logra el aprendizaje.

Una situación *didáctica* es una situación de aprendizaje en la cual el docente proporciona el material *didáctico* como mediador para que el estudiante logre construir su conocimiento. El proceso de aprendizaje es una interacción entre el estudiante, la situación *didáctica* y el docente. Entonces, la situación *didáctica* puede incluir o no una situación *adidáctica*. Puede ser de tres tipos:

1. La situación acción que se presenta cuando el estudiante, de manera individual, trabaja en la solución de un problema planteado por el docente, poniendo en juego sus conocimientos encuentra la solución y se apropia del conocimiento. La función del profesor consiste en diseñar el medio *didáctico*, plantear el problema y enfrentar al estudiante con dicho medio.
2. La situación de formulación que ocurre cuando el docente plantea un problema para resolverse en equipos de trabajo. Los estudiantes deben

compartir sus conocimientos y sus experiencias para construir el nuevo conocimiento. El docente deberá considerar la obligación de todos los estudiantes en participar de manera activa en el proceso de solución.

3. La situación de validación es cuando los estudiantes han interactuado con el medio didáctico, de manera individual o por equipos de trabajo se valora el producto final obtenido. Se discute y fundamenta la solución encontrada y el docente determina si la solución encontrada es correcta. Cuando el docente hace una actividad de cierre de la situación didáctica y comenta sus observaciones, explica los conceptos involucrados y aclara las dudas planteadas por parte de los alumnos, para Brousseau (1999) es la institucionalización del saber.

## **2.5 Teoría del aprendizaje multimedia**

Mayer (2011) es un psicólogo estadounidense profesor de la Universidad de California en Santa Bárbara, sus investigaciones van orientadas a la aplicación de la ciencia del aprendizaje en la educación, en particular, en el aprendizaje utilizando la computadora, el aprendizaje multimedia y el aprendizaje mediante juegos de computadora. Se dedica a estudiar la relación entre la cognición, la instrucción y la tecnología para determinar cómo las personas aprenden y la posterior aplicación del conocimiento logrados.

De acuerdo con Mayer (2011), para potenciar el aprendizaje utilizando multimedia, la instrucción debe considerar dos principios, en el primero, la instrucción debe fundamentarse en una teoría cognitiva del aprendizaje, es decir, el cómo una persona aprende, y el segundo, la pertinencia y validez del

aprendizaje multimedia debe estar científicamente probado con investigaciones que la respalden.

Para Mayer (2011), el aprendizaje es un cambio en el conocimiento del estudiante debido a su experiencia. El objetivo del aprendizaje multimedia es lograr un cambio de actitud en el estudiante, dicho cambio se realiza dentro del sistema de procesamiento, al incrementar su conocimiento de hechos, conceptos, procedimientos, estrategias y creencias que se manifiestan cuando se observa su comportamiento. El cambio en la actitud del estudiante es causado por la instrucción, es decir, por la experiencia de aprendizaje que ha tenido al utilizar el material de estudio. El aprendizaje electrónico incluye una extensa gama que incluye presentaciones electrónicas en línea, aulas virtuales, simulaciones y juegos.

En toda persona existen tres memorias. La memoria sensorial que recibe los estímulos externos y almacena brevemente la información que llega por los sentidos, la memoria de trabajo que retiene la información por periodos breves de tiempo y que puede almacenar varios elementos y la memoria de largo plazo que es parte de toda actividad cognitiva y tiene una gran capacidad de retención de información, de por vida (Mayer, 2005).

La teoría cognoscitiva de aprendizaje multimedia se construye a partir de tres principios que han sido investigados en la ciencia cognitiva:

- Todas las personas tienen dos canales para el procesamiento de la información, el auditivo que capta la información presentada en forma verbal o textual y el visual que atiende la información en forma de imágenes fijas o en movimiento.

- Las personas pueden procesar de manera adecuada solo algunas partes de la información en cada canal.
- El aprendizaje ocurre cuando las personas se involucran de manera activa en el proceso, utilizando el material proporcionado de una manera activa e integrándolo con los conocimientos previos (Mayer, 2011).

El modelo de Mayer para un aprendizaje multimedia se presenta a continuación (figura 7):



Figura 7. Modelo de aprendizaje multimedia.

Fuente: Mayer (1999).

Una presentación multimedia tiene imágenes fijas o en movimiento y palabras en forma de texto o habladas, Estos elementos ingresan en el sistema de procesamiento cognitivo del alumno a través de los ojos y los oídos. Parte de esta información es seleccionada y almacenada en la memoria de trabajo del alumno que elabora un modelo de imagen y un modelo verbal. Finalmente ocurre la integración de estos dos modelos al conocimiento previo existente y el nuevo conocimiento se almacena en la memoria de largo plazo.

Las flechas del modelo indican tres procesos cognitivos importantes:

- En el diseño de una presentación multimedia, las imágenes y las palabras utilizadas deben ser cuidadosamente seleccionadas de acuerdo con el objetivo deseado. El primer proceso es prestar atención a las palabras e imágenes en el material presentado, por lo que estas deben ser significativas para el alumno.
- En el segundo proceso, el alumno debe organizar el material en representaciones gráficas y verbales coherentes.
- El proceso final es integrar las representaciones logradas con el conocimiento previo existente en el alumno. El conocimiento significativo ocurre cuando el alumno se involucra de manera activa en este proceso.

Ocurren tres tipos de demanda sobre la capacidad de procesamiento cognitivo en el estudiante:

- El procesamiento fallido ocurre cuando no se logra el objetivo de la instrucción, debido a un pobre diseño instruccional que presenta una serie de texto e imágenes inadecuadas.
- El procesamiento esencial cuando el procesamiento cognitivo es orientado mentalmente hacia el material relevante.
- El procesamiento generativo cuando los recursos cognitivos son orientados hacia una comprensión más profunda del material importante, al organizarlo e integrarlo en su estructura cognitiva. Esto ocurre cuando existe en el alumno la adecuada motivación para encontrarle sentido al material de instrucción (Mayer, 2011).

El aprendizaje ocurre cuando una persona logra la construcción de representaciones mentales ante una representación multimedia, es decir, cuando logra construir conocimiento (Mayer, 2005).

En su libro eLearning y la Ciencia de la Instrucción, Mayer (2011) resume el aprendizaje electrónico en cuatro procesos esenciales:

- En primer lugar, la atención del alumno debe centrarse en las gráficas y palabras clave del material instruccional para procesarlas.
- En segundo lugar, el alumno debe procesar esta información en su memoria de trabajo para luego integrarla con el conocimiento previo existente en la memoria a largo plazo.
- En tercer lugar, cuando la memoria de trabajo es limitada, su capacidad no debe ser sobrecargada. El material de instrucción debe ser diseñado considerando algunas técnicas de reducción de la carga cognitiva.
- Por último, el nuevo conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo debe ser recuperado para su aplicación.

Es importante destacar que el material presentado debe ser potencialmente significativo para el alumno, por lo cual las imágenes y palabras utilizadas deben ser cuidadosamente seleccionadas de acuerdo al objetivo que se persigue. Es común para la producción multimedia la formación de grupos multidisciplinares que aporten cada uno en su campo de acción los elementos adecuados y pertinentes en la producción del material de instrucción.

Otro factor importante en una presentación multimedia es proporcionar el material de instrucción suficiente, pues cuando este se compone de texto e imágenes fijas o en movimiento que por su cantidad excede la capacidad

cognitiva del estudiante, la información puede resultar confusa y dar lugar a una excesiva carga cognitiva, lo cual puede dar como resultado que no se logre la retención ni transferencia del aprendizaje o que este sea de naturaleza memorística.

El material esencial es el necesario para lograr el objetivo instruccional, mientras que el material externo es aquel que no es necesario para lograrlo (Mayer, 2005).

Para evitar una carga cognoscitiva excesiva en el estudiante, Mayer establece algunos doce principios instruccionales que tienen como objetivo liberar recursos en la memoria de trabajo e incrementar la construcción de representaciones mentales en el estudiante.

- Principio de coherencia: las personas aprenden mejor cuando se excluye el material extraño en lugar de incluirlo.
- Principio de señalización: las personas aprenden mejor cuando se agregan señales que resaltan la organización del material esencial.
- Principio de redundancia: las personas aprenden mejor de los gráficos y la narración que de los gráficos, la narración y el texto impreso.
- Principio de contigüidad espacial: las personas aprenden mejor cuando las palabras y las imágenes correspondientes se colocan una cerca de la otra en lugar de alejarse en la página o pantalla.
- Principio de contigüidad temporal: las personas aprenden mejor cuando las palabras y las imágenes correspondientes se presentan al mismo tiempo y no en sucesión.

- Principio de segmentación: las personas aprenden mejor cuando una lección multimedia se presenta en segmentos de ritmo de usuario en lugar de una unidad continua.
- Principio de preentrenamiento: las personas aprenden más profundamente de un mensaje multimedia cuando reciben preentrenamiento en los nombres y características de los componentes clave.
- Principio de modalidad: las personas aprenden mejor de los gráficos y la narración que de los gráficos y el texto impreso.
- Principio multimedia: las personas aprenden mejor de las palabras y las imágenes que de las palabras solamente.
- Principio de personalización: las personas aprenden mejor de una presentación multimedia cuando las palabras están en un estilo conversacional más que en un estilo formal.
- Principio de voz: las personas aprenden mejor cuando las palabras en un mensaje multimedia se pronuncian con una voz humana amigable en lugar de una voz de máquina.
- Principio de la imagen: las personas no necesariamente aprenden más profundamente de una presentación multimedia cuando la imagen del hablante está en la pantalla.

Mayer (2005) sugiere también varios principios avanzados para el aprendizaje multimedia:

- Principios de animación e interactividad: las personas no necesariamente aprenden mejor de la animación que de los diagramas estáticos.
- Principio de envejecimiento cognitivo: los principios de diseño instruccional que expanden de manera efectiva la capacidad de la memoria de trabajo son particularmente útiles para los alumnos de más edad.
- Principio de colaboración: las personas aprenden mejor cuando participan en actividades colaborativas de aprendizaje en línea.
- Principio de descubrimiento guiado: las personas aprenden mejor cuando la orientación se incorpora en entornos multimedia basados en descubrimiento.
- Principios de navegación: las personas aprenden mejor en entornos donde se proporcionan ayudas de navegación apropiadas.
- Principio de conocimiento previo: los principios de instrucción que son efectivos para aumentar el aprendizaje multimedia para principiantes pueden tener el efecto opuesto en los estudiantes más expertos.
- Principio de auto explicación: las personas aprenden mejor cuando se las alienta a generar auto explicaciones durante el aprendizaje.
- Principio del mapa del sitio: las personas aprenden mejor en un entorno en línea cuando se les presenta un mapa que muestra dónde se encuentran en una lección.
- Principio de ejemplo elaborado: las personas aprenden mejor cuando se proporcionan ejemplos en el aprendizaje inicial de habilidades.

Finalmente, la participación del alumno es vital para el logro del conocimiento, pues debe existir de su parte una actitud significativa hacia el aprendizaje al participar de manera activa en el proceso. Es importante también la existencia del conocimiento previo en la estructura mental del alumno, pues es necesaria para cimentar el conocimiento que se pretende.

El conocimiento logrado debe ser factible de aplicarse en la solución de problemas o como conocimiento previo para nuevos aprendizajes. Dicho proceso es nombrado por Mayer (2011) como transferencia de aprendizaje.

## **2.6 Teoría del conectivismo**

Siemens (2004) presentó un documento donde consignaba los principios de lo que él llamó la teoría del conectivismo. Considerando que los tres grandes enfoques sobre el aprendizaje, el conductismo, el cognitivismo y el constructivismo habían sido desarrollados cronológicamente antes de que la tecnología, en su desarrollo acelerado impactara prácticamente todos los escenarios de la vida del ser humano.

Los procesos de aprendizaje deben ajustarse a las condiciones actuales en que se desenvuelve la vida cotidiana, pues tanto los contenidos como los materiales de instrucción cambian en función de la etapa que se vive.

Siemens (2004), considera que el aprendizaje tiene las siguientes tendencias significativas:

- Muchos aprendices se desempeñarán en una variedad de áreas diferentes, y posiblemente sin relación entre sí, a lo largo de su vida.

- El aprendizaje informal es un aspecto significativo de nuestra experiencia de aprendizaje. La educación formal ya no constituye la mayor parte de nuestro aprendizaje. El aprendizaje ocurre ahora en una variedad de formas, a través de comunidades de práctica, redes personales, y en la realización de tareas laborales.
- El aprendizaje es un proceso continuo, que dura toda la vida. El aprendizaje y las actividades laborales ya no se encuentran separados. En muchos casos, son lo mismo.
- La tecnología está alterando (*recableando*) nuestros cerebros. Las herramientas que utilizamos definen y moldean nuestro pensamiento.
- La organización y el individuo son entes que aprenden. El aumento en el interés por la gestión del conocimiento muestra la necesidad de una teoría que trate de explicar el lazo entre el aprendizaje individual y organizacional.
- Muchos de los procesos manejados previamente por las teorías de aprendizaje (en especial los que se refieren al procesamiento cognitivo de información) pueden ser ahora realizados, o apoyados, por la tecnología.
- *Saber cómo* y *saber qué* están siendo complementados con *saber dónde* (la comprensión de dónde encontrar el conocimiento requerido).

En la época y contexto actual algunas de esas tendencias significativas siguen siendo eso precisamente. La educación formal aun constituye una parte importante del aprendizaje que reciben los alumnos. Las universidades y

tecnológicos que imparten la educación superior en el país siguen siendo presenciales, aunque por lo general cuentan con programas que ofrecen educación en modo mezclado, combinando el aprendizaje electrónico con el aprendizaje en modo presencial.

Por otra parte, los nuevos modelos educativos insisten particularmente para que el docente incluya en sus actividades de aprendizaje el uso de las tecnologías como mediador en los procesos de aprendizaje.

Es cierto que los adolescentes son ahora expertos en el uso de dispositivos electrónicos móviles, aunque su uso generalmente es en las redes sociales, videojuegos y diversión. El esfuerzo del docente está dirigido a promover el uso de tales dispositivos en labores educativas.

El modelo conectivista considera que las tres grandes corrientes no toman en cuenta al aprendizaje que ocurre fuera del entorno personal (Siemens, 2004) como el almacenado y manipulado por las tecnologías, en servidores o en plataformas que promueven los ambientes virtuales de aprendizaje. En este punto habría que diferenciar el aprendizaje con la disposición de contenidos de aprendizaje por parte del estudiante. Tampoco describen el aprendizaje al interior de las organizaciones.

El conectivismo es la integración de principios explorados por las teorías de caos, redes, complejidad y autoorganización. El aprendizaje es un proceso que ocurre al interior de ambientes difusos de elementos centrales cambiantes que no están por completo bajo control del individuo. El aprendizaje (definido como conocimiento aplicable) puede residir fuera de nosotros (al interior de una organización o una base de datos), está enfocado en conectar conjuntos de información especializada, y las conexiones que nos permiten aprender más

tienen mayor importancia que nuestro estado actual de conocimiento (Siemens, 2004).

Los principios del conectivismo son:

- El aprendizaje y el conocimiento dependen de la diversidad de opiniones.
- El aprendizaje es un proceso de conectar nodos o fuentes de información especializados.
- El aprendizaje puede residir en dispositivos no humanos.
- La capacidad de saber más es más crítica que aquello que se sabe en un momento dado.
- La alimentación y mantenimiento de las conexiones es necesaria para facilitar el aprendizaje continuo.
- La habilidad de ver conexiones entre áreas, ideas y conceptos es una habilidad clave.
- La actualización (conocimiento preciso y actual) es la intención de todas las actividades conectivistas de aprendizaje.
- La toma de decisiones es, en sí misma, un proceso de aprendizaje. El acto de escoger qué aprender y el significado de la información que se recibe, es visto a través del lente de una realidad cambiante. Una decisión correcta hoy, puede estar equivocada mañana debido a alteraciones en el entorno informativo que afecta la decisión.

De la definición y de los principios mencionados por Siemens (2004), se desprenden algunas conclusiones interesantes. El modelo está determinado por la tecnología de la era digital en que nos encontramos, considera al

aprendizaje como una actividad donde participa el estudiante en un entorno colaborativo mediado por el uso del internet en comunidades de aprendizaje y es un proceso continuo en el cual las conexiones deben ser actualizadas de manera constante.

En estos ambientes virtuales de aprendizaje el flujo de la información es abierto y constante a través de nodos interconectados que propician el conocimiento.

Cada estudiante regula sus procesos de aprendizaje, es autónomo al determinar el que, el cómo, el cuándo, el dónde necesita aprender, puesto que dichos procesos ocurren no solo en el estudiante sino en la sociedad y al interior de las organizaciones.

Las condiciones del proceso de aprendizaje cambian y los estudiantes, profesores y material de instrucción, así como la forma en que estos últimos llegan al aprendiz, deben ser acordes con las características de la era digital.

El estudiante es el punto de partida del proceso de aprendizaje y como tal debe tomar decisiones importantes sobre dicho proceso, creando su propio ambiente de aprendizaje, motivándose a sí mismo y autorregulando todas sus acciones encaminadas al logro de aprendizajes, con un pensamiento crítico y reflexivo, tan importante en la sociedad del conocimiento. Debe ser parte activa en las comunidades de aprendizaje, creando y manteniendo las conexiones con otros estudiantes para fortalecer el proceso de manera individual y colectiva.

El profesor por su parte debe ser capaz de diseñar ambientes virtuales de aprendizaje proponiendo actividades encaminadas a promover las actitudes mencionadas anteriormente en el alumno, capacitándolo para que sea capaz

de buscar e identificar la información importante, organizarla y aplicarla para generar nuevos conocimientos y también que sea capaz de apoyar a sus compañeros y solicitar la ayuda por parte del profesor o de un experto cuando sea necesario.

La interacción entre estudiantes es muy importante en la construcción del conocimiento, pues considerando que dicho conocimiento reside en la diversidad de opiniones, cada alumno es un nodo en una red de aprendizaje que puede extenderse de acuerdo con las necesidades de cada ambiente de aprendizaje.

El profesor se convierte en un gestor que proporciona las herramientas necesarias para que el estudiante establezca el máximo de conexiones posibles que faciliten sus procesos. El aprendizaje es colaborativo y el docente adquiere un papel de facilitador para que los estudiantes construyan su conocimiento entre todos en una comunidad, que crea y comparte conceptos.

Aunque el modelo conectivista ha sido duramente criticado como tal por algunos autores (Verhagen, 2006; Kop y Hill, 2008; Bell, 2011; Sobrino, 2014 y Zapata, 2016) al considerar que carece de sustento epistemológico y que no cuenta con una serie de elementos organizados en categorías perfectamente definidas y estándares (Zapata, 2015), si puede ser considerada como una propuesta pedagógica en función de la realidad definida por el avance tecnológico y el desarrollo de la Web.

De cualquier manera, es necesario que los docentes integren en sus propuestas de instrucción el uso intensivo de las tecnologías de la información y la comunicación más que como una exigencia del modelo educativo vigente

como una necesidad considerando el desarrollo tecnológico actual y la formación de los estudiantes.

## 2.7 Modelo particular del aprendizaje

En esta sección se describe un modelo particular del aprendizaje, necesario para la elaboración del diseño instrumental a utilizarse en el desarrollo del cuasiexperimento, fundamentado en los tres pilares teóricos analizados en los apartados anteriores: La teoría de situaciones didácticas de Guy Brousseau, el aprendizaje multimedia de Richard Mayer y la teoría del conectivismo de George Siemens (figura 8):

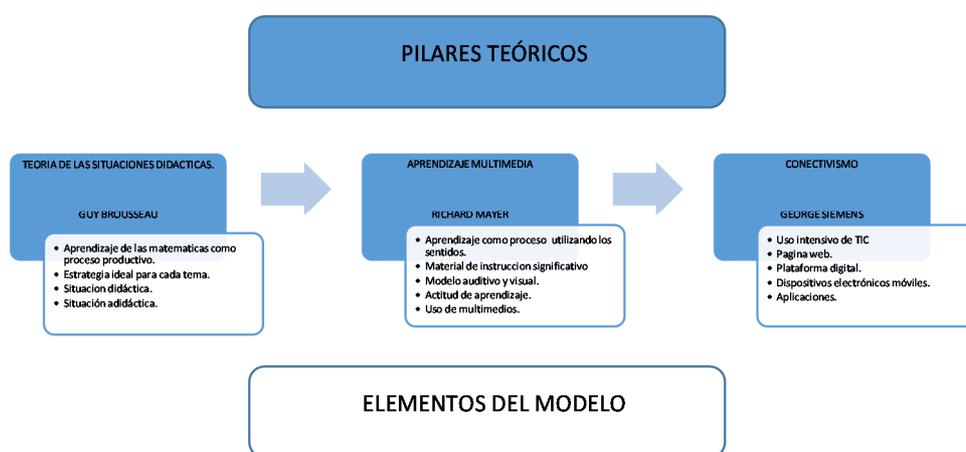


Figura 8. Modelo particular de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

El aprendizaje de las matemáticas es visto por Brousseau (1986) como un proceso productivo donde el conocimiento se va construyendo en un entorno de solución de problemas al entender el enunciado, establecer y

ejecutar estrategias de solución en trabajo individual o colaborativo por parte del alumno.

Para cada tipo de conocimiento existe una estrategia ideal o situación fundamental de aprendizaje que incluye el proceso de solución de problemas matemáticos contextuales. Dicha estrategia puede considerar una o más situaciones didácticas o adidácticas. En las primeras el profesor es el encargado de dirigir proceso de aprendizaje, explicando los fundamentos teóricos y resolviendo problemas para los alumnos y en las segundas el profesor plantea un problema y los alumnos deben definir estrategias de solución, de manera individual o en trabajo por equipos. La situación de aprendizaje incluye la presentación, análisis y discusión de los resultados obtenidos por los alumnos y el cierre correspondiente, donde el profesor comenta las observaciones de los alumnos, explica los conceptos teóricos involucrados en la solución del problema y aclara las dudas planteadas.

Para Mayer (2011) el aprendizaje es un proceso en el cual los alumnos utilizan los canales auditivo y visual para interactuar con los materiales de instrucción. En dicho proceso, los alumnos crean un modelo auditivo y un modelo visual con las palabras e imágenes que son significativas para él en función de sus conocimientos previos y su entorno. Dichos modelos se integran y conforman un nuevo conocimiento que se almacena en la memoria a largo plazo para su posterior aplicación.

Entonces, el material de instrucción es sumamente importante pues debe incluir palabras, imágenes, gráficas y, en su caso animaciones o videos cuidadosamente seleccionados para lograr un conocimiento significativo.

De igual manera, los alumnos deben tener una actitud de aprendizaje y contar con los conocimientos previos necesarios para el correcto procesamiento de la nueva información, además de la motivación adecuada.

Los procesos de aprendizaje descritos deben ajustarse a las condiciones actuales en las que se desarrollan la sociedad en su conjunto. Tanto los docentes como los alumnos deben capacitarse en el uso de la tecnología como coadyuvante en el logro del aprendizaje.

En las propuestas de organismos internacionales como la UNESCO (2013) y en los modelos educativos gubernamentales el uso de la tecnología en la educación de los alumnos es considerada fundamental para el éxito de dichos procesos.

El conectivismo considera que muchos de los procesos de aprendizaje pueden ser apoyados o realizados con el uso de la tecnología.

Hay una extensa disponibilidad de contenidos para cualquier asignatura y de aplicaciones particulares en los sistemas operativos más utilizados por dispositivos electrónicos móviles y, considerando que los estudiantes son expertos en el uso de tales dispositivos, hay que contemplar seriamente su uso regular en situaciones académicas.

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1 Introducción

En el presente capítulo se definen los procedimientos metodológicos tendientes al logro de los objetivos planteados anteriormente. Se presenta el posicionamiento paradigmático, el alcance de la investigación, el diseño del experimento, la formulación de hipótesis, el contexto y las características de los grupos experimental y de control, el diseño instrumental propuesto, la prueba pedagógica como instrumento para la recopilación de la información necesaria y el análisis requerido para la prueba de las hipótesis planteadas.

La revisión teórica realizada en los capítulos anteriores, así como el análisis de los resultados estadísticos referentes a los resultados de las pruebas estandarizadas realizadas por instancias nacionales (prueba PLANEA) e internacionales (prueba PISA) aplicadas a los alumnos de sexto semestre de bachillerato, en los periodos contemplados, determinan la preocupación por la mejora en el nivel académico demostrado por los estudiantes. La presente investigación es una intervención que considera el uso de dispositivos electrónicos móviles como coadyuvantes en el logro de aprendizajes significativos en la asignatura de cálculo diferencial, en específico para el tema “Comportamiento de una Función”, de suma importancia pues se aplican todos los conocimientos adquiridos hasta ahora y es determinante como antecedente para asignaturas de matemáticas posteriores de bachillerato y más adelante en el nivel de licenciatura.

## 3.2 Paradigma de investigación

Cuando se pretende estudiar un fenómeno social es necesario primero definir el paradigma de investigación, pues éste determina el sistema de investigación, es decir, los procedimientos a seguir en la investigación. Cada paradigma tiene una teoría diferente sobre la ciencia y la manera de estudiarla. Son concepciones diferentes sobre el método (como investigar), los sujetos (que investigar) y la finalidad de la investigación (para que sirve o cuáles son sus objetivos).

Para Kuhn (2004) un paradigma es un concepto circular. Por una parte, es algo que comparten los miembros de una comunidad científica y por la otra una comunidad científica es un grupo de personas que comparten un paradigma.

Lo ejemplifica con el desarrollo del concepto de luz en física. En el siglo XVIII el paradigma existente fue proporcionado por Isaac Newton, que consideraba que la luz eran corpúsculos de materia. A comienzos del siglo XIX los físicos consideraban que la luz como un movimiento ondulante transversal. El concepto que se maneja actualmente considera que la luz está compuesta por entidades mecánico-cuánticas llamadas fotones, que muestran características de ondas y también de partículas. Estas transformaciones en los paradigmas a través del tiempo reflejan el avance de la ciencia como una transformación de los paradigmas que constituyen verdaderas revoluciones científicas (Kuhn, 2004).

De acuerdo con Crabtree y Miller (1992 citado por Valles, 1999):

Un paradigma representa un conjunto entrelazado de supuestos que conciernen a la realidad (ontología), conocimiento de la realidad

(epistemología) y las formas particulares para conocer acerca de esa realidad (metodología) (...). Cada investigador debe decidir qué supuestos son aceptables y apropiados para el tema de interés y luego usar métodos consecuentes con el paradigma seleccionado.

Los paradigmas suelen clasificarse de diversas formas de acuerdo con el autor que se consulte. En general, existen tres paradigmas para el estudio de un fenómeno social. El materialista-histórico, también conocido como dialéctico crítico, el cual se operacionaliza por medio de un sistema de investigación hermenéutico; el paradigma positivista, o racionalista cuantitativo, científico-tecnológico o sistemático-gerencial cuyos procedimientos son hipotético-deductivos; y el paradigma interpretativo cuyo sistema de investigación es hermenéutico.

En primera instancia, el paradigma positivista proporciona un sistema de investigación congruente con el objetivo de determinar la medida en que el uso de dispositivos electrónicos móviles son mediadores en el logro de aprendizajes significativos en la materia de cálculo diferencial de bachillerato, pues es necesario diseñar un experimento que sea observable, medible y estadísticamente analizable para determinar su regularidad y posterior generalización.

Para Pérez (1994) las principales características de la teoría positivista son:

En primer lugar, el paradigma determina la búsqueda de un conocimiento sistemático, comprobable y comparable, medible y replicable. En este sentido, son factibles de estudio y análisis los fenómenos que son

observables. La observación y medición de la información recabada debe ser tratada estadísticamente para determinar su regularidad que permite la generalización de las relaciones empíricas en forma de leyes, aplicables en contextos similares.

En segundo lugar, el sistema de investigación positivista es hipotético-deductivo, derivado de los métodos de investigación de las ciencias naturales, que son, en general, cuantitativos y estadísticos. Se diseña un experimento controlado donde el fenómeno es categorizado en variables entre las que se establecen relaciones estadísticas que permiten determinar la veracidad de la hipótesis planteada.

En tercer lugar, considera que la sociedad se desarrolla en un ambiente de regularidad, que puede ser estudiado en base a un modelo eligiendo una muestra representativa de la población que pretende ser analizada, con características observables, medibles, replicables y predecibles, con el objetivo de aplicar esos resultados de forma general, a otros grupos de la población.

En resumen, el paradigma positivista considera que la realidad es absoluta y los fenómenos de estudio son completamente aprensibles y medibles, por lo tanto, los resultados obtenidos son generalizables. Por su parte, el paradigma postpositivista establece la existencia de la realidad, pero esta no puede ser completamente aprensible ni medible en función de que el investigador, como ser humano, no es perfecto y por lo tanto no son perfectos sus mecanismos intelectuales y perceptivos.

El investigador puede ser parte del fenómeno estudiado, entonces puede ejercer cierta influencia sobre el objeto de estudio y viceversa, en base a su formación y valores. Los datos estadísticos obtenidos para probar la hipótesis

siempre tendrán un margen de error pues, finalmente los fenómenos sociales no son totalmente controlables y los resultados finales siempre serán considerados como probablemente verdaderos.

Considerando las características mencionadas, el presente trabajo de investigación se enmarca en el paradigma postpositivista, que conserva las características del positivismo, pero considerando la realidad de una manera más pragmática.

### **3.3 Enfoque de la investigación**

El enfoque cuantitativo es el indicado en el sistema de investigación, pues es necesario categorizar las variables para luego establecer la relación existente haciendo un análisis estadístico de la información recabada para luego determinar la posible generalización de los resultados obtenidos.

Para Hernández (2014) una investigación de corte cuantitativo parte del planteamiento del problema, determinado en base al estudio de un fenómeno social susceptible de ser observable y cuantificable de una manera objetiva, la revisión de literatura constituye un marco referencial de los estudios realizados con anterioridad relativos al tema de interés y puede determinar un posible punto de partida considerando los resultados de investigaciones previas. En el marco teórico se hace una revisión exhaustiva de los autores considerados fundamentales que sustente el valor del estudio y deriva en la definición de la o las hipótesis que se someterán a prueba mediante el diseño de la investigación adecuado.

La recolección de datos para aceptar o refutar la hipótesis son resultado del diseño y aplicación de instrumentos estandarizados y deben cumplir con los criterios de validez y confiabilidad necesarios pues determinan la posible generalización y aplicación de las conclusiones de la investigación en otros grupos de la sociedad.

Por lo tanto, una investigación cuantitativa es un proceso bien estructurado y secuencial. Cada paso en el proceso tiene un orden establecido y no es posible desatender ninguno, a riesgo de un menoscabo en la calidad de los resultados.

La investigación es cuantitativa dada la necesidad de establecer la posible relación entre variables recolectando la información numérica necesaria para el análisis estadístico que determina dicha relación y su intensidad para poder finalmente aceptar o rechazar la hipótesis del investigador.

### **3.4 Alcance de la investigación**

El alcance de una investigación expresa o indica el resultado esperado y determinan el método a seguir durante su desarrollo. Se establecen antes de la formulación de la hipótesis y se definen en base a la revisión de literatura que determina el desarrollo del conocimiento que se tiene sobre el tema de interés.

Más que una clasificación, los tipos de alcances en una investigación se definen por la amplitud o el grado de dificultad del estudio que se pretende desarrollar. El primer alcance sirve de base para el siguiente y así sucesivamente. Se distinguen cuatro grados en el alcance de una investigación:

1. Exploratorio. Un estudio exploratorio se realiza cuando se quiere examinar un tema desconocido, poco estudiado o novedoso. Sirve para que el investigador se familiarice con fenómenos sociales relativamente desconocidos y por lo general, son el punto de partida para otros estudios más complejos. Su característica principal la flexibilidad y amplitud y requieren de paciencia y receptibilidad como condiciones en el investigador. Son más utilizados en estudios de corte cualitativo, aunque puede realizarse un estudio cuantitativo del tipo exploratorio.
2. Descriptivo. Tiene como objetivo determinar las características, propiedades, rasgos y condiciones del fenómeno por estudiar. Analiza como es el fenómeno social, cuáles son sus componentes y como se manifiestan. Describen hechos, situaciones y eventos midiendo y evaluando los datos relativos sin llegar a establecer relaciones entre las variables. De sus resultados es posible que surjan nuevos aspectos del fenómeno no considerados inicialmente.
3. Correlacional. Evalúan la relación existente entre dos o más conceptos, categorías o variables que se desarrollan en un contexto particular. En este tipo de estudio se observa, evalúa y predice el comportamiento de una variable en relación con otras utilizando métodos estadísticos en el análisis de los datos recolectados. La hipótesis expresa la correlación entre dichas variables y los resultados determinan la existencia de una correlación positiva o negativa.

4. Explicativo. Es el mayor grado de alcance en una investigación. Pretende encontrar y explicar las causas por las cuales un fenómeno social se comporta de una manera determinada. Los resultados obtenidos explican las causas y condiciones en las que ocurre el fenómeno estudiado. Su grado de estructuración es mayor y sus propósitos pueden incluir alcances exploratorios, descriptivos y correlacionales.

La presente investigación tiene alcance explicativo pues, va más allá de la simple exploración de un fenómeno poco estudiado o la preparación para otra investigación (exploratoria), o la descripción de conceptos o fenómenos (descriptiva), o del establecimiento de relaciones inferenciales entre dos variables (correlacional). Se pretende la recopilación de información suficiente para explicar porque ocurre el fenómeno del aprendizaje y si se facilita con el uso de dispositivos electrónicos móviles.

### **3.5 Hipótesis**

En función a todo lo anteriormente revisado, se plantean las siguientes hipótesis:

H<sub>1</sub>: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetis 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza.

H<sub>0</sub>: No existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del

bachillerato tecnológico del Cetis 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza.

El estímulo al grupo experimental consiste en la aplicación de un diseño instruccional, fundamentado en el marco teórico, durante las cinco semanas correspondientes a la tercera unidad del curso de cálculo diferencial, distribuidas las actividades correspondientes en cuatro sesiones por semana.

### **3.6 Diseño de la investigación**

Alto (2013) propone un sistema de clasificación de los diseños de investigación que considera cuatro principales clases:

1. Investigación teórica donde se agrupan las investigaciones que producen avances significativos en la teoría o en la metodología sobre algún tema particular de la ciencia. Pueden ser en la forma de revisión narrativa, revisión sistemática y revisión sistemática-cuantitativa según sus alcances.
2. Investigación Instrumental que considera todas las investigaciones relativas al diseño y validación de instrumentos psicométricos para utilizarse en la recolección de información necesaria para validación de hipótesis en la investigación.
3. Investigación metodológica que incluye todos aquellos trabajos que aportan al tema de nuevas metodologías de investigación, estudios de simulación y revisión de procedimientos metodológicos ya utilizados con éxito.

4. Investigación empírica utilizada cuando se pone a prueba la hipótesis de una investigación, se fundamenta en el método científico y se basa fundamentalmente en la experimentación y observación.

La presente investigación se enmarca en esta última clase pues se pretende probar la hipótesis planteada en el apartado correspondiente. La investigación empírica se clasifica a su vez en función del tipo de estrategia a seguir en el desarrollo de la propia investigación, puede ser, de acuerdo con Alto (2013).

1. Manipulativa que pretende establecer la relación causal existente entre dos o más variables y puede tener tres tipos de estudios: experimentales, cuasiexperimentales y de caso único. La condición general es que alguna de las variables debe ser manipulada o intervenida. La elección aleatoria de los sujetos participantes en la investigación determina el carácter experimental y la imposibilidad de esta condición define un cuasiexperimento.
2. Asociativa donde ese determina la relación funcional entre variables. Cuando el objetivo sea establecer la semejanza entre grupos se trata de un estudio comparativo, si se pretende predecir el comportamiento de una o más variables es predictiva y es explicativa cuando trata de probar un modelo teórico.
3. Descriptiva que como su nombre lo indica pretende simplemente describir el comportamiento de un fenómeno social sin probar, comparar o predecir ninguna condición propia.

Como ya se dijo, en los diseños experimentales se debe cumplir con las dos condiciones esenciales mencionadas. La primera es que debe haber la manipulación de al menos una variable independiente y la segunda es que los grupos participantes en el experimento deben ser elegidos de manera aleatoria para asegurar que no haya diferencia entre estos antes de iniciar la intervención.

Sin embargo, existen algunas situaciones contextuales en donde no es posible contar con esta segunda condición, pues en una institución educativa los grupos están conformados desde el primer ciclo y hasta la terminación del nivel de estudios correspondiente. En estos casos el diseño de investigación corresponde a un cuasiexperimento y es la situación contextual de la presente investigación, a realizarse en un plantel de educación media superior con grupos ya establecidos y por lo tanto es necesario realizar la investigación en la situación existente.

En el diseño cuasiexperimental se consideran dos grupos. Por un lado, el grupo experimental que es el que recibirá el tratamiento y por otro lado en grupo de control que sirve como referencia para detectar las posibles diferencias resultantes de la intervención, por lo cual es necesario que ambos grupos sean equivalentes, por lo que es importante la aplicación del pretest.

El diagrama del cuasiexperimento se presenta a continuación:

G1	O1	X1	O2
G2	O3	-	O4

*Figura 9.* Diseño del cuasiexperimento.

Fuente. Elaboración propia.

De acuerdo con Campbell y Stanley (1995), el significado de las grafías para entender el diseño experimental es el siguiente:

Una X representa la exposición de un grupo a una variable independiente cuyos resultados se habrán de medir, la O se utiliza para indicar el respectivo proceso de observación o medición. Las X y las O en una fila particular se aplican a las mismas personas específicas y la representación de izquierda a derecha indica el orden temporal, mientras que si están en forma vertical representan una acción simultánea. Si existe una R, esta representa la asignación aleatoria de los integrantes de ambos grupos.

Los pasos que se propone realizar para determinar la certidumbre de la hipótesis causal se mencionan a continuación:

1. Selección de los sujetos participantes en la investigación. Tanto el grupo experimental como el grupo de control son grupos regulares de cuarto semestre del Cetis No. 148, considerados en base a la disponibilidad del docente, horario y acceso a laboratorio de informática.
2. Medición antes de la intervención pedagógica de la variable dependiente para determinar el grado de conocimiento del tema seleccionado, en ambos grupos.
3. Aplicación del estímulo en el grupo experimental, utilizando el diseño experimental propuesto.
4. Medición después del estímulo en ambos grupos.
5. Comparación de dichas mediciones.
6. Aplicación de un proceso de significación estadística.

7. En función del resultado de dicho proceso, aceptar o rechazar la hipótesis causal.

### **3.7 Técnicas e instrumento de medición**

Las técnicas e instrumentos que se utilizan de manera frecuente en la recolección de datos son:

- Los cuestionarios y las escalas para medir las actitudes como la de Likert o la de Guttman.
- Otra técnica es la observación, que se realiza a través de diversos instrumentos como la ficha de registro, la hoja de observación que es la anotación sistemática de comportamientos o situaciones observables, definidas a partir de categorías y subcategorías.
- Lista de verificación (Check List).
- Pruebas estandarizadas e inventarios, que miden por ejemplo la satisfacción laboral, los tipos de personalidad, el estrés, la jerarquía de valores, entre otros ejemplos (Martínez, 2013).

El instrumento para la recolección de datos es una prueba pedagógica utilizada como pretest y postest. Consiste en siete ítems para la obtención de información general del alumno en cuanto a edad, sexo y uso y tenencia de dispositivos electrónicos como apoyo a su aprendizaje, y 37 reactivos agrupados en siete categorías, seleccionados del libro de texto recomendado por la academia local del plantel, para medir el grado de conocimiento del tema seleccionado, distribuidos de la siguiente manera (tabla 1):

Tabla 1

*Número de reactivos por categoría*

No.	Tema	Reactivos
1	Clasificación de funciones.	7
2	Desigualdad	2
3	Representación gráfica de una función	6
4	Función creciente y decreciente	2
5	Obtención de la gráfica de una función	6
6	Máximos y mínimos de una función	14
7	Puntos de inflexión	3
Total		40

Fuente: Elaboración propia

En el plan de prueba, las definiciones constituyen un 23% de los reactivos, el 57% involucra algún tipo de cálculo mientras que el 20% restante exige la interpretación de los resultados obtenidos en los procesos solicitados.

### 3.7.1 Análisis de reactivos

La prueba pedagógica diseñada para utilizarse en el cuasiexperimento, se aplicó a 67 alumnos de dos grupos de quinto semestre de bachillerato en el Cetis 148. Se calcularon los índices de dificultad y discriminación y los resultados que se comentan enseguida.

El índice de dificultad es la proporción de sujetos participantes en el proceso de validación que respondieron correctamente un reactivo de una prueba. En general, cuando todos los alumnos resuelven correctamente un reactivo es tan malo como cuando ninguno lo resuelve.

La base de datos se ordena de manera descendente en función del número de reactivos contestados correctamente y se divide al grupo en tres

subgrupos. El subgrupo alto se conforma con el 27% superior de puntajes y el subgrupo bajo también con el 27% inferior de puntajes.

La fórmula utilizada para calcular los índices de dificultad por reactivo es:

$$D = \frac{NCh+NCl}{T}$$

Donde:

D es el índice de dificultad

NCh es el número de personas que contestó correctamente el reactivo

NCl es el número de personas que contestó incorrectamente el reactivo

T es el número de personas que contestó la prueba pedagógica

El índice de discriminación es la proporción de alumnos del subgrupo alto que contestó correctamente el reactivo y la parte de los alumnos del subgrupo bajo que contestó incorrectamente el reactivo. Se calculan mediante la siguiente relación:

$$d = \frac{NCh-NCl}{0.5T}$$

Donde:

d es el índice de discriminación

NCh es el número de personas que contestó correctamente el reactivo

NCl es el número de personas que contestó incorrectamente el reactivo

T es el número de personas que contestó la prueba pedagógica (Ebel y Frisbie, 1986).

De acuerdo con Ebel y Frisbie (1986, citados en MarkQual) es deseable que los índices de dificultad fluctúen alrededor de 0.5, mientras que los índices

de dificultad tienen valores de entre  $-1.0$  y  $1.0$  y se analizan en función de la tabla 2:

Tabla 2

*Especificación del baremo para reactivos*

Índice	Calidad del reactivo	Recomendación
Mayor a 0.39	Excelente	Conservar
Entre 0.30 y 0.39	Buena	Posibilidad de mejora
Entre 0.20 y 0.29	Regular	Necesidad de revisar
Entre 0.00 y 0.19	Pobre	Descartar o revisar a profundidad
Menor a 0.00	Pésima	Descartar

Fuente: Ebel y Frisbie, 1986

Es importante mencionar que los reactivos pueden discriminar correctamente solo cuando los índices de dificultad son de al menos 0.5.

Los resultados obtenidos, agrupados por categorías se presentan a continuación (tabla 3):

Tabla 3

*Índices de dificultad y discriminación*

Categoría	No. Reactivos	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1. Clasificación de funciones.	7	0.53 a 0.67	0.28 a 0.89
2. Desigualdades	2	0.30 a 0.52	0.27 a 0.38
3. Representación gráfica	3	0.28 a 0.44	0.11 a 0.61
4. Función creciente y decreciente	2	0.22 a 0.15	0.33 a 0.44
5. Obtención de la gráfica	3	0.11 a 0.33	- 0.10 a 0.50
6. Máximos y mínimos	14	0.00 a 0.25	0.00 a 0.39
7. Punto de inflexión	3	0.00 a 0.00	0.00 a 0.00

Fuente: Elaboración propia

Los primeros 17 reactivos corresponden a los conocimientos previos necesarios para cimentar con éxito los conceptos del tema de interés, referente a la obtención de los máximos y mínimos de una función y calcular e interpretar el punto de inflexión.

Los resultados presentados en la tabla anterior indican resultados favorables para las primeras tres categorías y van cambiando gradualmente de manera desfavorable hasta presentar ceros en las últimas dos categorías. El proceso de validación se comprende al examinar las condiciones de aplicación.

- Los alumnos participantes, de quinto semestre de bachillerato, demostraron un bajo nivel académico en el dominio de los temas de cálculo diferencial, cursado el semestre anterior, por lo que se presume no alcanzaron el conocimiento significativo necesario al olvidar gran parte de los conceptos que supuestamente debían conocer.
- Demostraron asimismo desinterés por el proceso pues la prueba pedagógica fue aplicada sin informarles la fecha ni los contenidos, por lo que no pudieron estudiar para prepararse adecuadamente.
- Al terminar la prueba los primeros alumnos, los restantes entregaron el examen sin haber terminado de resolver los reactivos restantes, pues el grado de dificultad aumenta de manera gradual. El rango de puntuación en el subgrupo alto fue de 11 a 19 reactivos correctos, mientras que el subgrupo bajo alcanzó una puntuación de 3 a 6 reactivos correctos. Por lo general, los alumnos de bachillerato consideran cualquier examen de matemáticas como de alto grado de complejidad.
- Los resultados confirman la elección correcta de la asignatura y del tema de interés mostrando un gran campo de oportunidad para la propuesta pedagógica, que presenta altos grados de reprobación y deserción en el plantel. Ver el análisis correspondiente presentado en el apartado correspondiente de planteamiento del problema.

- Desde el punto de vista del docente, la experiencia personal indica un grado de dificultad medio, pues el contenido de la prueba pedagógica considera que los reactivos agrupan los conocimientos básicos que los alumnos deben tener para aprobar la materia de cálculo diferencial, y necesarios para afrontar con éxito las materias subsecuentes y el posible ingreso a la educación superior. Para probar la validez del instrumento se optó por realizar una consulta de expertos que determine la viabilidad de utilizarlo en el proceso de intervención propuesto.

Barraza (2007) establece que las dos formas más usuales para evaluar la validez de contenido de una prueba pedagógica son la fundamentación en una teoría y la consulta de expertos. Esta última consiste en preguntar a uno o varios expertos si los reactivos diseñados representan adecuadamente el constructo que se pretende medir.

Para determinar la validez metodológica del instrumento se realizó una consulta a expertos, consistente en una encuesta que indaga la pertinencia de los ítems en relación con el programa de estudio, la adecuada redacción, la secuencia y el grado de dificultad propia para el nivel medio superior (Ver anexo de prueba pedagógica).

Se resume en la tabla 4 la caracterización de los expertos participantes en la encuesta.

Tabla 4  
*Caracterización de expertos*

No.	Grado máximo de estudios	Años experiencia docente	Años experiencia docente en matemáticas
1	Maestría	5	3
2	Maestría	32	28
3	Maestría	10	4
4	Licenciatura	16	10
5	Licenciatura	27	25
6	Maestría	3	3
7	Maestría	14	14
Promedio		15.3	12.4

Fuente: Elaboración propia

Los resultados reflejan, en general, que los expertos, profesores de los grupos participantes en el experimento, con un promedio de 12.4 años de experiencia docente en matemáticas opinan:

- Que se consideraron los temas importantes del programa de la asignatura en la prueba pedagógica utilizada.
- Que los formatos para la elaboración de gráficas son bastante adecuados y que los procedimientos sugeridos facilitan la solución de los reactivos.
- Que los ítems se presentan de manera muy adecuada en cuanto a su secuencia lógica.
- Que el número de reactivos y su grado de dificultad son bastante adecuados para el nivel de bachillerato.

### **3.8 Sujetos de investigación**

La materia de Cálculo Diferencial, correspondiente al cuarto semestre del bachillerato presenta, de manera particular serias dificultades de aprendizaje por parte de los alumnos. Para poder acceder con éxito a sus contenidos, es

necesario contar con los conocimientos pertinentes de Aritmética, Álgebra, Geometría, Trigonometría y Geometría Analítica como antecedentes. Asimismo, dentro de la asignatura, la tercera unidad, correspondiente al comportamiento de una función presenta un alto grado de dificultad pues involucra problemas de aplicación de los conceptos teóricos de las dos primeras unidades. Se propone utilizar la tecnología como facilitador de los procesos de aprendizaje, en particular el uso de aplicaciones particulares de matemáticas en dispositivos electrónicos móviles con acceso a internet.

El Cetz No. 148, institución elegida para el experimento, se encuentra en la zona norte de la ciudad de Durango, Dgo., México cuyas características principales son relativas a una zona de nivel socioeconómico bajo y medio-bajo en su mayoría, con familias donde los padres son trabajadores de la industria maquiladora, o desempeñan oficios en general.

Es dependiente de la Subsecretaría de Educación Media Superior perteneciente a la Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Industrial y de Servicios (UEMSTIS).

Se consideran para la presente investigación dos grupos de cuarto semestre de bachillerato tecnológico pertenecientes a las especialidades de logística y administración de recursos humanos del Cetz No. 148.

Kerlinger y Lee (2002) establecen la importancia de seleccionar las muestras de una misma población para que los grupos participantes en el cuasiexperimento sean lo más similares posible. Esta condición puede determinarse utilizando variables tales como la edad, sexo o clase social y le confieren validez interna a la investigación.

El grupo experimental 4D están inscritos 33 alumnos, con edad promedio de 16.63 años está constituido por 8 hombres y 25 mujeres, que manifiestan tener un teléfono celular inteligente 32 de ellos y más de la mitad (54%) tienen computadora portátil o de escritorio, con servicio de internet en sus casas el 82% de ellos.

El grupo de control tiene inscritos 30 alumnos, 8 hombres y 22 mujeres con edad promedio de 16.45 años con equipamiento tecnológico similar al grupo experimental y existe además un rendimiento académico muy parecido entre ambos grupos.

### **3.9 Plan general de análisis estadístico**

Con el fin de probar la pertinencia de las hipótesis planteadas es necesario establecer un plan general de análisis estadístico que se aplicará a las bases de datos obtenidos del uso de la prueba pedagógica diseñada como instrumento de medición para el experimento por realizar, en sus momentos inicial (pretest) y final (postest). Dicho plan se presenta en la tabla 5.

Tabla 5

Plan de análisis estadístico

OBJETIVO	HIPÓTESIS	PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS DE ANÁLISIS
<p>Describir el proceso y los resultados obtenidos de la intervención didáctica y destacar las diferencias que en cuanto al aprovechamiento escolar en la materia de cálculo diferencial de bachillerato del grupo experimental que utilizó dispositivos electrónicos móviles con relación al grupo de control que no los utilizó.</p>		<p>Estadística descriptiva Media aritmética y desviación estándar para los resultados del pretest postest en los grupos de control y experimental. Prueba de Kolmogorov Smirnov para establecer la distribución normal de las bases de datos y determinar si se aplican pruebas paramétricas o pruebas no paramétricas para probar las hipótesis planteadas.</p>
<p>Determinar en qué medida el uso de dispositivos electrónicos móviles en la materia de cálculo diferencial en bachillerato es facilitador para el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes de cuarto semestre del Cetus 148.</p>	<p>H1: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetus 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza. H<sub>0</sub>: No existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetus 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza.</p>	<p>Estadística inferencial Prueba t de Studen para muestras relacionadas con el objeto de comparar las medias de los resultados del pretest y postest en ambos grupos.</p>
<p>Identificar las diferencias estadísticamente significativas se presentan con relación al aprendizaje de cálculo diferencial, entre el grupo experimental que empleó dispositivos móviles, con relación al grupo de control, que no los empleó.</p>	<p>H1: Existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetus 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza. H<sub>0</sub>: No existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetus 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza.</p>	<p>Estadística inferencial Prueba t de Student para muestras independientes con el objeto de comparar las medias de los resultados del pretest en ambos grupos y del postest en ambos grupos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## CAPITULO 4. DISEÑO INSTRUCCIONAL

En congruencia con el modelo particular de aprendizaje definido en el marco teórico, se presenta en seguida el diseño instruccional por aplicarse como tratamiento al grupo experimental.

Cada sesión considera, en general, las siguientes actividades:

1. El encuadre por parte del profesor, para lograr la motivación adecuada, identificar los conocimientos previos necesarios, establecer los objetivos a lograr, las actividades sugeridas, y las formas de evaluación.
2. Una lectura previa del tema por parte de los alumnos, en el libro digital.
3. La proyección de uno o varios videos relativos al tema. Esta actividad y la anterior tienen como objetivo el recuperar los conocimientos previos necesarios para el anclaje del nuevo conocimiento.
4. Una situación didáctica, donde el profesor presenta los conceptos teóricos correspondientes al tema.
5. El desarrollo de la práctica que consiste en la solución de problemas por parte del profesor.
6. Una situación adidactica donde los alumnos resuelven problemas propuestos, en forma individual o con trabajo colaborativo. La solución de problemas considera tres momentos:
  - Sin utilizar ningún dispositivo electrónico.
  - Utilizando la calculadora electrónica.
  - Utilizando un Dispositivo Electrónico Móvil.

7. Exposición y discusión grupal de resultados, contrastando los tres momentos descritos antes.
8. Cierre donde el profesor hace sus observaciones, explica los conceptos involucrados y aclara las dudas planteadas por parte de los alumnos.
9. Evaluación.

El presente Diseño Instruccional (tablas 6 y 7) se fundamenta en el modelo SOI propuesto por Mayer (2005) que considera el aprendizaje como una elaboración de conocimientos por parte del alumno que participa de manera activa en el proceso al construir en su memoria una representación del conocimiento. Su función es la de comprender y la del profesor es la de orientar. Es fundamental en este modelo la creación de entornos de aprendizaje donde el alumno pueda interactuar con sus compañeros y con el material, altamente significativo, y pueda lograr la organización e integración de la nueva información con sus conocimientos previos, para lograr uno nuevo.

En la construcción de un nuevo conocimiento, el modelo considera que existen tres procesos (Mayer, 2016):

- La **S**elección de la información pertinente.
- La **O**rganización de la información nueva.
- La **I**ntegración de la Información nueva.

Tabla 6  
*Diseño Instruccional*

Nombre del diseño	Uso de dispositivos móviles como mediadores del aprendizaje significativo en la materia de Cálculo Diferencial del bachillerato.
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar los contenidos relativos al comportamiento de una función.</li> <li>• Aplicar los conocimientos teóricos referentes al comportamiento de una función en la solución de problemas de aplicación contextuales.</li> <li>• Hacer uso de la tecnología, en particular de aplicaciones para matemáticas, en dispositivos electrónicos móviles tales como computadoras portátiles, tablets y teléfonos celulares inteligentes conectados a internet, como mediadores en el proceso de aprendizaje.</li> </ul>
Valores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomentar el trabajo colaborativo.</li> <li>• Hacer investigación en libros, páginas de internet y plataformas digitales.</li> <li>• Propiciar el desarrollo de la creatividad y el pensamiento lógico y crítico entre los estudiantes.</li> <li>• Incentivar la estructuración y argumentación de conceptos.</li> <li>• Promover el desarrollo de diferentes conocimientos y habilidades, y el despliegue de diferentes valores y actitudes para la solución de diversos problemas.</li> </ul>
Condiciones para utilizar el diseño	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El presente material instruccional está diseñado para el tema “Comportamiento de una Función” de la tercera unidad del curso de Cálculo Diferencial correspondiente al cuarto semestre de bachillerato general.</li> <li>• Los participantes deben contar con los conocimientos correspondientes a Aritmética, Algebra, Geometría, Trigonometría y Geometría Analítica.</li> <li>• Los participantes deben contar con los conocimientos correspondientes a las dos primeras unidades del programa de la asignatura.</li> <li>• Los participantes deben estar interesados en el aprendizaje de los conceptos, en participar de manera activa para construir su propio conocimiento.</li> <li>• Es necesario que los alumnos cuenten con calculadora científica y con algún dispositivo electrónico móvil como computadora portátil, Tablet o teléfono celular.</li> <li>• Es necesario contar con internet inalámbrico.</li> </ul>
Métodos	<p><i>Orientaciones Globales:</i></p> <p>Métodos desarrollados por el educador:</p> <p>El educador debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar el material instruccional, incluyendo prácticas individuales y colectivas.</li> <li>- Abordar el proceso de aprendizaje sin el uso de dispositivos electrónicos móviles para luego resolver los mismos reactivos utilizando las aplicaciones recomendadas, como actividad de reforzamiento.</li> <li>- Fomentar el uso de dispositivos electrónicos móviles como mediadores del aprendizaje.</li> <li>- Evaluar la participación y la construcción de conocimientos por parte de los alumnos.</li> <li>- Evaluar las actitudes presentadas por los alumnos.</li> </ul>
	<p>Métodos desarrollados por el alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tener actitud de aprendizaje.</li> <li>- Seguir las indicaciones del facilitador.</li> <li>- hacer uso del material proporcionado e interactuar de manera adecuada para lograr los objetivos de aprendizaje.</li> </ul>
	<p>Métodos desarrollados por</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rescatar los conocimientos previos.</li> <li>- Crear un entorno de aprendizaje adecuado.</li> </ul>

el educador y el alumno:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar las actividades en congruencia con los objetivos planteados.</li> <li>- Utilizar de manera adecuada los espacios físicos del plantel y su equipamiento.</li> <li>- Limitar el uso de dispositivos electrónicos portátiles e internet, solo para fines académicos.</li> <li>- Actuar con responsabilidad, educación y respeto.</li> </ul>
Métodos interactivos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En el trabajo individual y en las prácticas por equipos de trabajo, los alumnos deben participar de manera activa y responsable en el proceso.</li> <li>- Al interactuar con el material de instrucción, los dispositivos móviles deben utilizarse cuando y de la manera en que el facilitador lo indique.</li> <li>- El internet debe utilizarse cuando la práctica por realizarse lo requiera.</li> </ul>

Título de la Unidad o Módulo:	Unidad 3. Comportamiento de una función.
Propósitos de la Unidad o Módulo:	Graficación de funciones por diversos métodos. Introducción a las funciones continuas y a la derivada como una función. Criterios de optimización:
Contenidos de la Unidad o Módulo:	<p>Criterios de localización para máximos y mínimos de funciones. Determinar el máximo o el mínimo de una función mediante los criterios de la derivada ¿Dónde se crece más rápido?</p> <p>Encontrar los puntos de inflexión de una curva mediante el criterio de la segunda derivada. ¿Cómo se ve la gráfica en un punto de inflexión?</p>

Tabla 7  
*Diseño desglosado*

Actividad 3.1:	Gráfica de una función.
Tipo de Actividad:	Demostrar→Practicar
Tiempo de la Actividad:	4 h.
Presentación de la actividad:	El educador hace el encuadre correspondiente, mencionando los objetivos a lograr en el desarrollo de los contenidos de la tercera unidad del curso de cálculo diferencial, los recursos materiales necesarios para el desarrollo de las actividades, las características de una clase modelo y del uso de dispositivos electrónicos portátiles como mediadores del aprendizaje. Es necesario establecer las formas de evaluación y señalar la importancia de que los alumnos tengan actitudes e intenciones de participar de manera activa en la construcción de sus aprendizajes.

Instrucciones de la Actividad:	Actividad	Tiempo
	<p>1. Actividad de inicio. Los alumnos realizarán una lectura de las paginas 64-87 del libro de texto digital contenido en el material del curso, denominado Cálculo Diferencial por Severa Contreras Guerra, que incluye los siguientes conceptos: Definición de función. Clasificación de funciones. Tipos de variables. Dominio y contradominio.</p>	
	2. Recuperación de los conocimientos previos. Consiste en la	60 min.

proyección de dos videos seleccionados de la plataforma de youtube y que contienen los mismos conceptos de la actividad anterior (Gutierrez N. (., 2012), (Gomez, 2018).

3. La presentación de los conceptos teóricos necesarios. 30 min

Práctica de gráfica de una función algebraica. Que incluye los siguientes pasos:

- Tabla de valores. Para lo cual se debe escoger un dominio inicial de la función (por ejemplo  $-5 \geq x \geq +5$ ). Este podría cambiar si la gráfica resultante no muestra la parte importante, es decir, donde ocurre alguna incidencia. Utilizando el formato correspondiente, sustituye cada uno de los valores de la variable independiente (x) en la función, realiza las operaciones aritméticas correspondientes para obtener el valor de la variable dependiente (y). Finalmente agrupa los resultados (pares ordenados) en la parte correspondiente del formato. Es posible que sea necesaria la calculadora científica.
- Localizar puntos en un sistema de coordenadas cartesianas. Cada uno de los pares ordenados encontrados se localiza en el sistema de coordenadas rectangulares del formato y se unen los puntos. Se recomienda hacerlo utilizando un lápiz por si hay necesidad de hacer alguna corrección.

Trazo de la gráfica. Une cada uno de los puntos localizados en el sistema de coordenadas rectangulares para obtener la gráfica correspondiente. Es posible mover los ejes "X" y "Y" a conveniencia en función del dominio de la función, es decir, si solo es necesaria la parte positiva del SCR o el primer cuadrante, se pueden ubicar los ejes hacia la esquina inferior izquierda del área para gráficas del formato.

4. El desarrollo de la práctica. Los alumnos, agrupados en binas de trabajo, obtendrán las gráficas de las funciones que se presentan enseguida. 60 min

Función Algebraica grado 1	Función Algebraica grado 2	Función Algebraica grado 3
$y = f(x) = x$	$y = f(x) = 2x^2$	$y = f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x$
$y = f(x) = 3x$	$y = f(x) = - 2x^2$	$y = f(x) = 10 + 12x - 3x^2 - 2x^3$
$y = f(x) = 3x-1$	$y = f(x) = x^2 + 3x$	$y = f(x) = x^3 + 2x^2 - 15x - 20$
$y = f(x) = 5 + 2x$	$y = f(x) = 2x^2 + x - 2$	$y = f(x) = 3x^4 - 4x^3 - 12x^2$

Los alumnos hacen uso de los dispositivos electrónicos con la aplicación MATHWAY obtienen la gráfica de las mismas funciones y contrastan ambos métodos. Esta actividad es sumamente importante para el presente DI pues los alumnos, al contrastar y analizar los dos métodos para obtener la gráfica de distintas funciones, realizan una actividad de refuerzo que contribuye en gran medida al logro del aprendizaje significativo. 30 min

5. Los alumnos preparan una presentación de sus resultados obtenidos y alguno de los equipos es seleccionado para hacer la exposición al grupo. Pueden utilizar los recursos disponibles en el salón de clase como pintaron, láminas de rotafolio o proyector de diapositivas. 45 min

6. Trabajo grupal. Los alumnos formulan sus dudas y expresan sus opiniones sobre el tema. Enseguida se realiza una sesión 15 min

grupal sobre el desarrollo de la práctica. Se analiza la dinámica de la actividad, la utilidad de los videos proyectados y su congruencia con la lectura del libro de texto. Si los elementos de proyección, el sonido, el formato utilizado es práctico colaboran a facilitar el aprendizaje significativo del tema.

8. Cierre.

<b>Material:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora y proyector de diapositivas.</li> <li>• Bocina bluetooth.</li> <li>• Problemario.</li> <li>• Formato para gráficas.</li> <li>• Calculadora científica.</li> <li>• Computadora portátil, tableta electrónica o teléfono celular inteligente.</li> <li>• Internet inalámbrico (WiFi).</li> </ul>
<b>Criterios de Evaluación:</b>	<p>En función de las competencias a desarrollar que establece el programa de la asignatura se definen los siguientes criterios de evaluación, para el contenido disciplinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtiene la gráfica de las funciones propuestas utilizando calculadora y el formato proporcionado.</li> <li>- Obtiene la gráfica de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</li> <li>- Realiza un análisis sobre los resultados obtenidos por ambos métodos.</li> <li>- Hace un contraste indicando ventajas y desventajas de los dos métodos utilizados.</li> </ul> <p>Para el trabajo en equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propone distintas maneras de resolver la actividad.</li> <li>- Aporta puntos de vista y considera el de sus compañeros.</li> <li>- Asume una actitud constructiva y congruente.</li> </ul>

Instrumentos de evaluación

Rúbrica para utilizarse en heteroevaluación del contenido disciplinar

Categoría	Escala Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	Puntos
Obtiene correctamente la tabla de valores.	Obtiene correctamente todos los valores de la tabla.	Obtiene correctamente la mayoría de los valores de la tabla.	No obtiene correctamente los valores de la tabla.	
Elabora la gráfica de la función con el uso de la calculadora.	Localiza todos los puntos de la tabla de valores en el sistema de coordenadas rectangulares.	Localiza la mayoría de los puntos de la tabla de valores en el sistema de coordenadas rectangulares.	No localiza la mayoría de los puntos de la tabla de valores en el sistema de coordenadas rectangulares.	
Obtiene la gráfica de la función utilizando algún dispositivo electrónico móvil.	No presenta problemas para obtener la gráfica de la función con ayuda de un dispositivo electrónico.	Presenta algunos problemas para obtener la gráfica de la función con ayuda de un dispositivo electrónico.	Presenta muchos problemas para obtener la gráfica de la función con ayuda de un dispositivo electrónico.	
Analiza los	Hace un análisis	Hace un análisis	No hace un	

resultados obtenidos por ambos procedimientos.	a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.	a detalle de los resultados obtenidos en solo uno de los procedimientos utilizados.	análisis a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.
Argumenta sobre el análisis realizado.	Su argumentación es amplia sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es regular sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es pobre sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.

**Total de puntos obtenidos**

Rúbrica para evaluar el trabajo en equipo en la modalidad de coevaluación realizada por el jefe de cada equipo, para las actividades involucradas en el diseño instruccional.

Categoría	Escala Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	Puntos
Trabajo	Trabaja de manera constante y con buena organización.	Trabaja de manera regular y con buena organización.	No trabaja de manera constante y tiene mala organización.	
Participación	Participa de manera activa en el desarrollo de las actividades propuestas.	Participa de manera regular en el desarrollo de las actividades propuestas.	No participa de en el desarrollo de las actividades propuestas.	
Responsabilidad	Los miembros del equipo comparten la responsabilidad por igual en el desarrollo de la actividad.	Los miembros del equipo comparten de manera regular la responsabilidad por igual en el desarrollo de la actividad.	Los miembros del equipo no comparten la responsabilidad por igual en el desarrollo de la actividad.	
Dinámica de trabajo	Comentan adecuadamente sus opiniones y escuchan con atención las de sus compañeros para construir acuerdos que mejoren su trabajo.	Comentan regularmente sus opiniones y escuchan parcialmente las de sus compañeros para construir acuerdos que mejoren su trabajo.	No comentan sus opiniones ni escuchan las de sus compañeros para construir acuerdos que mejoren su trabajo.	
Actitud de equipo	Los integrantes del equipo se respetan y animan de buena manera entre ellos para promover un ambiente	Los integrantes del equipo se respetan y animan de manera regular entre ellos para promover un ambiente	Los integrantes del equipo no se respetan ni se animan entre ellos para promover un ambiente adecuado de	

adecuado de trabajo.      adecuado de trabajo.      trabajo.

Total de puntos obtenidos

Rúbrica para utilizarse en heteroevaluación de la presentación de resultados por equipo, para todas las actividades consideradas en el DI.

Categoría	Escala			Puntos
	Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	
Dominio del tema	Demuestra un excelente dominio del tema.	Demuestra un dominio regular del tema.	No parece conocer del tema	
Retroalimentación	Contesta todas las preguntas planteadas por sus compañeros y por el educador.	Contesta algunas de las preguntas planteadas por sus compañeros y por el educador.	No contesta las preguntas planteadas por sus compañeros y por el educador.	
Apoyos didácticos	Usa varios apoyos didácticos que demuestran trabajo y creatividad, con lo cual la presentación es excelente.	Usa solo un apoyo didáctico lo que hace su presentación regular.	No usa apoyos didácticos y su presentación es pobre.	
Uso del tiempo	La presentación es ordenada y el uso del tiempo es muy bueno.	La presentación es ordenada pero el uso del tiempo es regular	La presentación es desordenada y el uso del tiempo es malo.	
Actitud	Su lenguaje corporal y actitudes generan interés y entusiasmo en la audiencia.	Su lenguaje corporal y actitudes generan regular interés y entusiasmo en la audiencia.	Su lenguaje corporal y actitudes generan poco interés y entusiasmo en la audiencia.	

Total de puntos obtenidos

Actividad 3.2:	Comportamiento de una función.
Tipo de Actividad:	Demostrar→Practicar
Tiempo de la Actividad:	3 h.
Presentación de la actividad:	El educador hace el encuadre correspondiente, mencionando los objetivos a lograr en el desarrollo de la actividad 3.2 y los recursos materiales necesarios.
	Es necesario dar a conocer a los alumnos las formas de evaluación y señalar la importancia de tener actitudes e intenciones de participar de manera activa en la construcción de sus aprendizajes.

Instrucciones de la Actividad:	Actividad	Tiempo
	1. Actividad de inicio. Los alumnos realizarán en casa, una lectura de la página 87 y 218 del libro de texto digital contenido en el material del curso, denominado Cálculo	

Diferencial por Severa Contreras Guerra, que incluye el concepto de comportamiento de una función.

2. Recuperación de los conocimientos previos. Consiste en la proyección de un video seleccionado de la plataforma youtube.com y que contienen el mismo concepto de la actividad anterior (Cruz, 2016). 10 min.

3. La presentación de los conceptos teóricos necesarios. Práctica de comportamiento de una función. Que incluye los siguientes pasos: 20 min

- A partir de la gráfica de una función obtenida en la actividad 3.1, hacer el análisis correspondiente para determinar en qué partes la función crece y en que partes la función decrece. Una función es creciente si sus valores aumentan a medida que la variable independiente (x) crece, y es decreciente cuando sus valores decrecen a medida que x aumenta.
- En general, la gráfica de una función creciente sube a medida en que nos movemos de izquierda a derecha en el sistema de coordenadas rectangulares, mientras que la función decreciente baja cuando realizamos el mismo movimiento.
- Los valores que puede tomar la variable independiente se expresan en la notación de conjuntos como  $a \leq x \leq b$  donde a y b son los límites inferior y superior dentro de los cuales la función crece o decrece.

4. El desarrollo de la práctica. Los alumnos, agrupados en binas de trabajo, determinan el comportamiento de las funciones cuyas gráficas se trazaron en la actividad anterior. 30 min

Los alumnos hacen uso de los dispositivos electrónicos con la aplicación MATHWAY obtienen la gráfica de las mismas funciones y determinan su comportamiento. Esta actividad es sumamente importante para el presente DI pues los alumnos, al contrastar y analizar los dos métodos para obtener la gráfica de distintas funciones y determinar su comportamiento, realizan una actividad de refuerzo que contribuye en gran medida al logro del aprendizaje significativo. 60 min

5. Los alumnos preparan una presentación de sus resultados obtenidos y alguno de los equipos es seleccionado para hacer la exposición al grupo. Pueden utilizar los recursos disponibles en el salón de clase como pintaron, láminas de rotafolio o proyector de diapositivas. 45 min

6. Trabajo grupal. Los alumnos formulan sus dudas y expresan sus opiniones sobre el tema. Enseguida se realiza una sesión grupal sobre el desarrollo de la práctica. Se analiza la dinámica de la actividad, la utilidad de los videos proyectados y su congruencia con la lectura del libro de texto. Si los elementos de proyección, el sonido, el formato utilizado es práctico colaboran a facilitar el aprendizaje significativo del tema. 15 min

---

Material:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora y proyector de diapositivas.</li> <li>• Bocina bluetooth.</li> <li>• Problemario.</li> <li>• Formato para gráficas.</li> </ul>
-----------	---

---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculadora científica.</li> <li>• Computadora portátil, tableta electrónica o teléfono celular inteligente.</li> <li>• Internet inalámbrico (wifi).</li> </ul>
Criterios de Evaluación:	<p>En función de las competencias a desarrollar que establece el programa de la asignatura se establecen los siguientes criterios de evaluación, para el contenido disciplinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determina el comportamiento de las funciones propuestas utilizando calculadora y el formato proporcionado.</li> <li>- Obtiene el comportamiento de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</li> <li>- Realiza un análisis sobre los resultados obtenidos por ambos métodos.</li> <li>- Hace un contraste indicando ventajas y desventajas de los dos métodos utilizados.</li> </ul> <p>Para el trabajo en equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propone distintas maneras de resolver la actividad.</li> <li>- Aporta puntos de vista y considera el de sus compañeros.</li> <li>- Asume una actitud constructiva y congruente.</li> </ul>

Rúbrica para utilizarse en heteroevaluación del contenido disciplinar

Categoría	Escala			Puntos
	Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	
Determina el comportamiento de las funciones cuya gráfica se trazó en la actividad 3.1	Determina correctamente el comportamiento de todas las funciones cuya gráfica se trazó en la actividad 3.1	Determina correctamente el comportamiento de la mayoría de las funciones cuya gráfica se trazó en la actividad 3.1	Determina correctamente el comportamiento de algunas de las funciones cuya gráfica se trazó en la actividad 3.1	
Obtiene la gráfica de la función utilizando algún dispositivo electrónico móvil y determina su comportamiento.	Obtiene la gráfica de todas las funciones utilizando algún dispositivo electrónico móvil y determina su comportamiento.	Obtiene la gráfica de la mayoría de las funciones utilizando algún dispositivo electrónico móvil y determina su comportamiento.	Obtiene la gráfica de algunas funciones utilizando algún dispositivo electrónico móvil y determina su comportamiento.	
Analiza los resultados obtenidos por ambos procedimientos.	Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.	Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos en solo uno de los procedimientos utilizados.	No hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.	
Argumenta sobre el análisis realizado.	Su argumentación es amplia sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es regular sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es pobre sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	
Total de puntos obtenidos				

Actividad 3.3	Máximos y Mínimos de una función.
Tipo de Actividad:	Demostrar→Practicar
Tiempo de la	4 h.

Actividad:  
 Presentación de la actividad: El educador hace el encuadre correspondiente, mencionando los objetivos a lograr en el desarrollo de los contenidos de la actividad 3.3 y menciona los recursos necesarios para el desarrollo de la actividad. Es necesario dar a conocer a los alumnos las formas de evaluación y señalar la importancia de tener actitudes e intenciones de participar de manera activa en la construcción de sus aprendizajes.

Instrucciones de la Actividad:	Actividad	Tiempo
	1. Actividad de inicio. Los alumnos realizarán en casa, una lectura de las paginas 219-222 del libro de texto digital contenido en el material del curso, denominado Cálculo Diferencial por Severa Contreras Guerra, que incluye el concepto y el procedimiento para obtener los máximos y mínimos de una función.	
	2. Recuperación de los conocimientos previos. Consiste en la proyección de un video seleccionado de la plataforma youtube.com y que contiene el concepto correspondiente de la actividad.	10 min.
	3. La presentación de los conceptos teóricos necesarios. Práctica de máximos y mínimos de una función algebraica. Que incluye los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encontrar la primera derivada de la función.</li> <li>- Igualar a cero la ecuación resultante y resolverla por cualquier método conocido. Las raíces o soluciones de la ecuación son los valores críticos donde pueden encontrarse los puntos donde se encuentran los valores máximos o mínimos de la función.</li> <li>- Asignar a cada uno de los puntos críticos valores un poco más chicos y un poco más grandes y sustituirlos en la función de la primera derivada.</li> <li>- Recuerda que geométricamente la primera derivada corresponde a la pendiente de la recta tangente a la curva en un punto dado. Si el signo de la primera derivada cambia de negativo a positivo, el punto representa un mínimo de la función. Si por el contrario la pendiente cambia de positiva a negativa el punto representa un máximo.</li> </ul>	50 min
	4. El desarrollo de la práctica. Los alumnos, agrupados en binas de trabajo, obtendrán los máximos y mínimos de las funciones que se han estado trabajando en las actividades anteriores.	60 min
	Los alumnos hacen uso de los dispositivos electrónicos con la aplicación MATHWAY obtienen la gráfica de las mismas funciones, hacen un seguimiento de cada una de ellas y verifican que en cada uno de los puntos críticos obtenidos analíticamente se encuentra un punto máximo o mínimo. Contrastan el método analítico y el grafico utilizando los dispositivos electrónicos. Como pueden observar, la aplicación les da el resultado de manera directa al solicitarlo. Esta actividad es sumamente importante para el presente DI pues los alumnos, al contrastar y analizar los dos métodos para obtener los máximos y mínimos de distintas funciones, realizan una actividad de refuerzo que contribuye en gran medida al logro del aprendizaje significativo.	60 min
	5. Los alumnos preparan una presentación de los resultados obtenidos y alguno de los equipos es seleccionado para hacer la exposición al grupo. Pueden utilizar los recursos disponibles en el salón de clase como pintaron, láminas de	45 min

rotafolio o proyector de diapositivas.

6. Trabajo grupal. Los alumnos formulan sus dudas y expresan sus opiniones sobre el tema. Enseguida se realiza una sesión grupal sobre el desarrollo de la práctica. Se analiza la dinámica de la actividad, la utilidad de los videos proyectados y su congruencia con la lectura del libro de texto. Si los elementos de proyección, el sonido, el formato utilizado es práctico colaboran a facilitar el aprendizaje significativo del tema.

15 min

Material:

- Computadora y proyector de diapositivas.
- Bocina bluetooth.
- Problemario.
- Formato para gráficas.
- Calculadora científica.
- Computadora portátil, tableta electrónica o teléfono celular inteligente.
- Internet inalámbrico (WiFi).

Criterios de Evaluación:	<p>En función de las competencias a desarrollar que establece el programa de la asignatura se establecen los siguientes criterios de evaluación, para el contenido disciplinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Obtiene los valores máximos y mínimos de las funciones propuestas utilizando el método analítico.</li> <li>- Obtiene los valores máximos y mínimos de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</li> <li>- Realiza un análisis sobre los resultados obtenidos por ambos métodos.</li> <li>- Hace un contraste indicando ventajas y desventajas de los dos métodos utilizados.</li> </ul> <p>Para el trabajo en equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propone distintas maneras de resolver la actividad.</li> <li>- Aporta puntos de vista y considera el de sus compañeros.</li> <li>- Asume una actitud constructiva y congruente.</li> </ul>
--------------------------	--

Instrumento de evaluación

Rúbrica para utilizarse en heteroevaluación del contenido disciplinar.

Categoría	Escala			Puntos
	Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	
Determina los valores máximos y mínimos de las funciones propuestas utilizando el método analítico	Determina los valores máximos y mínimos de todas las funciones propuestas utilizando el método analítico	Determina los valores máximos y mínimos de la mayoría de las funciones propuestas utilizando el método analítico	Determina los valores máximos y mínimos de alguna de las funciones propuestas utilizando el método analítico.	
Determina los valores máximos y mínimos de las funciones propuestas utilizando dispositivos electrónicos móviles.	Determina los valores máximos y mínimos de todas las funciones propuestas utilizando dispositivos electrónicos móviles.	Determina los valores máximos y mínimos de la mayoría de las funciones propuestas utilizando dispositivos electrónicos móviles.	Determina los valores máximos y mínimos de alguna de las funciones propuestas utilizando dispositivos electrónicos móviles.	
Analiza los resultados obtenidos por ambos	Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al	Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos en	No hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al	

procedimientos.	utilizar ambos procedimientos.	solo uno de los procedimientos utilizados.	utilizar ambos procedimientos.
Argumenta sobre el análisis realizado.	Su argumentación es amplia sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es regular sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.	Su argumentación es pobre sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.
<b>Total de puntos obtenidos</b>			

Actividad 3.4	Concavidad y puntos de inflexión de una función.
Tipo de Actividad:	Demostrar→Practicar
Tiempo de la Actividad:	4 h.
Presentación de la actividad:	El educador hace el encuadre correspondiente, mencionando los objetivos a lograr en el desarrollo de los contenidos de la actividad 3.4. Es necesario dar a conocer a los alumnos las formas de evaluación y señalar la importancia de tener actitudes e intenciones de participar de manera activa en la construcción de sus aprendizajes.

Instrucciones de la Actividad:	Actividad	Tiempo
	1. Actividad de inicio. Los alumnos realizarán en casa, una lectura de la página 219 del libro de texto digital contenido en el material del curso, denominado Cálculo Diferencial por Severa Contreras Guerra, que incluye el concepto y el procedimiento para determinar la concavidad y los puntos de inflexión de una función.	
	2. Recuperación de los conocimientos previos. Consiste en la proyección de un video seleccionado de la plataforma youtube.com y que contiene el concepto correspondiente de la actividad (S/N Z. (., 2017).	10 min.
	3. La presentación de los conceptos teóricos necesarios. Práctica de concavidad y los puntos de inflexión de una función algebraica. Que incluye los siguientes pasos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encontrar la primera derivada de la función.</li> <li>- Encontrar la segunda derivada de la función.</li> <li>- Si la segunda derivada es positiva en intervalo dado, entonces la gráfica de la función es cóncava hacia arriba. Si por el contrario es negativa, la gráfica de la función es cóncava hacia abajo.</li> <li>- El punto en el cual la gráfica de una función cambia su concavidad es un punto de inflexión.</li> </ul>	50 min
	4. El desarrollo de la práctica. Los alumnos, agrupados en binas de trabajo, determinan la concavidad y los puntos de inflexión de las funciones que se han estado trabajando en las actividades anteriores.	60 min
	Los alumnos hacen uso de los dispositivos electrónicos con la aplicación MATHWAY obtienen la gráfica de las mismas funciones, hacen un seguimiento de cada una de ellas y determinan la	60 min

concavidad y los puntos de inflexión, de manera práctica. Contrastan el método analítico y el gráfico utilizando los dispositivos electrónicos. Como pueden observar, la aplicación les da el resultado de manera directa al solicitarlo. Esta actividad es sumamente importante para el presente DI pues los alumnos, al contrastar y analizar los dos métodos para obtener los máximos y mínimos de distintas funciones, realizan una actividad de refuerzo que contribuye en gran medida al logro del aprendizaje significativo.

5. Los alumnos preparan una presentación de los resultados obtenidos y alguno de los equipos es seleccionado para hacer la exposición al grupo. Pueden utilizar los recursos disponibles en el salón de clase como pintaron, láminas de rotafolio o proyector de diapositivas. 45 min

6. Trabajo grupal. Los alumnos formulan sus dudas y expresan sus opiniones sobre el tema. Enseguida se realiza una sesión grupal sobre el desarrollo de la práctica. Se analiza la dinámica de la actividad, la utilidad de los videos proyectados y su congruencia con la lectura del libro de texto. Si los elementos de proyección, el sonido, el formato utilizado es práctico colaboran a facilitar el aprendizaje significativo del tema. 15 min

Material:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora y proyector de diapositivas.</li> <li>• Bocina bluetooth.</li> <li>• Problemario.</li> <li>• Formato para gráficas.</li> <li>• Calculadora científica.</li> <li>• Computadora portátil, tableta electrónica o teléfono celular inteligente.</li> <li>• Internet inalámbrico (WiFi).</li> </ul>
-----------	---

Criterios de Evaluación:	<p>En función de las competencias a desarrollar que establece el programa de la asignatura se establecen los siguientes criterios de evaluación, para el contenido disciplinar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de las funciones propuestas utilizando el método analítico.</li> <li>- Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</li> <li>- Realiza un análisis sobre los resultados obtenidos por ambos métodos.</li> <li>- Hace un contraste indicando ventajas y desventajas de los dos métodos utilizados.</li> </ul> <p>Para el trabajo en equipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Propone distintas maneras de resolver la actividad.</li> <li>- Aporta puntos de vista y considera el de sus compañeros.</li> <li>- Asume una actitud constructiva y congruente.</li> </ul>
--------------------------	--

Instrumento de evaluación  
Rúbrica para utilizarse en heteroevaluación del contenido disciplinar.

Categoría	Escala			Puntos
	Bien (3)	Regular (2)	Insuficiente (1)	
Determina el intervalo de				

<p>concavidad y los puntos de inflexión de las funciones propuestas utilizando el método analítico.</p> <p>Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</p> <p>Analiza los resultados obtenidos por ambos procedimientos.</p> <p>Argumenta sobre el análisis realizado.</p>	<p>concavidad y los puntos de inflexión de todas las funciones propuestas utilizando el método analítico.</p> <p>Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de todas las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</p> <p>Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.</p> <p>Su argumentación es amplia sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.</p>	<p>concavidad y los puntos de inflexión de la mayoría de las funciones propuestas utilizando el método analítico.</p> <p>Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de la mayoría de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</p> <p>Hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos en solo uno de los procedimientos utilizados.</p> <p>Su argumentación es regular sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.</p>	<p>concavidad y los puntos de inflexión de alguna de las funciones propuestas utilizando el método analítico.</p> <p>Determina el intervalo de concavidad y los puntos de inflexión de alguna de las funciones propuestas utilizando algún dispositivo electrónico.</p> <p>No hace un análisis a detalle de los resultados obtenidos al utilizar ambos procedimientos.</p> <p>Su argumentación es pobre sobre las ventajas y desventajas de utilizar cada procedimiento.</p>
<p>Total de puntos obtenidos</p>			

## CAPITULO 5. RESULTADOS

### 5.1 Análisis descriptivo

En este capítulo se muestran y analizan los resultados obtenidos del cuasiexperimento diseñado y aplicado para determinar la medida en que el uso de dispositivos electrónicos móviles es facilitador del aprendizaje en el curso de cálculo diferencial del bachillerato.

En la tabla 8 se presentan los resultados obtenidos del pretest antes de la intervención y el postest una vez terminado el proceso, con los grupos de control y experimental.

Tabla 8  
*Resultados pretest grupo de control por categoría*

Categoría	Total	Bien	%	Mal	%
	reactivos				
1. Definición de función	168	85	50.60	83	49.40
2. Desigualdad	48	37	77.08	11	22.92
3. Representación gráfica	144	40	27.78	104	72.22
4. Función creciente y decreciente	48	3	6.25	45	93.75
5. Obtención de la gráfica	72	2	2.78	70	97.22
6. Máximos y mínimos	336	0	0.00	336	100.00
7. Punto de inflexión	72	0	0.00	72	100.00
Suma	888	167	18.81	721	81.19

Fuente: Elaboración propia.

La prueba pedagógica contiene 37 reactivos agrupados en siete categorías y se aplicó a un total de 24 alumnos.

La primera, consiste en siete reactivos, que indagan sobre los conocimientos previos de los alumnos en cuanto a la identificación del tipo de función a la que corresponden las gráficas presentadas, considerando funciones algebraicas y trascendentes. Aproximadamente la mitad de los estudiantes contestaron correctamente dichos reactivos, lo que indica que son capaces de discriminar entre diferentes gráficas. Son reactivos con un bajo nivel de dificultad y comprenden elementos teóricos básicos de la materia de cálculo diferencial.

La segunda, contiene dos reactivos relativos diseñados para verificar si los alumnos tienen conocimiento sobre la notación de desigualdad y la representación gráfica de un intervalo de valores de la variable independiente y es la categoría que presenta un mayor porcentaje de aciertos.

El procedimiento secuencial para la obtención de la gráfica de una función es el concepto que se incluye en la tercera categoría, el alumno debe solamente identificar los pasos necesarios para dicha construcción, y a partir de esta categoría el porcentaje de aciertos comienza a disminuir de manera constante.

La cuarta categoría consiste en identificar el rango de valores de la variable independiente para los cuales la gráfica de una función es creciente o decreciente y en los resultados presenta un porcentaje de aciertos de apenas el 6.25 %.

La quinta categoría incluye el procedimiento para obtener la gráfica de una función, desde definir el dominio de la variable independiente, calcular el rango de la variable dependiente, tabular los valores correspondientes y

localizar los puntos en el sistema de coordenadas rectangulares. El porcentaje de aciertos baja hasta el 2.78%.

Las dos últimas categorías que incluyen reactivos que implican un procedimiento matemático y de interpretación de los resultados obtenidos tienen resultados nulos. La sexta categoría incluye 14 reactivos que implican procedimientos aritméticos, algebraicos, de geometría analítica y cálculo diferencial. Es la parte más importante de la prueba pedagógica pues trata del tema de interés objeto de la presente investigación. Además de contenidos procedimentales para el cálculo de los máximos y mínimos de la función, implica la interpretación de los resultados obtenidos, con lo que se asegura que el estudiante alcanzó un grado importante del conocimiento esperado. La última categoría, con tres reactivos, trata sobre el punto de inflexión de la función.

El análisis de los resultados anteriores, referentes al grupo de control en la fase del pretest indican un nivel aceptable en cuanto a los conocimientos teóricos básicos del tema de funciones algebraicas y trascendentes, pero a medida en que se indagan conceptos que incluyen procedimientos matemáticos algebraicos, de geometría analítica y de cálculo diferencial, los alumnos muestran niveles muy bajos de aprovechamiento.

Se presentan, en tabla 9 los resultados obtenidos en la fase de pretest del grupo experimental, con 34 alumnos.

Tabla 9  
*Resultados pretest grupo experimental por categoría*

Categoría	Total		%	Total	
	reactivos	Bien		Mal	%
1. Definición de función	231	97	41.99	134	58.01
2. Desigualdad	66	48	72.73	18	27.27
3. Representación gráfica	198	53	26.77	145	73.23
4. Función creciente y decreciente	66	7	10.61	59	89.39
5. Obtención de la gráfica	99	33	33.33	66	66.67
6. Máximos y mínimos	462	0	0.00	462	100.00
7. Punto de inflexión	99	0	0.00	99	100.00
Suma	1221	238	19.49	983	80.51

Fuente: Elaboración propia

El comportamiento de porcentaje de aciertos por categoría es similar en ambos grupos, aunque en el grupo experimental la tercera parte de los alumnos tiene buen dominio en el tema relativo a la obtención de la gráfica de una función, característica que no comparte el grupo experimental. De igual manera, ambos grupos tienen cero aciertos en las dos últimas categorías.

El grado de conocimientos reflejado en el pretest indica que los alumnos tienen un cierto grado de dominio en los aspectos teóricos del tema, pero presentan serias deficiencias los temas que implican procedimientos de cálculos matemáticos, así como en la interpretación de resultados, es decir, en los reactivos de mayor grado de dificultad.

Lo anterior pone de manifiesto que en el nivel de bachillerato es evidente la falta de conocimientos significativos que perduren a lo largo de la vida. Los estudiantes almacenan el conocimiento en su memoria de corto plazo, que les

sirve para defenderse de manera precaria en los exámenes parciales y al terminar el curso, en su memoria a largo plazo solo quedan retazos de información que no se integran a la estructura cognitiva y pasan a olvidarse casi completamente.

Los resultados también ponen de manifiesto la necesidad de repasar los conocimientos básicos necesarios para afrontar con mayores posibilidades de éxito los conceptos relativos al tema de interés.

El proceso de aprendizaje, desde el punto de vista de Piaget (1991), presenta serias limitaciones pues no hay una construcción del conocimiento de manera activa por parte de los estudiantes, cuando no cuentan con una estructura cognitiva adecuada para afrontar un nuevo conocimiento. Hay un vacío importante en las etapas de organización y adaptación de los conceptos pues este no se transforma en esquemas de acción y representación, por lo cual el conocimiento no se incorpora de manera adecuada a los esquemas previos por ser insuficientes o inexistentes.

Desde la perspectiva teórica del aprendizaje significativo de Ausubel (1985), no se cumplen con las dos condiciones básicas para lograr aprender pues la actitud de aprendizaje por parte de los alumnos es relativamente baja al no existir una estructura cognoscitiva adecuada para afrontar el nuevo conocimiento, lo que tiene por consecuencia que el material presentado sea vago o arbitrario y la asimilación del nuevo conocimiento resulta poco significativo.

Los resultados del pretest en ambos grupos, de manera muy general, muestran un porcentaje de aciertos muy similar. Cerca del 20 % de los alumnos

contestaron correctamente los reactivos de la prueba pedagógica, en promedio por lo que se asegura la validez inicial del experimento

Para el postest del grupo de control, presentaron la prueba pedagógica 23 alumnos y sus resultados se muestran en la tabla 10.

Tabla 10  
Resultados postest grupo de control por categoría

Categoría	Total	Bien	%	Mal	%
	reactivos				
1. Definición de función	161	62	38.51	99	61.49
2. Desigualdad	46	30	65.22	16	34.78
3. Representación gráfica	138	70	50.72	68	49.28
4. Función creciente y decreciente	46	11	23.91	35	76.09
5. Obtención de la gráfica	69	47	68.12	22	31.88
6. Máximos y mínimos	322	26	8.07	296	91.93
7. Punto de inflexión	69	18	26.09	51	73.91
Suma	851	264	31.02	587	68.98

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de enseñanza se llevó a cabo de manera tradicional y, en general, se observa un crecimiento en los porcentajes de aciertos en el examen. Las primeras dos categorías que integran los conocimientos teóricos básicos reflejan una ligera caída mientras que las cinco restantes presentan un crecimiento importante. La categoría que presenta mayor crecimiento es la referente a la obtención de la gráfica de una función, que de un porcentaje de aciertos de 2.78 % en el pretest aumentó hasta el 68.12 %. El promedio general de aciertos del grupo, del porcentaje inicial de 18.81 % alcanzó un 31.02 % al final del experimento. El crecimiento porcentual, de 12 puntos

comparando los resultados iniciales y finales del proceso es aceptable, aunque no suficiente para asegurar un buen dominio de los temas considerados por parte de los alumnos.

En el grupo experimental se presentaron al examen 32 alumnos, al finalizar la intervención, aplicando el diseño instrumental propuesto, los resultados del postest se agrupan en la tabla 11.

Tabla 11  
*Resultados postest grupo experimental por categoría*

<b>Categoría</b>	<b>Total reactivos</b>	<b>Bien</b>	<b>%</b>	<b>Mal</b>	<b>%</b>
1. Definición de función	224	99	44.20	125	55.80
2. Desigualdad	64	47	73.44	17	26.56
3. Representación gráfica	192	58	30.21	134	69.79
4. Función creciente y decreciente	64	29	45.31	35	54.69
5. Obtención de la gráfica	96	79	82.29	17	17.71
6. Máximos y mínimos	448	223	49.78	225	50.22
7. Punto de inflexión	96	47	48.96	49	51.04
Suma	1184	582	49.16	602	50.84

Fuente: Elaboración propia.

El análisis correspondiente indica un crecimiento general en todas las categorías, aunque de diferente magnitud. Las primeras tres categorías, básicamente de conceptos teóricos tiene un crecimiento moderado con referencia al antes y al después. Sin embargo, las cuatro categorías restantes muestran un crecimiento importante. La cuarta refleja un crecimiento de 35 puntos, mientras que las tres últimas aumentan el porcentaje de aciertos en la

prueba pedagógica de cerca de 50 puntos lo cual es un buen augurio para pronosticar el éxito del experimento.

Al comparar los promedios generales del porcentaje de aciertos en ambos grupos, el crecimiento del grupo de control es de 12 puntos mientras que el grupo experimental muestra una diferencia de 29 puntos. Este es un análisis preliminar para dar paso a los procedimientos estadísticos inferenciales, que proporcionarán la información necesaria para indagar sobre la pertinencia del diseño instrumental diseñado para aplicar en la presente investigación.

## 5.2 Análisis inferencial

Para comenzar este apartado es necesario realizar, en primera instancia la prueba de Kolmogorov-Smirnov que tiene por objeto determinar si los datos se comportan con normalidad. Si es el caso de la base de datos de resultados del cuasiexperimento, entonces se determina realizar pruebas paramétricas para comprobar las hipótesis planteadas. En caso contrario, el análisis estadístico corresponde a pruebas no paramétricas. El análisis realizado en el software SPSS se describe a continuación (tabla 12).

Tabla 12

*Resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov considerando la base de datos completa*

<b>Prueba</b>	<b>Media</b>	<b>z</b>	<b>T</b>
Pretest	7.07	1.280	0.075
Posttest	15.96	0.823	0.507

Fuente: Elaboración propia.

La hipótesis nula en este caso considera que los resultados del cuasiexperimento se comportan de manera normal y para aceptarla, el valor del parámetro debe ser mayor o igual a 0.05, es decir:

$$p \geq 0.05$$

Como se aprecia, el parámetro es sensiblemente mayor con respecto al nivel de significancia, para los dos momentos de aplicación del instrumento, por lo que se concluye que los datos correspondientes tienen un comportamiento estadístico normal.

Al realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov a la base de datos de resultados con el número de reactivos contestados correctamente por los alumnos de los grupos de control y experimental, tanto en el pretest como en el postest, los resultados se presentan en la tabla 13.

Tabla 13  
*Resultados de la prueba Kolmogorov-Smirnov por grupos*

Grupo	Pretest			Postest		
	Media	Z	p	Media	z	p
Control	6.95	0.863	0.445	11.47	0.578	0.892
Experimental	7.16	1.020	0.249	19.40	0.753	0.623

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, para ambos grupos y ambos momentos de la aplicación del examen, los parámetros obtenidos del análisis son nuevamente mayores que el nivel de significación comprobando entonces los resultados del análisis inicial, en el sentido del comportamiento normal de las bases de datos obtenidos.

Para probar las hipótesis planteadas es necesario realizar un estudio paramétrico para comparar las medias de las bases de datos de manera horizontal, es decir, comparar los resultados del pretest con el posttest de los grupos de control y experimental y, de manera vertical, es decir comparar los resultados del pretest con ambos grupos y del posttest también con ambos grupos.

La prueba *t* de Student es recomendada para probar si entre dos grupos existen diferencias estadísticamente significativas en relación con una variable común, en este caso, el aprendizaje logrado.

La hipótesis del investigador plantea que existe diferencia entre los dos grupos mientras que la hipótesis nula expresa que no existe tal diferencia, normalmente con un nivel de significancia  $p < 0.05$ .

Se realiza en seguida dos pruebas. La primera consiste en comparar los resultados obtenidos por cada grupo en los dos momentos de aplicación del instrumento de medición y la segunda para contrastar ambos grupos en el pretest y luego en el posttest (tabla 14):

Tabla 14  
*Resultados de la prueba t de Student para muestras relacionadas*

Grupo	Media			t
	Pretest	postest	Diferencia	
Control	6.95	11.47	+ 4.52	-3.619
Experimental	7.16	19.4	+ 12.24	-6.580

Fuente: Elaboración propia.

La significancia bilateral para ambos grupos o parámetro *t* son mucho menores que 0.05 por lo tanto se concluye que, si existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los grupos de control y

experimental en los dos momentos del examen, es decir, entre el pretest y el postest.

Lo anterior significa que ambos grupos reflejan una diferencia positiva entre las medias de reactivos contestados correctamente. En el grupo de control la diferencia es de 4.52 reactivos, cifra que representa el aprendizaje logrado como resultado del proceso educativo realizado de forma tradicional, mientras que en el grupo experimental la diferencia es de 12.24 reactivos, que refleja la conveniencia de aplicar el diseño instrumental propuesto para tener mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos.

Tabla 15  
*Resultados de la prueba T de Student para muestras independientes*

Test	Media			t
	Control	Experimental	Diferencia	
Pretest	6.95	7.16	+ 0.21	0.818
Postest	11.47	19.40	+ 7.93	0,002

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de la tabla 15 que muestra la comparación de los resultados del pretest entre el grupo de control y el experimental arrojan un parámetro de 0.81, mucho mayor al nivel de significación de 0.05 indica que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias de cada grupo, lo cual confiere validez al cuasiexperimento realizado pues asegura que los grupos son similares y por lo tanto adecuados para realizar la investigación.

En relación con el postest, el parámetro resultante de 0.00 es menor al nivel de significación de 0.05 por lo tanto, existen diferencias estadísticamente

significativas en los resultados finales para el grupo de control y el grupo experimental en cuanto al conocimiento logrado.

El comportamiento de las medias de ambos grupos en los dos momentos de la evaluación se presenta en la figura 10.



Figura 10 Comportamiento de las medias por momentos de la evaluación  
Fuente: Elaboración propia

Para el grupo de control se observa un crecimiento relativamente significativo en la media grupal al comparar el pretest con el posttest, lo cual muestra que hubo un aumento en el nivel de aprovechamiento resultado del trabajo académico tradicional. Para el grupo experimental, que fue atendido aplicando la propuesta del diseño instruccional utilizando la tecnología para el logro de aprendizaje significativo, en crecimiento relativo a la media de reactivos contestados correctamente fue significativamente mayor al compararlo con el grupo de control.

Dados los anteriores resultados del análisis estadístico realizado con la información obtenida al aplicar la prueba pedagógica en el pretest y postest, se acepta la hipótesis del investigador que establece que existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetis 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza.

Los resultados son congruentes con investigaciones realizadas en diversos países y contextos que consideran el uso de la tecnología en procesos educativos como una alternativa que facilita en gran medida el aprendizaje, sin importar el contexto, las asignaturas ni el nivel académico de los grupos en que se aplique (Glasserman, 2013; Figueroa, 2014; Mireles, 2015; Rodríguez, 2015; Delialogu, 2016; Humanante, 2016; León, 2016; Martínez, 2016; Rodríguez, 2016; Marín, 2016; Herrera, 2016; Corcho, 2016; Alises, 2017; Melo, 2017; Beltrán, 2017 y Lazcano, 2017).

El desarrollo exponencial de la tecnología en cuanto a componentes electrónicos que cada vez son más pequeños y que permiten actualmente contar con dispositivos electrónicos móviles con grandes velocidades de proceso de información y gran capacidad de almacenamiento los hacen ideales para su uso como facilitadores en procesos de aprendizaje en prácticamente cualquier asignatura dada la enorme cantidad de aplicaciones que se han desarrollado en los sistemas operativos más populares.

La dinámica del desarrollo en componentes electrónicos proporciona los elementos necesarios para la evolución de las comunicaciones y del internet. Dicha evolución proporciona los medios para el uso de la tecnología en

procesos educativos desde el *eLearning* o aprendizaje electrónico donde inicialmente se utilizaba una computadora personal conectada con un cable para el uso del internet hasta el *uLearning* actual que implica que el estudiante toma decisiones acerca del que, el cómo, el cuándo y el dónde estudiar.

A nivel mundial y nacional, las estadísticas coinciden en cuanto al uso del internet. En cualquier instante del año, cerca del 40 % de la población está haciendo uso de ese recurso (STATISTA, s/f), lo que significa que, de manera global, alrededor de cuatro mil millones de personas navegan por la red y tal cantidad aumenta de manera constante. Tal estadística hace del internet un recurso sumamente importante en todas las actividades humanas, en particular, las que involucran procesos de aprendizaje.

Tales estadísticas son contundentes y justifican el hecho de que organismos internacionales establezcan recomendaciones y directrices para que todos los países integren políticas educativas que consideren el uso intensivo de la tecnología para fines educativos.

Para la UNESCO (2004) todos los países deben propiciar las condiciones necesarias para aprovechar de manera eficiente el uso de la tecnología en los procesos de aprendizaje, en particular, los profesores y los alumnos deben contar con el equipamiento necesario en sus planteles y centros de trabajo que les permita el acceso suficiente a las tecnologías digitales y al internet. Los contenidos disponibles deben ser de calidad y diseñados en el contexto en que se desarrolla el proceso educativo, además de coadyuvar en el proceso de formación de profesores como inmigrantes digitales y de alumnos como nativos digitales.

## CONCLUSIONES

El objetivo del presente trabajo de investigación es relativo a indagar si el uso de dispositivos electrónicos móviles (DEM) es facilitador de aprendizajes para la materia de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico. Se diseñó un cuasiexperimento seleccionando dos grupos de cuarto semestre del Centro de Estudios Tecnológico, Industrial y de servicios no. 148 de la ciudad de Durango, Dgo. México para participar como grupos experimental y de control y, para el primero se utilizó un diseño experimental elaborado exprofeso con actividades que consideran el uso intensivo de DEM, mientras que para el segundo se siguió la metodología tradicional.

Se eligió para el experimento una de las asignaturas del área de matemáticas pues son el tipo de asignaturas que tradicionalmente presentan un alto grado de dificultad en el nivel medio superior, con altos índices de reprobación y que contribuyen en gran medida a la deserción escolar. En particular, la materia de cálculo diferencial es muy importante dado que para poder cursarla con relativo éxito es necesario contar con los conocimientos previos de aritmética, álgebra, geometría y trigonometría y geometría analítica, y es a su vez antecedente para cálculo integral. El dominio de este tipo de asignaturas es fundamental para el estudiante que quiere ingresar a alguna institución de educación superior, sobre todo si tiene perfil de ingeniería.

En aspectos importantes de la revisión de literatura, más del 70 % de las investigaciones revisadas se concentran en los últimos cuatro años, lo que indica un rápido crecimiento del interés por el tema de la tecnología aplicada en

procesos educativos, en congruencia con la dinámica presentada por la tecnología en su evolución.

De las tesis de doctorado incluidas en el análisis del estado del arte, solo el 10 % corresponde al nivel medio superior, lo que significa un alto grado de oportunidad para realizar investigación educativa en prácticamente cualquier aspecto del proceso educativo en el nivel.

En cuanto a los resultados de la educación en México, al final de la secundaria y en el nivel medio superior se aplican exámenes estandarizados por parte de instancias nacionales e internacionales y sus conclusiones son similares. Para ambos niveles, casi la mitad de los estudiantes egresados se ubica en los niveles básicos de dominio de los aspectos encuestados, normalmente matemáticas y español. Dicha estadística contrasta de manera alarmante con los índices de eficiencia terminal, que en secundaria es del 98.2 % mientras que en bachillerato es del 67.3 % (INEGI, 2016).

Para responder a las preguntas de investigación que indagan sobre la medida en que el uso de dispositivos electrónicos móviles en la materia de cálculo diferencial en bachillerato es determinante para el logro de aprendizajes significativos por parte de los estudiantes de cuarto semestre del Cetic 148 y qué diferencias estadísticamente significativas se presentan con relación al aprendizaje de cálculo diferencial, entre el grupo experimental que empleó dispositivos móviles, con relación al grupo de control que no los empleó, se diseñó una prueba pedagógica que agrupa 37 reactivos en siete categorías con el objeto de establecer la medida en que los conocimientos fueron adquiridos por los alumnos del grupo de control y del grupo experimental, en el que se

aplicó el diseño instruccional formulado para utilizarse en la intervención pedagógica.

Los resultados del análisis estadístico realizado en el software SPSS a la base de datos obtenida de la aplicación de la prueba pedagógica en el pretest y posttest en los grupos de control y experimental muestran, en primer lugar, que los grupos parten de un estado de conocimientos muy similar, que otorga validez al experimento.

En segundo lugar, el grupo de control logra en el posttest crecimiento relativo de 4.52 reactivos resueltos correctamente, en relación con el pretest. Dicho porcentaje refleja un crecimiento normal resultado del trabajo docente que tradicionalmente se aplica en la asignatura.

En tercer lugar, el grupo experimental registra un crecimiento del 12.24 reactivos correctos, en relación con los resultados del pretest y posttest, significativamente mayor al logrado por el grupo de control. Este crecimiento refleja la pertinencia de la propuesta pedagógica aplicada.

Dado lo anterior, la hipótesis del investigador, que expresa que existe una diferencia estadísticamente significativa en el aprendizaje de los alumnos de la asignatura de cálculo diferencial del bachillerato tecnológico del Cetic 148 del grupo de alumnos que utilizan dispositivos electrónicos con respecto del grupo de alumnos que no los utiliza, se acepta.

La experiencia obtenida de la intervención docente pone de manifiesto que definitivamente el uso de dispositivos electrónicos móviles facilita el aprendizaje en la materia de cálculo diferencial en alumnos de bachillerato. Del proceso se desprenden algunas conclusiones.

- Los profesores como emigrantes digitales tienen el compromiso de adquirir las competencias que les permitan integrar los avances tecnológicos a los procesos de aprendizaje, como recomiendan los modelos educativos actuales.
- Los alumnos como nativos digitales pueden utilizar dispositivos electrónicos móviles para facilitar su comprensión de los temas ofrecidos por las asignaturas del plan de estudios, con actividades especialmente diseñadas en la planeación didáctica, con la supervisión del profesor.
- Los DEM tales como el teléfono celular inteligente y las tabletas digitales con intuitivos y fáciles de utilizar, por lo que los alumnos no presentan ningún problema al integrarlos a sus procesos de aprendizaje.
- Se ha desarrollado una enorme cantidad de aplicaciones, en los sistemas operativos más populares, las cuales se pueden utilizar, en la medida adecuada y con los instrumentos de control necesarios en las actividades de enseñanza aprendizaje, adecuadas para cualquier asignatura y en cualquier nivel de estudios.
- La disponibilidad inmediata de información facilita a los alumnos determinar el *qué*, el *cómo*, el *cuándo* y el *dónde* aprender, como complemento a las actividades rutinarias planteadas por el docente en su plan de clase.
- El uso de DEM propiedad de los alumnos permite resolver en parte los problemas que en cuanto a equipamiento tecnológico existe en los laboratorios de informática de las instituciones educativas, así como la disponibilidad del servicio de internet.

- En cuanto a los resultados del aprendizaje, la evidencia indica que los alumnos que utilizan DEM como facilitadores tienen mejores resultados que los alumnos que no los utilizan.
- Es necesario educar a los alumnos en el uso de DEM con fines de aprendizaje pues ellos tienen la libertad de elegir los contenidos, las aplicaciones y las herramientas que consideren adecuadas para sus procesos de aprendizaje.

Para tener mejores resultados, se recomienda que las instituciones educativas tengan la infraestructura necesaria en equipamiento de laboratorios de informática y cuenten con el servicio de internet adecuado para satisfacer la demanda planteada por los estudiantes. El proyecto de intervención propuesto es factible de utilizarse en cualquier asignatura pues, como se ha demostrado, los alumnos que utilizan la tecnología en sus procesos de aprendizaje logran mejores resultados que los que no lo aplican.

Finalmente, la presente investigación pretende motivar a los docentes a diseñar actividades que consideren el uso intensivo de dispositivos electrónicos móviles e integrarla a su planeación curricular de manera cotidiana, como una forma de hacer que los procesos de enseñanza aprendizaje se desarrollen en un ambiente tecnológico actualizado, que propicie la participación dinámica y responsable de los alumnos.

Por otro lado, el hecho de que los docentes de nivel medio superior realicen estudios de posgrado en relación con las ciencias del aprendizaje tendrá como resultado un mejor nivel académico tanto de profesores y alumnos

y, por ende, una mayor calidad en la educación pública que se ofrece, además de un incremento en las investigaciones educativas en el nivel.

## REFERENCIAS

- Alises, E. (2017). *Estudio cualitativo sobre el potencial pedagógico en los entornos digitales móviles para la construcción de un modelo enseñanza-aprendizaje en las asignaturas de música en ESO*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=121370>
- Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*.
- Backhoff, E. L. (12 de 06 de 2019). Obtenido de REDIE: <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>
- Beltrán, J. (2017). *eLearning y gamificación como apoyo al aprendizaje de programación*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=125172>
- Bransford, J., & Stein, B. (1993). *The Ideal Problem Solver*. Nueva York: Freeman.
- Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y Métodos de la Didáctica de las Matemáticas*. Argentina: Facultad de Matemáticas, Astronomía y Física.
- Brousseau, G. (1999). *Educación y Didáctica de las Matemáticas. Educación Matemática*. México.
- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989). *Situated Cognition and the culture of learning*.
- Campbell, D. Stanley, J. (1995). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Campos, J. (2015). *El uso de las TIC, dispositivos móviles y redes sociales en el aula de la educación secundaria obligatoria*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=83716>
- Cano, D. (2016). *Metodologías colaborativas en la Web 2.0 en el proceso de enseñanza aprendizaje*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=72151>
- Cárdenas, J. (2011). mLearning una nueva tendencia inherente al conectivismo. *Conectivismo*, 8-11.
- Contreras, S. (2013). *Cálculo diferencial*. México: FCE, SEP, DGETI.
- Corcho, P. (2016). *Enseñanza de los elementos notables del triángulo utilizando objetos de aprendizaje y LMS*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=47886>

- Córdova, R. (2011). *La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en blended learning*. Obtenido de <http://riubu.ubu.es/handle/10259/167>
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias, L. M. (2004). *Generalidades sobre la Metodología de la Investigación*. Ciudad del Carmen.
- Cruz, A. (. (13 de marzo de 2016). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rqchwdufc9Q>
- Delialioglu, O. (2016). *The Effect of Student`s Subjet Discipline on Their m-Learning Application Preferences*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?q=m+learning&id=EJ1122166>
- DGETI. (s.f.). Obtenido de <http://www.dgeti.sep.gob.mx>
- Enseñanza de los elementos notables del triángulo utilizando objetos de aprendizaje y LMS*. (s.f.). Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=4788640>
- Felix, N. (. (18 de enero de 2016). *Matefácil*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=bULckYoa5FA>
- Figueroa, M. (2014). *Desarrollo de habilidades de alfabetización digital mediadas por estrategias de aprendizaje vinculadas al uso de la tecnología móvil*. Obtenido de <http://www.remeri.org.mx/portal/REMERE.jsp?id=oai:repositorio.itesm.mx:11285/578270>
- Gagné, R. (1987). *Las condiciones del aprendizaje*. México: Interamericana.
- Garay, V. (2016). *Habilidades de entornos de aprendizaje mediados por TIC de pensamiento desarrolladas en escolares de educación básica en centros de alto rendimiento académico*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=79307>
- Glasserman, L. (2013). *Aprendizaje activo en ambientes enriquecidos con tecnología*. Obtenido de <http://catedra.ruv.itesm.mx/handle/987654321/743;%20http://hdl.handle.net/11285/578215>
- Gomez, A. (. (11 de abril de 2018). *ProfeAlex*. Obtenido de [https://www.youtube.com/watch?v=jtqCHZ\\_4vik](https://www.youtube.com/watch?v=jtqCHZ_4vik)
- Gutierrez, N. (. (24 de septiembre de 2012). *Ingeniat*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=bebUEtxeoyo>
- Gutierrez, N. (9 de julio de 2016). *Ingeniat*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=H40lcwlgPMk&t=450s>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bapista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

- Hernández, P. (1989). *Diseñar y enseñar*. Tenerife: Narcea S.A.
- Herrera, S. (2016). *MADE-mlearn: Marco para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de m-learning*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55492>
- Hsiao, J. (10 de Octubre de 2001). *CSCL (Computer Support for Collaborative Learning) Theories*. Obtenido de [www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html#construct](http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/Dhsiao/theories.html#construct)
- Humanante, P. (2016). *Entornos personales de aprendizaje en la educación superior*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=114972>
- INEE. (s.f.). Obtenido de <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/B/115/P1B115.pdf>
- INEGI. (s.f.). Obtenido de [http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017\\_Nal.pdf](http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2017/internet2017_Nal.pdf)
- INTERNET LIVE STATISTICS. (s.f.). Obtenido de <http://www.internetlivestats.com>
- ITU. (s.f.). Obtenido de <https://www.itu.int/es/about/Pages/default.aspx>
- Jimenez, B. (2011). *Uso de objetos de aprendizaje para dispositivos móviles a nivel bachillerato*. Obtenido de <http://www.remeri.org.mx/portal/REMERI.jsp?id=oai:repositorio.itesm.mx:11285/571273>
- Juárez, J. (2016). *Factores a considerar para la implementación de un modelo o modalidad de aprendizaje*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=78845>
- Kantel, E. (2010). *Diseño de un entorno colaborativo móvil para apoyo al aprendizaje a través de dispositivos móviles de tercera generación*. Obtenido de <http://rita.det.uvigo.es/201011/uploads/IEEE-RITA.2010.V5.N4.pdf#page=32>
- Kerlinger, F. Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento*. México: Mc Graw Hill.
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. Argentina: Fondo de Cultura Económica.
- Lave, J., & Wenger, E. (1990). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Lazcano, S. (2017). *Guía metodológica para el desarrollo de aplicaciones móviles enfocadas al mLearning*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7439>

- León, M. (2016). *Aplicación de aprendizaje móvil para mejorar la interacción oral de estudiantes de español como lengua extranjera*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=120518>
- Marín, C. (2016). *¿Las formas de aprender, conocer, y producir conocimiento se modifican con la mediación de los dispositivos móviles celulares en el aula?* Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/7579>
- Martín, N. (2009). *Análisis del uso de dispositivos móviles en el desarrollo de estrategias de mejora en las habilidades espaciales*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11796/tesisUPV3187.pdf?sequence=1>
- Martínez, M. (2016). *Análisis del rendimiento académico del alumnado del último curso de ingeniería mediante nuevas tecnología en el proceso de enseñanza/aprendizaje*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=116384>
- Mayer, R. &. (2011). *Elearning and the science of instruction*. San Francisco: Pfeiffer.
- Mayer, R. (2011). *Elearning and the science of instrucción*. San Francisco: Pfeiffer.
- Mayer, R. (2014). *Multimedia learning*. Santa Bárbara: Cambridge University Press.
- Melo, M. (2017). *Gramificación en entornos colaborativos para dispositivos móviles*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=123132>
- Mireles, M. (2015). *Ambientes mLearning: Elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje usando telefonía móvil*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=57508>
- Mireles, M. (2015). *Ambientes mLearning:Elementos que intervienen en el proceso de aprendizaje usando telefonía móvil*. Obtenido de <https://hera.ugr.es/tesisugr/25302826.pdf>
- Moreno, M. (2016). *Competencias de los estudiantes de séptimo y octavo grado en la resolución de problemas matemáticos y su relación con las estrategias docentes*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=77521>
- Mosquera, L. (. (20 de noviembre de 2017). *ProfLina*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=bULckYoa5FA>
- OCDE, O.-U. U. (2016). *La naturaleza del aprendizaje*. OCDE.
- Oshima, J., Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1995). *Computer Support for Collaborative Learning*.

- Pantoja, R. (2014). *Diseño de un ambiente virtual con soporte en la multimedia y el software Mathcad para el aprendizaje de la teoría de polinomios de grado superior*. Obtenido de <http://www.remeri.org.mx/tesis/INDEXE-TESIS.jsp?id=oai:repositorio.udg.mx:120>
- PC Magazine. (s.f.). Obtenido de <http://latam.pcmag.com/sistemas-operativos-moviles/18490/news/el-996-del-mercado-movil-le-pertenece-a-android-y-ios>
- Perea, K. (2012). *Desarrollo de aprendizajes significativos con recursos de mLearning integrados en diferentes ambientes de educación a distancia*. Obtenido de <http://www.remeri.org.mx/portal/REMEREI.jsp?id=oai:repositorio.itesm.mx:11285/578083>
- Pérez, G. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. Madrid: La Muralla.
- Piaget, J. (1991). *Seis Estudios de Psicología. España*. España: Labor S.A.
- PLANEA. (s.f.). Obtenido de <http://planea.sep.gob.mx/bienvenida/>
- Ramírez, J. (2015). *Propuesta de mediación digital basada en principios conectivistas para tejer prácticas de aprendizaje*. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8310/JoseJulian\\_RamirezArboleda\\_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8310/JoseJulian_RamirezArboleda_2015.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Ramírez, S. (2009). *Recursos tecnológicos para el aprendizaje móvil y su relación con los ambientes de educación a distancia: implementaciones e investigaciones*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3314/331427211005.pdf>
- Rodríguez, L. (2015). *Diseño de una metodología mLearning para el aprendizaje del idioma inglés*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4532>
- Romrell, L. (2014). *The SAMR Model as a Framework for Evaluating mLearning*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?q=m+learning&id=EJ1036281>
- Ruth, M. (2017). *The eLearning Setting Circle: First steps toward theory development in eLearning research*. Obtenido de <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1140098.pdf>
- S/N, Z. (. (13 de junio de 2016). *AlfaVirtual*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=6w9EX2nTT8Y>
- S/N, Z. (. (20 de noviembre de 2017). *AlfaVirtual*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=HBbqsY4Coaw>
- Schoenfeld, A. H. (1987). *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Sebastian, R. (. (29 de marzo de 2014). *RubenSebastian*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=CZbA2ckCjXA>
- Selami, E. (2015). *eLearning as a teaching strategy actively used in FATIH project*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?q=technologic+learning&id=EJ1086022>
- Siemens, G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*.
- Silva, M. (2016). *Uso de dispositivos móviles como herramienta tecnológica en el sistema de gestión de aprendizaje*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=109162>
- Sobrino, A. (2014). Aportaciones del Conectivismo como modelo pedagógico post-constructivista. *Propuesta Educativa*, 39-48.
- Spiro, R., Coulson, R., Feltovich, P., & Anderson, D. (1988). *Cognitive flexibility theory: Advances knowledge acquisition in ill-structured domains*. Newark, DE: V. Patel.
- Squires, D. (2014). *m-Learning: Implications in learning domain specificities, adaptive learning, feedback, augmented reality and the future of online learning*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?q=m+learning&id=EJ1098557>
- STATISTA *The statistic Portal*. (s.f.). Obtenido de <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>
- Tienda Google. (s.f.). Obtenido de <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.daboapps.mathematics>
- UNESCO. (s.f.). Obtenido de <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed>
- UNESCO. (2004). *Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Formación Docente; Guía de planificación*. París.
- UNESCO. (2013). *Directrices para las Políticas de Aprendizaje Móvil*. París.
- Valles, M. (1999). *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis.
- Vargas, S. (. (13 de mayo de 2015). *AcademiaInternet*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=dEsKcgcRYME>
- Verdú, J. (2015). *Propuesta de un modelo teórico de enseñanza para entornos de aprendizaje móvil en las enseñanzas artísticas visuales*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=100823>
- Victoria, J. (2014). *Dispositivos móviles como elementos de mediación del aula virtual*. Obtenido de

<http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/652/Jorge%20Hernan%20Victoria%20Duque.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Villa, H. (2010). *Aprendizaje ubicuo en la enseñanza de las matemáticas*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3739983>
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- Winn, W. (1993). *Designing Environments for the Constructive Learning*. Berlin: Springer-Verlag.
- Yang, L. (2013). *El concepto y el proceso de apropiación de una tecnología móvil aplicada a la práctica formativa*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=86034>
- Yorganci, S. (2017). *Investigating Students' Self-Efficacy and Attitudes Towards the Use of Mobile Learning*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?q=m+learning&id=EJ1133019>
- Zapata, M. (2012). *Calidad en entornos ubicuos de aprendizaje*. Obtenido de [http://www.um.es/ead/red/31/zapata\\_ros.pdf](http://www.um.es/ead/red/31/zapata_ros.pdf)
- Zapata, M. (2015). *Teorías y modelos sobre aprendizaje en entornos conectados y ubícuos*. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516169102>

## ANEXOS



Universidad Pedagógica de Durango.  
Doctorado en Ciencias para el Aprendizaje.  
Técnicas e Instrumentos de Recuperación de  
Información Empírica.  
Prueba Pedagógica.



El objetivo de la presente prueba pedagógica es el de recolectar información referente al tema de comportamiento de una función, perteneciente a la asignatura de Cálculo Diferencial del cuarto semestre del bachillerato tecnológico, para efectos de diagnóstico, como una parte del trabajo de tesis denominado “Uso de Dispositivos Móviles como Mediadores del Aprendizaje Significativo en la materia de Cálculo Diferencial del Bachillerato”, en proceso de elaboración por Jose Luis Campos Arreola, estudiante de tercer semestre del Doctorado en Ciencias para el Aprendizaje y docente del Cetis 148.

La información requerida es totalmente anónima, se proporciona de manera voluntaria, no existe ningún riesgo al otorgarla y no afecta la calificación de los alumnos ni al profesor.

Se agradece de antemano a los docentes y alumnos del Cetis 148 su entusiasta participación, esperando que el presente trabajo de investigación tenga como efecto principal elevar el nivel académico de los futuros estudiantes de la materia de Calculo Diferencial.

Información general.

Edad \_\_\_\_\_ años Sexo ( M ) ( F )

Marca con una “X” si dispones de los siguientes dispositivos y servicios.

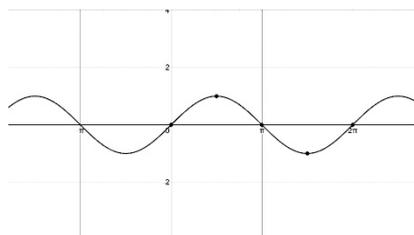
( ) Teléfono celular inteligente                      ( ) Tablet                      ( ) Computadora portátil

( ) Computadora de escritorio                      ( ) Internet

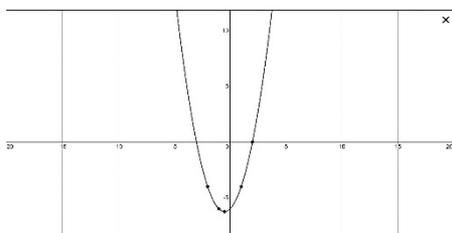
Instrucciones.

Utiliza todos los recursos disponibles para resolver los siguientes reactivos, de manera individual.

1. Identifica a qué tipo de función pertenecen las siguientes gráficas, escribiendo dentro del paréntesis el número correspondiente:



( )

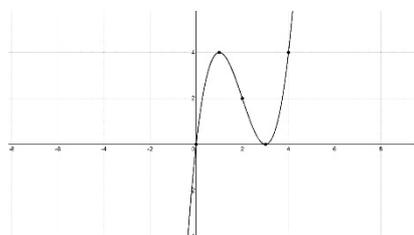


( )

(1) Función algebraica de grado 1.

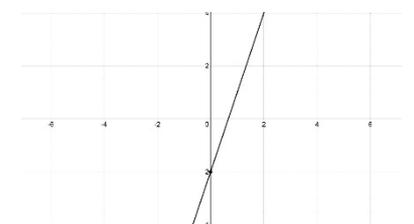
(2) Función algebraica de grado 2.

(3) Función algebraica de grado 3.



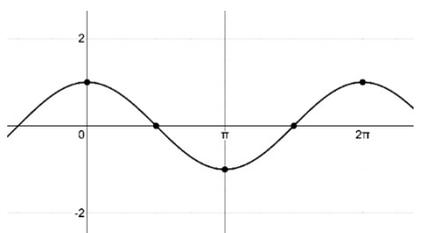
( )

(4) Función trigonométrica.



( )

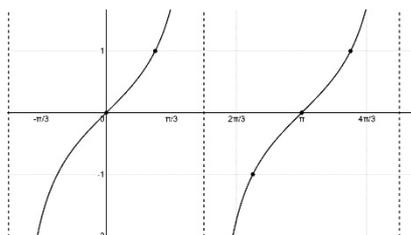
2. Identifica a qué tipo de función pertenecen las siguientes gráficas:



( )

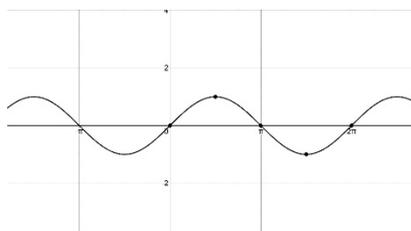
(1) Función seno.

( )



(2) Función coseno.

(3) Función tangente.

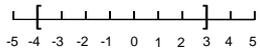
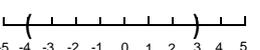
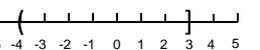


( )

3. La notación de desigualdad para el intervalo  $[-4,3)$  es:

- a)  $-4 < x > 3$       b)  $-4 < x < 3$       c)  $-4 \leq x < 3$       d)  $-4 \leq x \leq 3$

4. La representación gráfica para el mismo intervalo es:

- a)       b)       c)       d) 

5. Es el conjunto de valores que puede tomar la variable dependiente:

- a) Rango      b) Tabla de valores      c) Par ordenado      d) Dominio

6. Ordena del 1 al 5 los siguientes enunciados, que representan los pasos a seguir para obtener la gráfica de una función:

- ( ) Localizar los puntos en un sistema de coordenadas rectangulares.  
 ( ) Tabular los valores correspondientes de ambas variables.  
 ( ) Interpretar la gráfica de la función.  
 ( ) Establecer el dominio de la variable independiente.  
 ( ) Calcular el rango de la variable dependiente.

7. En la siguiente gráfica identifica los valores de  $x$  para los cuales la función es creciente:





<p>Para <math>x_1</math>:</p> <table border="1"><thead><tr><th>Valor de x</th><th>Signo de <math>f'(x)</math></th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></tbody></table> <p>Hay un cambio de signo en <math>f'(x)</math> de (+/-) a (+/-) por lo tanto hay un (Max/Min) en <math>x</math>( , ).</p>	Valor de x	Signo de $f'(x)$					<p>Para <math>x_2</math>:</p> <table border="1"><thead><tr><th>Valor de x</th><th>Signo de <math>f'(x)</math></th></tr></thead><tbody><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></tbody></table> <p>Hay un cambio de signo en <math>f'(x)</math> de (+/-) a (+/-) por lo tanto hay un (Max/Min) en <math>x</math>( , ).</p>	Valor de x	Signo de $f'(x)$				
Valor de x	Signo de $f'(x)$												
Valor de x	Signo de $f'(x)$												

13. Un punto de inflexión ocurre cuando:

- a) Se presenta el punto más alto en la gráfica de la función.
- b) La pendiente cambia de signo en la gráfica.
- c) Se presenta un cambio en la concavidad de la gráfica.
- d) La gráfica cambia de cuadrante positivo a negativo.

14. Encuentra el punto de inflexión para la función  $f(x) = x^3 - 6x^2 + 9x$ .

- a. Encuentra la segunda derivada de la función  $f''(x)=$
- b. Igualando a 0 la segunda derivada, resuelve la ecuación resultante para  $x$ , y el punto de inflexión ocurre para  $x$  ( , ). Comprueba tus resultados en la gráfica correspondiente.

Muchísimas gracias por tu participación.

USO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS MÓVILES COMO MEDIADORES  
DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA MATERIA DE CÁLCULO  
DIFERENCIAL DEL BACHILLERATO

