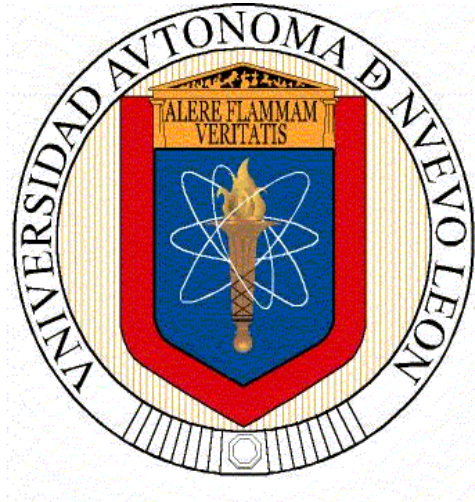


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



**“MODELO DE SIMPLIFICACIÓN DE CONCEPTOS PARA EL
DISEÑO DE HERRAMIENTAS DIDÁCTICAS”**

POR

OSCAR ADOLFO YERENA DE LEÓN

**PARA OBTENCIÓN DEL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ORIENTACIÓN EN GESTIÓN E
INNOVACIÓN DEL DISEÑO**

JULIO 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA**



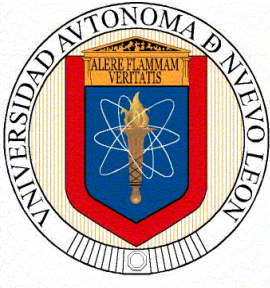
**“Modelo de simplificación de conceptos para el diseño de
herramientas didácticas”**

Por

L.D.I. Oscar Adolfo Yerena de León

**Para Obtención del Grado de
Maestría en Ciencias con Orientación en Gestión e Innovación del
Diseño**

julio 2016



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



Tesis

**“Modelo de simplificación de conceptos para el diseño de
herramientas didácticas”**

Por

L.D.I. Oscar Adolfo Yerena de León

Para Obtención del Grado de
Maestría en Ciencias con Orientación en Gestión e Innovación del
Diseño

San Nicolás De Los Garza, Nuevo León,

julio, 2016

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: VISIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.1. Antecedentes	7
1.2. Planteamiento del problema	11
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
1.4. Justificación	13
1.5. Hipótesis	14
1.6. Alcances y limitaciones	14
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.	16
Diagrama del marco teórico	16
2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO	17
PARTE 1: PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	17
2.1.1. Psicología Cognitiva.....	18
2.1.2. Percepción Sensorial	21
2.1.2.1. Teorías “Bottom-Up”	23
2.1.2.2. Teoría “Top-down”	24
2.1.3. Atención	26
2.1.4. Memoria	30
2.1.5. Creatividad.....	34
2.1.6. Resolución de problemas.....	38
PARTE 2: MODELOS DE APRENDIZAJE.....	42
2.1.7. Definición y particularidades.	43
2.1.8. Modelo de Kolb.	45
2.1.9. Modelo de Honey & Mumford.	50
2.1.10. Modelo de Dunn & Dunn.....	52
2. 2: CONCEPTOS.	58
2.2.1. Concepto.....	59
2.2.2. Conceptos complejos.....	63
2.3: MODIFICADORES DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO	66

2.3.1. Simplificación.....	66
2.3.2. Lúdica.....	70
2.3.3. Interactividad.....	73
2.3.4. Curiosidad.....	77
2.3.5. Motivación.....	80
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.....	84
3.1. Diseño de la investigación.....	84
3.2. Enfoque cuantitativo.....	85
3.3. Enfoque cualitativo.....	93
CAPÍTULO 4: RESULTADOS.....	96
4.1. Datos cuantitativos (Estadísticos).....	97
4.2. Datos cualitativos.....	102
CAPÍTULO 5: PROPUESTA Y CONCLUSIONES.....	105
5.1. Propuesta MODELO PARA LA SIMPLIFICACIÓN DE CONCEPTOS.....	105
5.1.1. Documentación.....	108
5.1.2. Distribución.....	108
5.1.3. Abstracción.....	108
5.1.4. Reestructuración.....	112
5.1.5. Aplicación.....	112
5.2. Conclusiones.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	116
ANEXOS.....	120
Anexo 1: Herramienta cuantitativa.....	120
Anexo 2: Herramienta cualitativa.....	122
Anexo 3: Datos cuantitativos.....	123
Anexo 4: Entrevistas a expertos (Datos cualitativos).....	126
Anexo 5: Calificaciones de Geometría y Álgebra.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: El desempeño de México en pruebas internacionales no es satisfactorio.....	9
Fig. 2: Temas de mayor importancia para la psicología cognitiva (Sternberg & Sternberg, 2012) con sus aplicaciones en una metodología de diseño de herramientas didácticas.....	20
Fig. 3: Proceso de la percepción sensorial simplificada y ejemplificada.....	22
Fig. 4: Teorías Bottom-Up según Sternberg & Sternberg y su descripción.	23
Fig. 5: Proceso de la percepción constructivista dentro del proceso general perceptivo.	25
Fig. 6: Clasificación de la atención (Friedenberg, 2006), definición y soluciones a problemáticas relacionadas al diseño de herramientas didácticas.....	27
Fig. 7: Proceso perceptivo en la detección de señales.....	28
Fig. 8: Proceso perceptivo esquematizado de la función de vigilancia.....	28
Fig. 9: Proceso perceptivo de la función de la atención de búsqueda.....	29
Fig. 10: Operaciones de la memoria (Sternberg & Sternberg, 2012).....	30
Fig. 11: Factores que juegan un papel importante en la creatividad (Gomez, 2007).....	35
Fig. 12: Proceso de la resolución de un problema por parte del usuario durante el uso de una herramienta didáctica.	39
Fig. 13: Ciclo del aprendizaje de Kolb (McLeod, 2008) y su relación con actividades clave del individuo.	47
Fig. 14: Estilos de aprendizaje de Kolb (Clark, 2000b). <i>Fuente: Elaboración propia.</i>	48
Fig. 15: Estilos de aprendizaje de Honey & Mumford. <i>Fuente: Elaboración propia.</i>	50
Fig. 16: Clasificación de conceptos según Davidson.....	60
Fig. 17: Funciones de clasificación de los conceptos.....	61
Fig. 18: Proceso de la definición de un concepto/objeto desde dos puntos de vista.	62
Fig. 19: ¿Cómo afectan los conceptos complejos a los procesos mentales?.....	65
Fig. 20: Ciclo de simplificación de la información. <i>Fuente: Elaboración propia.</i>	67
Fig. 21: Medios de simplificación y reducción de información compleja según Bradley (2014).	68

Fig. 22: Pasos para simplificar contenido e información. <i>Fuente: Elaboración propia...</i>	69
Fig. 23: Tipología del juego.	71
Fig. 24: Formas en las que se juega durante la niñez.	72
Fig. 25: Mecánicas presentes en la interactividad según Sims (1997).	75
Fig. 26: Proceso de la curiosidad para la obtención de un conocimiento.	79
Fig. 27: Resultados y observaciones de Boekaerts ante la motivación educativa.	83
Fig. 28: Calculo del tamaño de la muestra	93
Fig. 29: Proceso de simplificación de conceptos.	107
Fig. 30: Primera generación de diagrama para la definición de un concepto.	109
Fig. 31: Diagrama refinado para la definición de un concepto.	110
Fig. 32: Diagrama para definir un “Objeto/Ser”.	110
Fig. 33: Diagrama para definir un “Proceso”.	111
Fig. 34: Diagrama para definir un “Concepto Situacional/Intangibles”.	111
Fig. 35: Ciclo de simplificación de la información.	113
Fig. 36: Proceso de simplificación de conceptos refinado.	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos comparativos de estudiantes en 6° grado de primaria.	8
Tabla 2: Datos comparativos de estudiantes en 3° grado de secundaria.	8
Tabla 3: Elementos y consideraciones de los factores ambientales.	53
Tabla 4: Elementos y consideraciones de los factores emocionales.	54
Tabla 5: Elementos y consideraciones de los factores sociológicos.	55
Tabla 6: Elementos y consideraciones de los factores fisiológicos.	56
Tabla 7: Elementos y consideraciones de los factores psicológicos.	57
Tabla 8: Diferentes definiciones o planteamientos sobre conceptos complejos.	64
<i>Tabla 9: Motivación intrínseca. Fuente: Elaboración propia.</i>	<i>80</i>
Tabla 10: Motivación extrínseca.	81
Tabla 11: Desarrollo de ítems - Psicología cognitiva.	87
Tabla 12: Desarrollo de ítems - Preferencias de aprendizaje.	87
Tabla 13: Desarrollo de ítems - Modelo Dunn & Dunn.	88
Tabla 14: Desarrollo de ítems - Conceptos.	89
Tabla 15: Desarrollo de ítems - Adquisición de conceptos.	89
Tabla 16: Desarrollo de ítems – Lúdica.	90
Tabla 17: Desarrollo de ítems - Interactividad.	90
Tabla 18: Desarrollo de ítems - Curiosidad	91
Tabla 19: Escala de Likert para encuesta.	91
Tabla 20: Preguntas generadas para la variable "Adquisición del conocimiento".	94
Tabla 21: Preguntas generadas para la variable "Conceptos".	95
Tabla 22: Preguntas generadas para la variable "Experiencia del usuario".	95
Tabla 23: Alfa de Cronbach para una muestra de 23 elementos (Primera fase).	98
Tabla 24: Alfa de Cronbach para una muestra de 18 elementos (Segunda fase).	98
Tabla 25: Ítems con una mayor incidencia de interés.	99
Tabla 26: Ítems con una correlación mayor en la matriz.	101
Tabla 27: Ítems con una correlación menor en la matriz.	101

Capítulo 1: Visión General de la Investigación

1.1. Antecedentes

El avance en la educación y el conocimiento actual en México se ha visto obstaculizado por distintos factores, uno muy importante es la manera en la cual se presenta un conjunto de información a un individuo (Ya sea un estudiante, un visitante de un museo, etc.) para que sea procesada por el mismo y finalmente sea adquirido un conocimiento que le dé un crecimiento personal, ésta manera de brindarle información a un usuario ha demostrado no ser efectiva.

La problemática presentada tiene raíz en el sistema educativo, su modo de enseñar, del cual María Luisa Santillán (2013), miembro de la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM expresa que es “un modelo que prioriza la memoria, la repetición y el enciclopedismo” y según el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (Backhoff, 2011), “una gran proporción de estudiantes desde preescolar hasta bachillerato no logran adquirir las habilidades y los conocimientos disciplinarios, que se consideran mínimos e indispensables”.

La ineficacia del sistema actual se ve reflejada en los resultados de evaluaciones nacionales, como lo es la prueba ENLACE e internacionales, siendo ésta la evaluación PISA. Por parte de la prueba ENLACE, comparaciones entre datos obtenidos de la Secretaría de Educación Pública (SEP, s.f. a & s.f. b) y del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, s.f.) muestran que la cantidad de alumnos con un nivel “Insuficiente” en dicha prueba son mayores al número de egresados en los años finales de primaria (Tabla 1) y secundaria (Tabla 2), lo cual señala una situación preocupante debido a la falta de preparación en los estudiantes que egresan a niveles superiores.

	INSUFICIENTE	EXISTENCIA TOTAL	EGRESADOS	NO EGRESADOS
2006	20.42 %	2,296,734	2,262,256	1.50 %
2007	19.25 %	2,275,099	2,265,877	0.41 %
2008	21.38 %	2,256,712	2,255,600	0.05 %
2009	19.40 %	2,238,324	2,221,198	0.77 %
2010	11.95 %	2,239,386	2,229,434	0.44 %
2011	13.81 %	2,381,517	2,228,258	6.44 %
2012	15.82 %	2,306,824	2,212,398	4.09 %
2013	12.96 %	2,350,656	2,203,435	6.26 %
MEDIA	16.87 %	2,293,156	2,234,807	2.49 %

Tabla 1: Datos comparativos de estudiantes en 6° grado de primaria.

Fuente: Elaboración propia.

	INSUFICIENTE	EXISTENCIA TOTAL	EGRESADOS	NO EGRESADOS
2006	50.92 %	1,832,294	1,589,511	13.25 %
2007	46.70 %	1,856,679	1,617,888	12.86 %
2008	43.99 %	1,913,113	1,648,336	13.84 %
2009	43.26 %	1,918,313	1,721,810	10.24 %
2010	44.15 %	1,918,904	1,722,212	10.25 %
2011	45.84 %	1,907,780	1,714,646	10.12 %
2012	45.72 %	2,113,862	1,770,279	16.25 %
2013	43.35 %	2,130,128	1,799,197	15.54 %
MEDIA	45.49 %	1,948,884	1,697,985	12.79 %

Tabla 2: Datos comparativos de estudiantes en 3° grado de secundaria.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el Programa Internacional para la Evaluación de Alumnos (OCDE, 2012) revela que el 47% de los alumnos mexicanos de 15 años (Nivel secundaria) no alcanzan el nivel de competencias básico en ciencias, 55% en matemáticas y 41% en lectura, lo cual se traduce a un retraso promedio de 2 años de escolaridad al ser comparado con la media establecida (Figura 1).

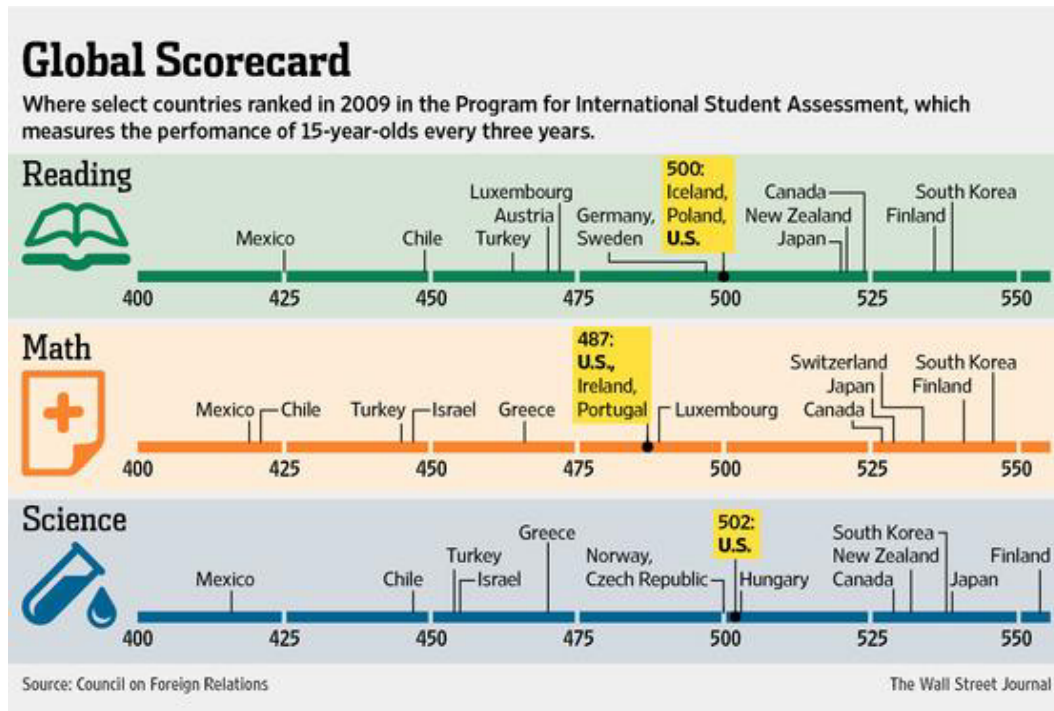


Fig. 1: El desempeño de México en pruebas internacionales no es satisfactorio.

Fuente <http://online.wsj.com/articles/SB10001424052702304636404577293680357562536>.

La manera en la cual se enseña actualmente, por medio de la memorización y repetición, no busca solucionar la comprensión efectiva y duradera de a lo que se le denominará “conceptos complejos” en este trabajo, los cuales son *conceptos que se componen de ideas interrelacionadas que ayudan a darle un sentido y contexto general*. Un concepto de ésta naturaleza puede ser empleado en las ciencias y las artes por igual.

Usualmente, cuando se habla de un concepto complejo, se habla de un fenómeno del conocimiento que requiere el uso adecuado de información para su comprensión adecuada, por lo tanto, el aprendizaje de un conocimiento depende del nivel y manera personal de comprensión del individuo, como las llamadas modalidades o estilos de aprendizaje.

Las modalidades de aprendizaje existen en la enseñanza, los cuales son los canales sensoriales por los cuales se da, recibe y almacena la información (Reiff, 1992) y los estilos de aprendizaje, los cuales son los caminos habituales que el individuo toma

para procesar y transformar el conocimiento (Honey, P. & Mumford, A., 1992). Ambas coinciden con que la comprensión del estudiante por medios visuales, auditivos y cinestésicos (Basada en el movimiento humano) son los preferidos para aprender algo (Zainol, M. J., Ali, A., Nor, H. & Balbir, K. K., 2001, pág. 148), así como que cada estudiante tiene una inclinación hacia un estilo de aprendizaje y se ven guiados hacia una modalidad debido a sus capacidades individuales (Zainol et al., 2011).

Por sí solas, las modalidades y estilos de aprendizaje son sólo un medio por el cual se presenta información, para potenciar su efectividad es necesario aplicar estrategias que permitan la adquisición de dicho conocimiento sin las limitantes que afectan el desarrollo y desempeño del estudiante, una de dichas estrategias es la del uso de ejercicios prácticos. El trabajo práctico es un medio de aprendizaje en el cual los estudiantes interactúan con materiales de manera directa para observar y comprender un fenómeno de manera empírica y exploratoria (Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P., 2007, pág. 394), debido a su naturaleza ilustrativa y basada en la observación y aprendizaje empírico, se puede lograr un acercamiento más directo a las modalidades y estilos de aprendizaje al combinarlos y traducirlos en herramientas didácticas.

Abrahams & Millar (2008) establecen aspectos a considerar para observar y medir la efectividad del trabajo práctico por medio de cuatro aspectos: *Los objetivos de la práctica, lo que se debe hacer, lo que los estudiantes hacen y lo que los estudiantes aprenden*. Al medir estos aspectos es posible observar si la actividad tuvo el efecto deseado.

El éxito del aprendizaje por medio de actividades prácticas no recae en el trabajo práctico por sí mismo, sino que depende de cómo se aplica para que tenga un efecto positivo en el estudiante, dicho aspecto es la limitante más grande del aspecto práctico. Cabe agregar que no se buscan reemplazar las estrategias actuales al aplicar solamente las prácticas, lo que se busca es que se complementen mutuamente y aplicar el trabajo experimental para brindarle las herramientas necesarias al estudiante para comprender un tema complejo.

1.2. Planteamiento del problema

En la actualidad, existe una carencia de teorías que faciliten el diseño de herramientas para la difusión de la ciencia, que se ve reflejada en los dispositivos presentes dentro de los espacios facilitadores del conocimiento. Ésta problemática se debe a la falta de consideración de estrategias que permitan mejorar la experiencia del usuario para mejorar el aprendizaje de un concepto complejo.

Algunas de las estrategias antes mencionadas, que en ésta investigación se le denominarán “Modificadores en la Experiencia del Usuario” (ó simplificado a M.E.U.), las cuales son *características que generan un cambio benéfico en la percepción de un producto al reformular los elementos que lo componen*. Los MEU se aplican en el proceso de diseño de manera implícita, pero la mayoría no han sido integrados dentro de la didáctica.

Los MEU que más se relacionan al desarrollo de herramientas didácticas podrían ser:

- **Simplificación:** La separación de los elementos más básicos en un tema podrían permitir la comprensión de conceptos complejos.
- **Lúdica:** El empleo de actividades que apliquen el juego es un aspecto usado en la didáctica, y puede colaborar para generar una mejora en el aprendizaje.
- **Ambigüedad:** La incertidumbre en el usuario puede tener un efecto positivo en el interés en el usuario para motivarlo a realizar la actividad de aprendizaje.
- **Interactividad:** Por medio de interfaces y elementos responsivos sociales (humanos), analógicos o digitales, se puede tener una experiencia más intuitiva e integral sobre el concepto a aprender.
- **Curiosidad:** Al igual que la ambigüedad, se crea un estado de interés en el usuario, el cual se puede traducir en mayor interés.
- **Interdisciplinariedad:** La implementación de distintas disciplinas, como lo son: El arte, la ingeniería, el diseño industrial, las ciencias y la pedagogía, podrían facilitar la creación de una herramienta didáctica más efectiva.

La implementación de los MEU busca a la vez desarrollar soluciones alternas a la representación estática de conceptos, la cual no siempre da un impacto efectivo en el usuario debido al tipo de modalidad de aprendizaje por el cual puede adquirir y aplicar el conocimiento de manera intuitiva y natural. Para esto, podría tomarse el enfoque de la simulación, que abre la puerta a la experimentación y la interacción con el sujeto de estudio por medio del uso directo del material didáctico que se desea desarrollar.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Desarrollar estrategias para el diseño de herramientas didácticas que facilite la comprensión de conceptos complejos por medio de la simplificación de los mismos, a fin de propiciar la difusión efectiva del conocimiento.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Buscar modelos de enseñanza que permitan conocer la manera más efectiva en la que un individuo pueda aprender, esto para considerar sus elementos en la generación de la propuesta del proyecto presente.
- Analizar cómo los conceptos son abstraídos y determinar cómo llegan a tener una alta dificultad de comprensión.
- Generar métodos de análisis para integrar la información simplificada dentro del diseño.
- Conocer cuáles son las preferencias de aprendizaje de los usuarios potenciales para mejorar la adaptabilidad de las estrategias.
- Descubrir la mecánica de aprendizaje que se lleva a cabo en el entorno delimitado en el proyecto presente desde el punto de vista del usuario secundario.

El cumplimiento de cada uno de los objetivos se demuestra en el capítulo 4, resultados.

1.4. Justificación

La educación es primordial para formar al ser humano y el tener como resultado a individuos que aporten sus conocimientos adquiridos para poder avanzar al país a un mejor futuro, es la base para la mejora de nuestra sociedad. Esto no sólo es uno de los más notables indicadores de éxito en el mercado laboral del mundo actual, sino que la mejora en la educación significa una mejor calidad de vida en general (Riddell, 2004, p.5). Los principales beneficios de una educación efectiva son: La generación de conocimiento gracias a la simplificación de los conceptos complejos, lo cual permite avances tecnológicos a largo plazo; la innovación en las mismas tecnologías como consecuencia de una sociedad más informada e interesada en tópicos científicos y un crecimiento económico general, al permitirse una mayor competitividad en el mercado internacional.

Las actividades prácticas han tenido un gran impacto en la educación y permitido generar conocimiento a partir de experiencias. Al incluir un aspecto lúdico, es posible provocar curiosidad en el usuario para que desarrolle una actividad mientras se divierte y a la vez pueda comprender un concepto en conjunto con los conocimientos adquiridos previamente.

A todo esto, éste tema de tesis se enfoca en generar la chispa que puede permitirle a una persona, sea un infante, adolescente o adulto, el impulso por conocer más, interesarse en un tema o concepto que le puede abrir el camino a ser un mejor estudiante y por ende, un miembro de la sociedad más valioso.

El diseño lúdico y conceptos relacionados a la simplificación de términos e información, como tales, no han sido aplicados o explorados en el área del diseño industrial con el objetivo de difundir las ciencias, y si se implementan las distintas disciplinas disponibles, se podrá brindar un balance entre lo que se aprende y la diversión que se tiene al realizar la actividad, sin distraer al usuario al jugar o aburrirlo de la información a aprender.

La gran parte de los diseños en la actualidad se basan en la aplicación de un concepto de manera directa y sin la intención de motivar genuinamente al usuario para una comprensión más sencilla. Al simplificar conceptos complejos, adentrándose en su funcionamiento básico y aplicándolo en herramientas por medio de un modelo, se podrá tener un alcance mayor en la búsqueda y desarrollo de nuevos medios que difundan el conocimiento de manera efectiva y comprender cómo los conceptos como la lúdica o la ambigüedad se relacionan para permitirle a una ciencia ser entendida a manera que cualquier persona pueda acceder a la misma, generando una cultura de curiosidad.

1.5. Hipótesis

Debido a que el proyecto presente es una investigación no experimental y a su naturaleza exploratoria, una hipótesis no es necesaria. Hernández, Collado & Lucio (2010, p.92) explican que la formulación de una hipótesis depende del alcance del estudio y debido a que el marco de tiempo para el desarrollo de una experimentación no es el ideal, se plantea el desarrollo de una investigación descriptiva. De igual manera, se tiene el interés de generar un proyecto experimental en base a lo obtenido en el proyecto de investigación presente, por lo cual el mismo se considera la primera fase de una investigación más compleja.

1.6. Alcances y limitaciones

En el proyecto de tesis presente, se tomarán como variables independientes la Adquisición del conocimiento, la Experiencia del usuario y los Conceptos. Por otro lado, la Herramienta didáctica será la variable dependiente, esto debido a que:

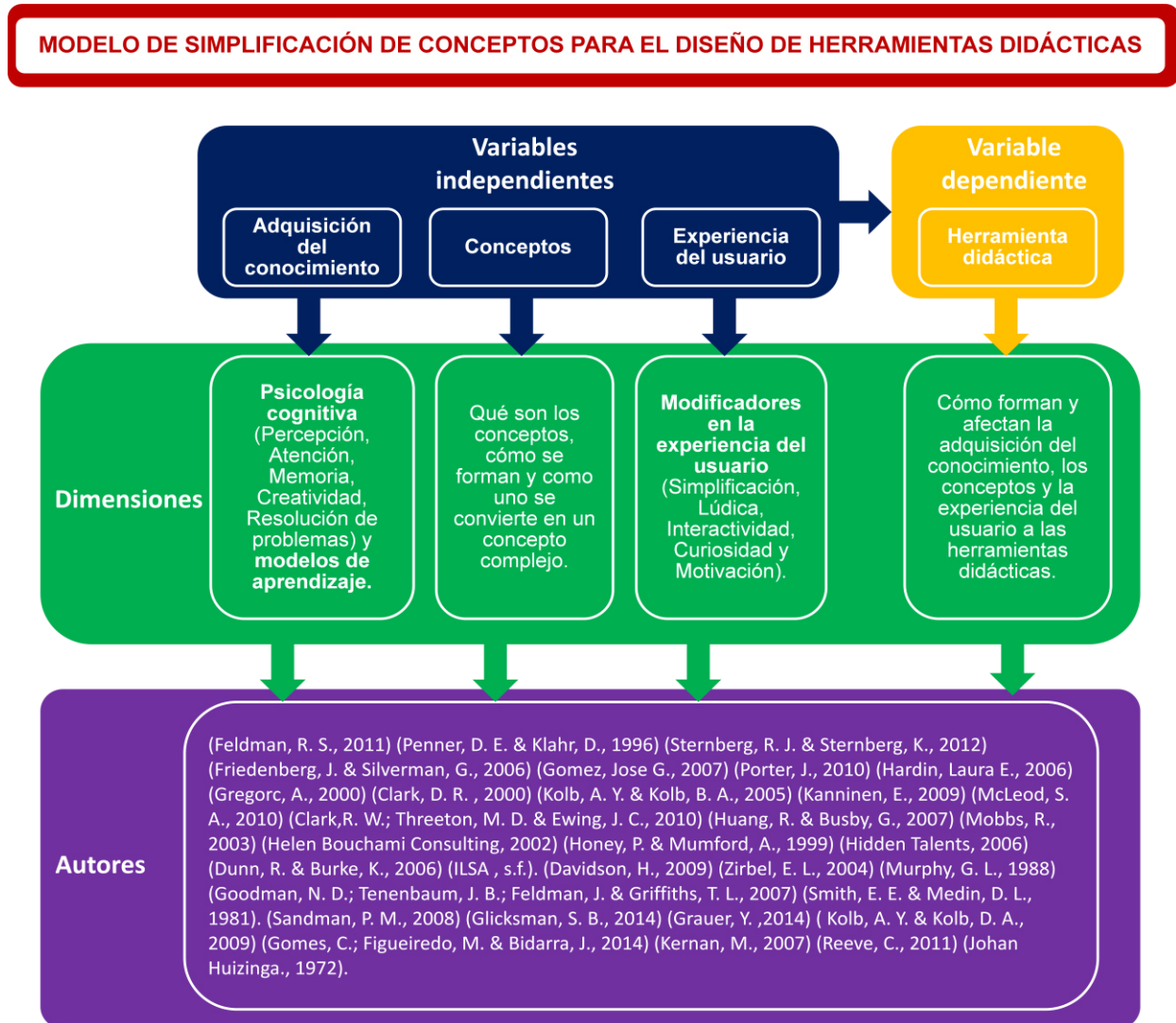
- La *Adquisición del conocimiento* representa las mecánicas de uso en la herramienta por medio del estudio y comprensión de la cognición humana.

- La *Experiencia del usuario* representa el aspecto formal de la herramienta didáctica mediante la aplicación y análisis de los modificadores del comportamiento del usuario.
- Los *Conceptos*, al verse presentes como conceptos complejos se simplifican para ser aplicados mediante el procesamiento de la información del mismo.

Para el estudio presente se delimitará de manera geográfica en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, basado en un estudio temporal estimado que cubre del año 2014 al 2016 a los estudiantes de dicha facultad, específicamente los que cursan las materias de Álgebra y Geometría Analítica.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

Diagrama del marco teórico



Fuente: Elaboración propia.

2.1. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO

PARTE 1: PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Cuando se diseña algo, se tiene como objetivo formalizar un producto para dar solución a una problemática o cubrir una necesidad, el producto de éste proceso es después usado por un individuo denominado usuario. Cuando se trata de herramientas didácticas, su diseño tiende enfocarse más en el producto en sí y a aspectos centrados en el usuario tales como los materiales, formas e interfaces, mas no parece existir una tendencia que le dé importancia al usuario en el sentido de la experiencia que tiene con el objeto de diseño desde un punto de vista racional interno, esto es, cómo piensa y reacciona el usuario ante ciertos estímulos.

A la vez, el estudio del comportamiento del usuario dentro de un enfoque de diseño ha sido explorado en lo que se le denomina *Diseño para el Cambio del Comportamiento* o *Design for Behavior Change*. El único problema con dicho acercamiento es que realiza el análisis de manera invertida al que se desea implementar en el proyecto presente, es decir, se diseña un objeto con el propósito de cambiar el comportamiento del usuario. Lo que se pretende por medio de ésta investigación es analizar éstos factores para así diseñar una herramienta didáctica que se base en aspectos que mejoren la experiencia del usuario por los medios más efectivos, y para esto es necesario profundizar en aspectos relacionados a la psique y comportamiento, como lo es la ciencia cognitiva.

2.1.1. Psicología Cognitiva

La primera pregunta que debe ser formulada al comenzar un proyecto de investigación para el desarrollo de un modelo o metodología es ¿Qué conceptos, medios o procedimientos serán de mayor beneficio para la correcta formalización de dicho proyecto?, en el caso del desarrollo de herramientas didácticas, deben abarcarse un conjunto de conceptos que vayan de lo interno a lo externo en lo que respecta al usuario. Al tratarse de un objeto que debe permitirle al usuario el comprender una serie de conceptos para distintos propósitos como abrir su panorama o aplicarlos más adelante en su formación, es necesario tomar en cuenta el aspecto psicológico que ocurre en el individuo para así adaptarlos al diseño del mismo producto.

La psicología, entonces, juega una parte muy importante en el desarrollo de una herramienta que le brinda conocimiento al usuario, al tomar en cuenta los procesos mentales del mismo para darle al individuo la capacidad de adquirir el conocimiento de manera más sencilla y con la intención de que activamente se tenga el deseo de realizar las actividades a realizar con la herramienta didáctica. Con esto, es necesario exponer qué es y cómo se puede aplicar la psicología en el proyecto presente.

La psicología se define como “el estudio científico del comportamiento y los procesos mentales” (Feldman, 2011), ésta ciencia se ve involucrada en una amplia gama de tópicos de investigación: Emociones, percepción del entorno, interacción entre especies, entre otros; el trabajo de los psicólogos es el de comprender, predecir y analizar dichos tópicos para mejorar la vida de las personas. La psicología se ve dividida en ramas que abarcan una gran variedad de enfoques, una que representa ser de gran interés para el proyecto presente es el de la psicología cognitiva, el cual se ve ligado a los procesos pueden llegar a facilitar la adquisición y procesamiento de la información.

La psicología cognitiva estudia la manera en la cual los individuos perciben, aprenden y piensan de la información que está a su alrededor (Sternberg & Sternberg, 2012), ésta rama de la psicología nace entre los 50's y 60's como respuesta al conductismo, el cual se enfocaba solamente en el estudio del comportamiento

observable en las personas y no tomaba en cuenta aspectos interiores de la psique humana tales como las emociones y el pensamiento (McLeod, 2006).

La psicología cognitiva presenta un enfoque por el cual se pueden estudiar y analizar factores que afectan y cambian el comportamiento de una persona mediante diversos componentes que realizan el procesamiento de la información y gracias a esto, puede servirle al diseño industrial (O en el caso del proyecto presente, en el diseño de herramientas didácticas) como una herramienta con la cual es posible identificar los aspectos inherentes en el ser humano y así aplicarlos dentro del proceso de desarrollo de productos.

La comprensión del comportamiento y adquisición de información en un individuo, pueden ser explicados en pares de temas, las cuales Sternberg & Sternberg (2012) argumentan son conceptos o ideas de gran importancia para la psicología cognitiva como maneras de explicar cómo el conocimiento es adquirido, las cuales son denotadas como ideas contrarias o sintetizadas. Éstos temas presentan las bases por las cuales se pueden establecer cómo se puede planear el desarrollo de herramientas mediante el enfoque con el cual se crea más pertinente o efectivo en cada caso, por lo cual es muy importante tomar en cuenta la variedad que existe alrededor del comportamiento del ser humano, ya que una persona puede aprender de manera eficaz de una forma y tener dificultades con otra, o incluso mecánicas o situaciones por medio de las cuales se puede percibir de manera más efectiva la información (Esto se ve de manera más clara en los modelos de aprendizaje, Capítulo 2).

Los conceptos fundamentales en la psicología cognitiva (*Figura 2*), que presentan ser de utilidad en el desarrollo de herramientas didácticas son los siguientes:

- **Naturaleza vs. Crianza.**
- **Racionalismo vs. Empirismo.**
- **Estructuras vs. Procesos.**
- **Dominio general vs. Dominio específico.**
- **Validez de inferencias causales vs. Validez ecológica.**
- **Investigación aplicada vs. Investigación básica.**
- **Método biológico vs. Método de comportamiento.**



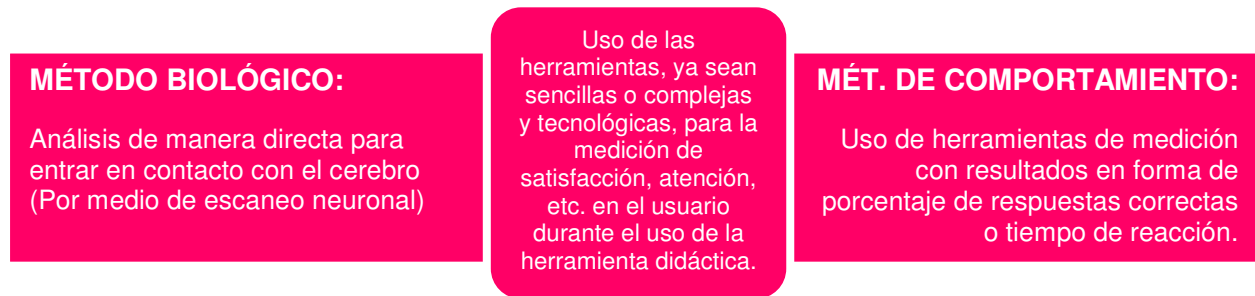


Fig. 2: Temas de mayor importancia para la psicología cognitiva (Sternberg & Sternberg, 2012) con sus aplicaciones en una metodología de diseño de herramientas didácticas.

Fuente: Elaboración propia.

Junto a la implementación de estos temas y aplicaciones, la meta de los psicólogos cognitivos es el de estudiar las bases de la cognición y los procesos mentales, los cuales sirven como indicadores para la mejora en la comprensión del ser humano. Dichos conceptos, al ser considerados en el desarrollo de herramientas didácticas, se espera que mejoren la efectividad de la adquisición de información.

Los procesos a expandir en los capítulos siguientes son:

- **La percepción sensorial.**
- **La atención.**
- **La memoria.**
- **La creatividad.**
- **Resolución de problemas**
- **Toma de decisiones.**

2.1.2. Percepción Sensorial

En el proceso de interacción entre un usuario y un objeto, se crean paradigmas que le permiten al individuo obtener información nueva durante el uso del objeto, lo cual se aplica de manera común dentro de la adquisición del conocimiento. La percepción del usuario juega un papel muy importante en el éxito de una herramienta didáctica, ya que al conocer cómo se puede interpretar y fragmentar un conjunto de datos con alta

complejidad de memorización, es posible generar estrategias para una comprensión integral de un tema en específico. Para esto es importante comprender y conocer la manera en la cual la percepción tiene lugar en el ser humano.

Friedenberg & Silverman (2006) definen a la percepción como “un proceso en el cual se reúne información del exterior por medio de nuestros sentidos para después interpretar dicha información”, una simplificación de éste proceso se puede describir en cuatro pasos: Se recibe un **estímulo**, el cual se registra con los **sentidos**, se **procesa** dicho estímulo y se **reacciona** ante él (Figura 3).

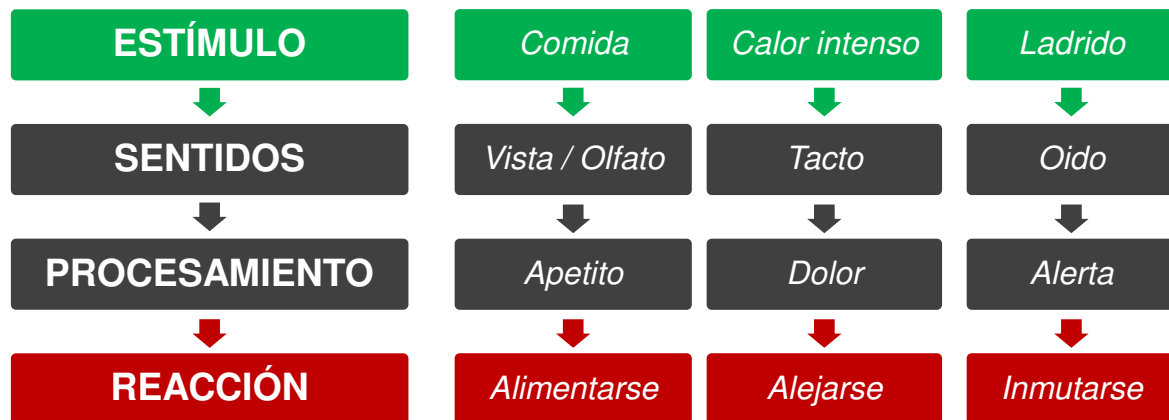


Fig. 3: Proceso de la percepción sensorial simplificada y ejemplificada.

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la investigación sobre la percepción, se han realizando estudios en base a las diferentes modalidades perceptuales (Los canales por los cuales se recibe la información, comúnmente llamados “sentidos”), pero la más estudiada es la percepción visual, debido a la importancia del sistema visual para conseguir información compleja y procesarla. A pesar de esto, el procesamiento de datos por medio de la vista llega a ser relativamente similar a la de otros sentidos en cuanto a las etapas que se llevan a cabo para identificar patrones y responder ante un estímulo.

La percepción se ha estudiado de manera extensa, a tal modo de que existen diversos tipos de acercamientos a la manera en la cual se perciben y ven las cosas, Robert & Karin Sternberg (2012) las clasifican en teorías “Bottom-up” (De abajo a arriba) y “Top-down” (De arriba abajo), cada una con enfoques distintos y pero ambas tratan de explicar el mismo fenómeno.

2.1.2.1. Teorías “Bottom-Up”.

Las teorías con un acercamiento de abajo a arriba fundamentan que la percepción comienza desde un estímulo o fuente de información, la cual es recibida de manera visual por el individuo y después procesada por el cerebro (Sternberg & Sternberg, 2012). Las teorías principales en el reconocimiento de patrones son: **Percepción directa, Teoría de la plantilla, Teoría de la identificación de rasgos y Teoría de reconocimiento por componentes** (Figura 4).



Fig. 4: Teorías Bottom-Up según Sternberg & Sternberg y su descripción.

Fuente: Elaboración propia.

Un problema en las teorías “bottom-up” es que sólo consideran los estímulos como únicas fuentes en la percepción de la información visual, y se ven incompletas cuando se consideran factores como el conocimiento previo del individuo. Ante esto, se idearon teorías que consideran éstos aspectos, los cuales llegan a ser imprescindibles para el diseño de herramientas didácticas debido a que van de la mano con el espectro completo de procesos mentales que el ser humano llega a implementar durante el uso del producto de diseño y que deben ser tomadas en cuenta durante el proceso de diseño mismo.

2.1.2.2. Teoría “Top-down”.

El acercamiento de arriba a abajo tiene sus bases en el constructivismo, en el cual el individuo que percibe el estímulo intenta comprenderlo al usar la información sensorial para tener una comprensión adecuada del contenido a aprender, mediante el uso de diversas fuentes para construir su percepción. Éste acercamiento es conocido también como percepción inteligente, ya que requiere el uso de procesos de pensamiento de alto nivel para su correcta aplicación y desarrollo.

Según los constructivistas, durante el proceso de percepción se forman hipótesis por el individuo en tres estados (*Figura 5*): **Lo que se siente, lo que se sabe y lo que se infiere.**

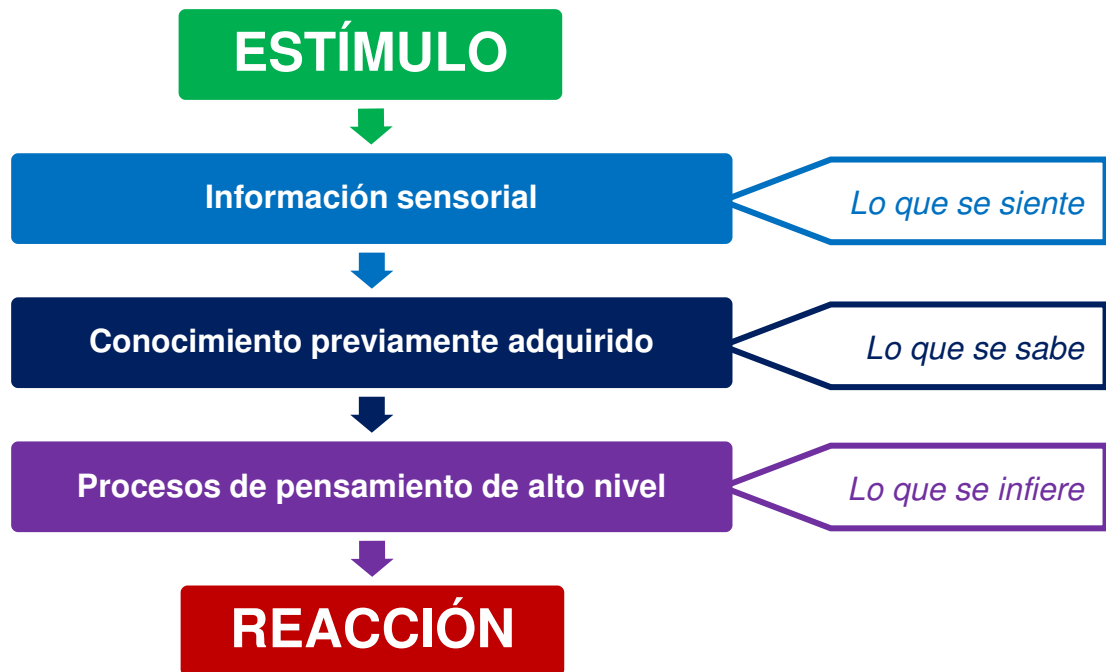


Fig. 5: Proceso de la percepción constructivista dentro del proceso general perceptivo.

Fuente: Elaboración propia.

Ambas teorías, la “Bottom-up” y la “top-down” consideran aspectos de gran importancia para la conceptualización y diseño de herramientas didácticas, ya que conociendo los procesos por los cuales el ser humano percibe la información, se pueden crear estrategias o reglas a seguir, así como corrientes del pensamiento basadas en diseño para mejorar la experiencia del usuario. Sin embargo, la teoría “Top-Down”, gracias a sus bases constructivistas, abarca un mayor campo de acción del usuario al usar un producto de diseño y al basarse en la misma, es posible disminuir la dificultad de memorización que presentan los conceptos complejos.

Junto a la percepción del conocimiento, la atención juega un papel muy importante en el proyecto presente, ya que representa la continuidad del uso del producto. El uso prolongado de una herramienta didáctica representa un posible éxito en su aplicación, ya que mientras más tiempo se usa, aumentan la probabilidad de que el individuo comprenda un concepto complejo de manera efectiva.

2.1.3. Atención

Cuando un usuario hace uso de un producto, se realizan distintos procesos de la mente, como la percepción del espacio en el cual se encuentra el individuo y la información que es recibida al interactuar con un diseño, la toma de decisiones por medio de la cual se realizan acciones que encajan con la percepción y el conocimiento que se tiene del objeto, etc. Durante dicho proceso, se realiza una actividad mental en la que se distribuyen los distintos estímulos que el individuo percibe, a éste proceso se le conoce como “atención” (Friedenberg, 2006).

Friedenberg (2006) clasifica a la atención como selectiva y divisible (*Figura 6*). Al ser **selectiva**, se puede enfocar en el estímulo que se desee o incluso focalizarla involuntariamente a una distracción. Al tener el individuo la capacidad de cambiar el enfoque de su atención, se tiene el riesgo de que se pierda el interés en la actividad realizada durante el proceso de aprendizaje, por lo cual se debe considerar como un factor determinante en las secciones subsecuentes del presente proyecto.

De igual manera, al ser **divisible**, se separan los canales de información o estímulos deseados en los que se focaliza la atención. Al dividir la atención se disminuye la capacidad de adquirir la información que se obtiene de cada estímulo, éste es un factor importante a considerar al diseñar una herramienta didáctica, ya que al considerar los estímulos del mismo diseño e intentar predecir los posibles estímulos externos, se puede mantener la atención del usuario durante un mayor tiempo.



Fig. 6: Clasificación de la atención (Friedenberg, 2006), definición y soluciones a problemáticas relacionadas al diseño de herramientas didácticas.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, Sternberg & Sternberg (2012) exponen que la atención presenta ciertas funciones principales: **la detección de señales, la vigilancia y la búsqueda**, así como **la memoria selectiva y la divisible**, de las cuales se habló con anterioridad.

La **detección de señales** se ve relacionada con la memoria selectiva, en la cual se seleccionan sólo los estímulos que se consideran importantes; durante la detección, se perciben rasgos o características de la fuente de información en la cual se desea enfocar la atención y reaccionar a ella (Figura 7).



Fig. 7: Proceso perceptivo en la detección de señales.

Fuente: Elaboración propia.

Junto al concepto de la detección de señales está la **vigilancia**, la cual es la capacidad de mantener un enfoque prolongado mientras se ve afectado por un conjunto de estímulos, durante esto, se busca encontrar cierto estímulo de interés. Esto puede ser explicado de manera práctica al compararlo con el proceso en el cual se busca una moneda que se ha caído al piso, se busca un objeto mientras otros estímulos como la basura, personas caminando cerca del lugar de caída de la moneda, etc. se encuentran presentes (Figura 8).

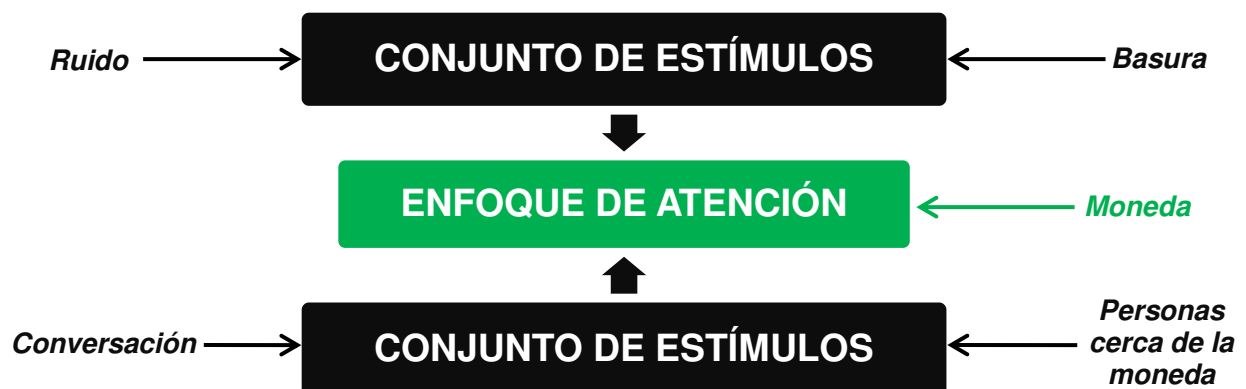


Fig. 8: Proceso perceptivo esquematizado de la función de vigilancia.

Por parte de la **búsqueda**, consiste básicamente en la tarea de encontrar un estímulo a manera de que encaje con la concepción que se tiene del mismo. La actividad de buscar algo se realiza de manera activa, en contraste con la de “vigilar”. En la búsqueda se presentan distractores, que dificultan o aumentan el tiempo de detección del estímulo a encontrar (*Figura 9*).

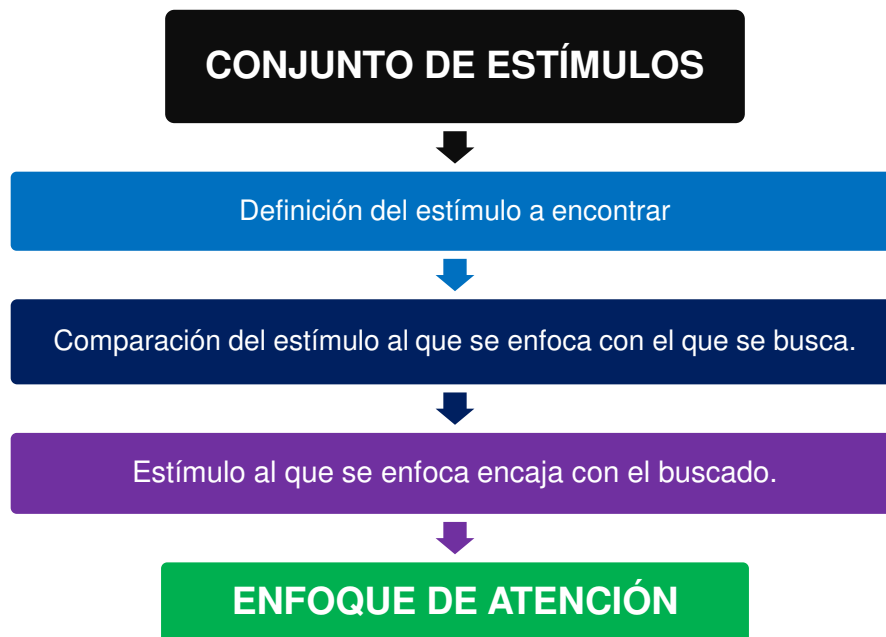


Fig. 9: Proceso perceptivo de la función de la atención de búsqueda.

Fuente: Elaboración propia.

Los problemas al enfocar la atención en un estímulo no sólo toman la forma de una distracción o la dificultad de una tarea, sino que llegan a depender del mismo individuo, lo cual es imprescindible conocer; estos factores son: la ansiedad, la habilidad del individuo o las condiciones del mismo, tales como el cansancio. Otro factor muy importante se presenta en la capacidad de poder recordar la información a la cual se puso atención, en este caso entra el concepto de la memoria.

2.1.4. Memoria

Al aplicar un conocimiento o realizar alguna actividad en nuestro día a día, es necesario tener un conjunto de información obtenida en el pasado, la cual es consultada para así poder tener una reacción adecuada, éste grupo de datos se le denomina memoria.

Dentro de la investigación es considerado como un factor muy importante, ya que es necesario conocer la manera en la cual se memoriza el conocimiento para así implementar herramientas didácticas que tomen en cuenta no sólo lo que el usuario debe aprender, sino que también lo que se estima tenga almacenado en su memoria. Aprovechando ésta información se pueden obtener indicadores para mejorar la experiencia del diseño, como lo son las operaciones de la memoria.

Sternberg & Sternberg (2012) mencionan que del proceso de memorización, se perciben tres operaciones: **Codificación, almacenamiento y recuperación** (Figura 10).



Fig. 10: Operaciones de la memoria (Sternberg & Sternberg, 2012).

Fuente: Elaboración propia.

La **codificación** se presenta cuando la información que se obtiene por medio de los sentidos, sean estímulos o fuentes de información, se convierte en representaciones

internalizadas en nuestra mente. Al percibirse la información que una experiencia brinda, se convierte en una imagen mental que puede ser almacenada.

Al codificar la información, se presenta el fenómeno del **almacenaje**, en el cual se mantiene el conocimiento o la percepción del estímulo dentro de la memoria. La información bien presentada le permite al usuario tener un almacenaje más efectivo, ya que le facilita a éste el poder mantener ese conocimiento mediante la relación de patrones sencillos, dependiendo de la manera de percibir el individuo.

Finalmente, la **recuperación** se presenta al aplicar la información que está almacenada previamente en la memoria. En ésta etapa, el usuario reacciona ante un estímulo y realiza una actividad al comparar lo que se tiene aprendido con el evento que se presenta.

Durante el uso de una herramienta didáctica, se le presentan escenarios por medio de los cuales se motiva al usuario a relacionar los hechos o paradigmas presentes en su memoria y así almacenar la información que le parezca útil. Cada una de las operaciones mencionadas con anterioridad presenta diferentes adversidades o tareas a realizar para el diseño de una experiencia de aprendizaje efectiva.

La codificación se presenta al delimitar los patrones, estímulos, información o estética que el diseño le presentará al usuario con el propósito de que lo perciba y forme una imagen mental previa; durante la interacción se presenta un proceso por el cual se le presentan los escenarios o situaciones en las cuales se brinde conocimiento para que el almacenaje de la información relevante tome lugar, junto a ésta se da la operación de recuperación, en la cual se aplica la información que previamente se había establecido dentro del aprendizaje o experiencias del usuario para poder así interpretar lo que se recibe por parte del diseño.

Junto a las operaciones, diversos psicólogos cognitivos como Friedenberg & Silverman (2006) establecen una característica muy importante de la memoria: La duración en la que se percibe y almacena, divididas en **sensorial, de trabajo (o a corto plazo) y a largo plazo**.

La **memoria sensorial** es percibida por medio de los sentidos y toma forma de información en bruto que se presenta de manera muy breve. Su propósito es mantener una fuente de información el tiempo suficiente como para que pueda ser reconocida.

Dentro de la experiencia de un usuario al utilizar una herramienta didáctica, éste tipo de memoria toma forma en las respuestas que da el diseño, las cuales el usuario debe percibir por medio de sus sentidos para identificar la información que se quiere dar, por ejemplo: Avisos al completar un objetivo en la actividad, reacciones de la herramienta al ser activada, así como los resultados y las actividades por sí mismas, las cuales pueden incluir sonidos o contenidos multimedia e interactivos, al estar en contacto con la mayoría de los sentidos.

Por otro lado, la memoria de trabajo o **memoria a corto plazo** se presenta en un marco de tiempo relativamente corto y se le considera como la memoria que toma lugar durante el pensamiento consciente, es decir, se emplea mientras se realizan actividades en las cuales se requiere recuperar información de manera paralela.

Cuando se desea diseñar considerando éste tipo de memoria, se pueden implementar diversas estrategias para facilitar el almacenaje de la información en dicha memoria, una de ellas es la de fragmentar información. Si se le presenta al usuario un conjunto de información extensa sin importar su complejidad (Por ejemplo, un conjunto de letras o números, siendo esto un tipo de información de poca complejidad), no se almacenará dicho conjunto de datos de manera efectiva, pero en cambio, si se le da la información en conjuntos separados, la memorización puede ser más sencilla.

Finalmente, la **memoria a largo plazo** es a la cual se le denomina usualmente “memoria”, el cual es un conjunto de información que está almacenado en nuestra mente por un largo o indefinido marco de tiempo. Existen dos tipos de memorias relacionadas a la memoria a largo plazo: la memoria declarativa (Conocimiento teórico o empírico de algo) y la procedimental (Conocimiento práctico del individuo, realización de una actividad).

En las herramientas didácticas de la actualidad, se emplea principalmente la memoria declarativa, la cual forma una experiencia en la cual se aplica lo que se sabe

como información teórica. En esto recae el problema de la falta de la implementación de la memoria procedimental, al no emplearse productos de diseño que le permitan al usuario el aplicar de manera práctica lo que ya sabe para reforzar lo que teóricamente se tiene aprendido. Si bien esto toma forma en simuladores, no es común implementar herramientas similares con el objetivo de reforzar y facilitar la adquisición del conocimiento de la población, dentro de lo cual recae el propósito del proyecto de investigación presente.

2.1.5. Creatividad

La creatividad es definida por diversos investigadores como la capacidad de un individuo para generar algo nuevo y útil, desde una solución a un problema desde un punto de vista distinto hasta un procedimiento, relato, canción etc., la creatividad se ve presente en todo ser humano.

Al momento de adecuar el concepto de la creatividad en el diseño y uso de una herramienta didáctica, se presentan factores o problemáticas que son necesarias analizar, comprender y estudiar para generar una herramienta que cumpla con el propósito de motivar al usuario a pensar de manera creativa.

Una de dichas problemáticas es que cuando se usa una herramienta didáctica para aprender un concepto, se puede limitar la creatividad del individuo al establecerse tareas o pasos a seguir que no le permitan tomar un camino diferente para ejercitar su creatividad. Una solución a esto podría ser que se tomen en cuenta las mecánicas de uso de la herramienta con el propósito de generar un espacio en el cual se permita la exploración y experimentación para finalmente obtener un resultado que satisfaga los criterios para la comprensión de un tema con conceptos de difícil comprensión.

La concepción de la creatividad tiende a ser una problemática con la cual se puede topar un diseñador que desee motivar la creatividad en un diseño. Éste problema recae principalmente en el paradigma de lo que es y no es una persona creativa, como por ejemplo, Sternberg & Sternberg (2012) expresan que alguien creativo presenta comportamientos no estereotipados, actitud no conformista y un estilo de vida flexible, la manera en la cual se encasilla una capacidad que todo individuo tiene genera una carencia de herramientas que no sólo expresen la creatividad del diseñador, sino que le permitan al usuario pensar fuera de la caja.

Para tener una aplicación efectiva del diseño para potenciar y motivar la creatividad del usuario, es imprescindible comprender los factores que forman parte en éste concepto. Gomez (2007) delimita los factores en las siguientes categorías: **Pensamiento convergente, pensamiento divergente, factores ambientales, acceso a las tecnologías, pensamiento reflexivo y evaluación de ideas** (Figura 11).



Fig. 11: Factores que juegan un papel importante en la creatividad (Gomez, 2007).

Fuente: Elaboración propia.

El **pensamiento convergente**, según expresa Gomez (2007), consiste en aplicar la información que se posee para adaptarla de manera lógica en respuesta a situaciones nuevas que se presenten en el individuo. *Al considerar el pensamiento convergente dentro del diseño de una herramienta didáctica, se deben tomar en cuenta las experiencias y conocimiento previos potenciales del usuario. Si bien esto puede dificultar el proceso de diseño debido a que no toda persona tiene el mismo conocimiento, se puede partir desde un concepto o idea base que sea saber común para su aplicación en forma de analogía.*

Por otro lado, el **pensamiento divergente** tiene sus bases en la originalidad de las acciones que el individuo realiza, siendo más flexible al producir ideas nuevas (Gomez, 2007). *En este caso, se pueden crear situaciones más abiertas en las cuales el usuario tenga el control sobre la herramienta a manera de que permita la generación de un conocimiento como mérito al experimentar e intentar cosas nuevas con el diseño.*

En el caso de los **factores ambientales**, se considera el entorno en el cual se ve envuelto el individuo. *Creando un ambiente en el cual el usuario se sienta cómodo y no tenga inseguridades o miedo de equivocarse, es posible potenciar su creatividad, ya que la confianza juega un papel importante en desarrollo de la creatividad al intentar cosas nuevas sin sentirse criticado por otros.*

El **acceso a las tecnologías** es también un factor que genera un cambio radical en el diseño de una herramienta didáctica, ya que cambia radicalmente la forma y funcionamiento del diseño. La aplicación de tecnologías que permiten un rango mayor de experimentación, como los son los juegos de video, aplicaciones interactivas, software, entre otros, le brindan al usuario las herramientas con las cuales puede experimentar con la facilidad de poder regresarlo todo a su estado inicial, siendo los elementos con los cuales interactúa digitales. En cambio, si se implementan tecnologías análogas o más tradicionales, se puede tener un desenvolvimiento distinto por parte del usuario al tratarse de objetos que existen en la realidad, pero a su vez generan una respuesta más natural al no existir latencia en el uso de los componentes del diseño.

La implementación de sólo un tipo de tecnologías ha presentado una deficiencia en la calidad de la experiencia en una herramienta didáctica, puesto a que la implementación de una tecnología nueva le impide una interacción más cercana al tratarse de interfaces táctiles, en las cuales la novedad se pierde con facilidad, mientras que al emplearse tecnologías tradicionales, se ve expuesto el diseño a la decadencia de componentes debido a su uso extendido. Todo esto se extenderá en puntos futuros, específicamente en el capítulo 5 (Medios de difusión del conocimiento).

El **pensamiento reflexivo** y **evaluación de ideas** son partes básicas del proceso creativo según Gomez (2007), siendo éstas las que le permiten al usuario crear un criterio para la generación de nuevas estrategias de acción que se conviertan en una actividad creativa. Por una parte, el pensamiento reflexivo se presenta a lo largo del uso de la herramienta didáctica al indagar el funcionamiento, la información que se brinda y la que se tiene disponible para el uso de la herramienta, mientras que la evaluación de ideas se presenta una vez recaudada la información de uso de la herramienta para así actuar de acuerdo a lo que el usuario percibe. *Ésta interacción puede ser estudiada para comprender algo tan fundamental como lo es el procesamiento de información que realiza el usuario durante el uso del producto de diseño.*

2.1.6. Resolución de problemas

En el proceso de la adquisición del conocimiento, así como en la psicología cognitiva, la resolución de problemas es un concepto de suma importancia, ya que les permite a los investigadores conocer las etapas que se llevan a cabo para llegar a la mejor solución posible, delimitar las características de un problema específico, su relación con la memoria y la creatividad, entre otros aspectos.

Al diseñar una herramienta didáctica, no sólo es importante conocer las necesidades y problemas de los conceptos como la estructura, estética o materiales, sino que se debe tomar un paso más y conceptualizar la actividad que se va a realizar como una problemática que el usuario debe solucionar.

Ésta actividad debe verse separada del ciclo de uso del producto, el cual considera aspectos relativos al producto en sí, por ejemplo, en el enfoque de Diseño de Experiencias, el cual se relaciona al desarrollo de interfaces y representa uno de las actividades de diseño en las que se tiene mayor peso en la usabilidad del producto o servicio, Porter (2010) define un ciclo de uso que consiste en: **Primer contacto** (Descubrimiento del producto) → **Primer uso** → **Uso regular** → **Uso pasional** (Inmersión con el producto) → **Muerte**. En el ciclo de uso descrito previamente, se toma en cuenta el uso del producto, el tiempo y las frecuencias de uso del mismo, por lo cual se propone el pensar en la resolución del problema por parte del usuario, dentro del diseño de una herramienta didáctica (*Figura 12*), al planear estrategias para poder apoyar al usuario en la detección, seguimiento y solución del problema, todo esto con el propósito de brindarle una absorción de información más efectiva.

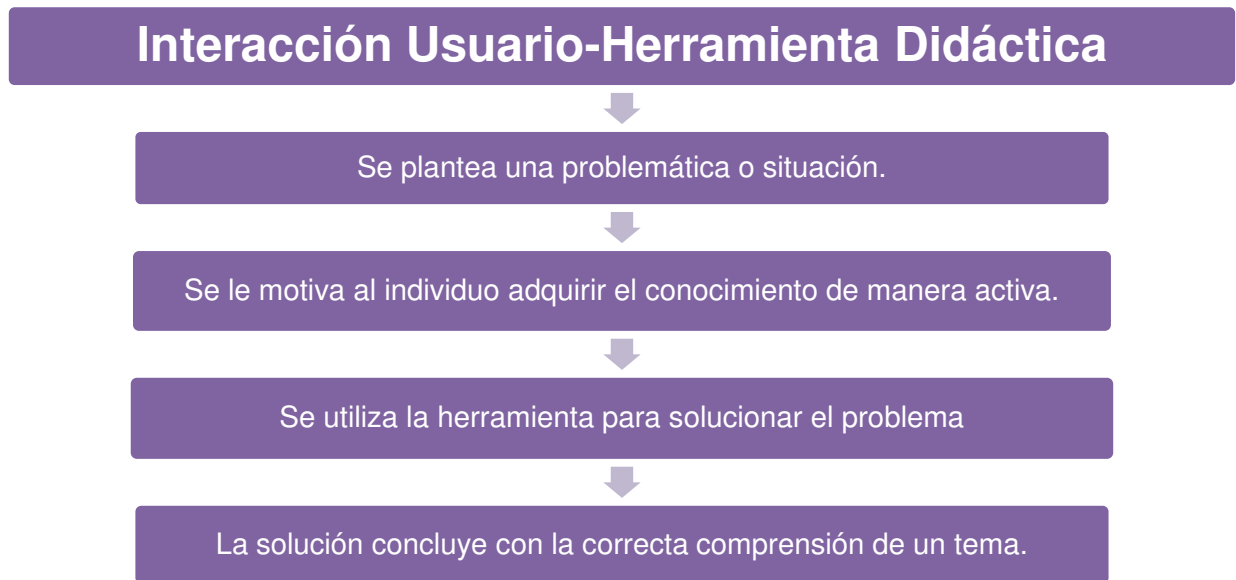


Fig. 12: Proceso de la resolución de un problema por parte del usuario durante el uso de una herramienta didáctica.

Fuente: Elaboración propia.

Los elementos no tangibles dentro del proceso de aprendizaje deben ser considerados a manera de que no se limite la exploración y creatividad del usuario creando mecánicas que permitan flexibilidad sin perder la intención de facilitar la comprensión de un concepto complejo, por medio de la estimación de los patrones que el usuario realizará.

Como parte de la aplicación de dichos métodos, es necesario comprender aspectos relevantes sobre la resolución de problemas, por ejemplo, el relacionado con la memoria. Si se puede acceder con facilidad a la respuesta de una problemática, entonces no se tiene un problema en sí, es cuando no se tiene la disponibilidad o capacidad de conseguir la respuesta que se desea al instancia en la cual se tiene un problema (Sternberg & Sternberg, 2012), esto influye en la aplicación de herramientas didácticas, si el conocimiento a exponer es conocido o demasiado simplificado, no existirá el problema de comprenderlo y por ende, la herramienta no tendrá efectividad. Es cuando se crean incógnitas alternas en conocimientos comunes que se puede generar una problemática real que motive al uso de la herramienta.

Otro aspecto, en este caso relacionado a los patrones de comportamiento del usuario, es el que los autores mencionados clasifican como “El ciclo de la resolución de problemas”, el cual consiste en pasos que pueden ser efectuados en desorden y representan diferentes estados por los que se pasa para poder solucionar una problemática. Dichos pasos son los siguientes:

- Primeramente se **identifica el problema** y se delimita si en verdad existe uno. La correcta identificación depende de factores como el contexto, la situación, percepción o el mismo individuo.
- Una vez identificado, se procede a **definir y representar el problema** al conocer cuál es el problema con exactitud y los elementos que componen a dicho problema para tener un marco de referencia adecuado de la situación a la cual se enfrenta el individuo.
- Conociendo el problema, se **formulan estrategias** por medio de las herramientas que el individuo tenga a la mano, como el análisis de la problemática, la simplificación de sus elementos y conjunción de los mismos para poder llegar a un plan de acción.
- Por otro lado, se puede **organizar la información** del problema para tener un conjunto de ideas relacionadas que le permitan al individuo tener claro el problema a solucionar. Por medio de interfaces adecuadamente diseñadas, la organización de los elementos de un concepto pueden ser optimizadas para permitirle al usuario resolver la problemática con mayor facilidad.
- Otro paso muy importante es el de la **gestión de los recursos**, esto es, planear y decidir cuánto tiempo, dinero, trabajo, etc. se le va a dedicar al problema. Cuando se usa una herramienta didáctica, éste paso es determinante, ya que el interés del usuario se traduce en cuántos recursos desea emplear con la herramienta.

- Durante el proceso de la solución del problema, el individuo **monitorea** las actividades que realiza para asegurarse de que se está actuando de manera correcta al resolver la problemática. Al implementarse señales como *checkpoints* o *puntos de control* para hacerle saber al usuario que está implementando de manera adecuada la herramienta didáctica, puede facilitarse el proceso de monitoreo.
- Finalmente, se realiza una **evaluación** para saber si el problema fue resuelto de manera adecuada. En la herramienta didáctica, la resolución el problema significa que se adquirió el conocimiento con efectividad.

PARTE 2: MODELOS DE APRENDIZAJE.

Una vez expandidos los diversos procesos mentales que toman lugar en los seres humanos y explorando cómo pueden ser empleados y considerados en forma de aplicaciones en las herramientas didácticas, se analizarán aspectos que estudian y analizan la manera en la cual una persona aprende y cómo se puede complementar la educación o facilitar la adquisición del conocimiento. Esto se puede lograr por medio de los modelos de aprendizaje.

El principal propósito de los modelos de aprendizaje es el de apoyar tanto a los dadores (Profesores) como a los receptores (Estudiantes o individuos que deseen aprender) de educación a tener la capacidad de definir la manera en la cual es más efectiva su habilidad para adquirir un conjunto de información. Siendo la herramienta de educación el dador de la información, el mejor plan de acción es el conocer cuáles variables se ven presentes en el modo de aprender de las personas para aplicarlos o basarse en ellos y estructurar herramientas que no sólo presenten la información necesaria, sino que la comuniquen de manera que un sector de individuos determinado tomen interés o incluso cambiar la manera en la que aprenden para que adquieran dicha información sin problemas.

El capítulo presente aborda tres modelos de aprendizaje que se considera tienen elementos a considerar en la metodología de diseño de herramientas didácticas, tanto internos (Cómo se aprende) y externas (Dónde se aprende y bajo qué condiciones).

2.1.7. Definición y particularidades.

Un modelo es definido por el Dr. Anthony Gregorc como “un constructo teórico simple que representa el punto de vista sobre la realidad de su autor” (Gregorc, 2000). Desde éste punto de vista, podemos decir que los modelos de aprendizaje son un conjunto de principios que intentan explicar o demostrar cómo un individuo adquiere el conocimiento, estas proposiciones son usualmente estudiadas y fundamentadas desde un punto de vista psicológico o pedagógico y su principal objetivo es el de permitirle a los educadores (Instituciones educativas, padres, etc.) o a los mismos estudiantes (Individuos interesados en aprender) comprender y adquirir los medios por los cuales se puede propiciar una mejor educación.

Los modelos de aprendizaje también son llamados “Estilos de aprendizaje”, basados en estudios sobre el procesamiento de la información, aprendizaje activo y estructura de la información en el campo de la psicología cognitiva (Kanninen, 2009), son usados para mejorar la calidad de la educación y aprendizaje. No existe un modelo o estilo que por sí mismo permita el mejor método de aprendizaje, éstos pueden ser combinados para potenciarse o seleccionar uno sobre otro, por esto son vistos más como preferencias que como medios definitivos de enseñanza (Clark, 2000a).

Existen una gran variedad de modelos de aprendizaje, cada uno abarca aspectos diferentes sobre cómo se adquiere información, algunos se basan en modelos anteriores mientras que otros buscan enfoques o factores que afectan el aprendizaje. Los modelos que presentan ser de mayor interés para el proyecto presente y de beneficio para el desarrollo de herramientas didácticas son: **El modelo de Kolb, el de Honey & Mumford y el de Dunn & Dunn**. Debido al marco de tiempo limitado de la investigación se plantean estos modelos para que sirvan como base para esta investigación, cada una con sus particularidades:

- **El modelo de Kolb** expone un conjunto de proposiciones sobre el aprendizaje, así como la definición del ciclo de aprendizaje, el cual divide cuatro tipos de modos y estilos interconectados, que dan una buena idea de cómo es posible emplear diversas estrategias en el desarrollo de herramientas didácticas.

- **El modelo de Honey & Mumford** es en sí una versión basada en el trabajo de Kolb, en el cual se definen cuatro tipos de preferencias o estilos, cada una referente a cómo actúa o aprende mejor ante cierto conocimiento.
- **El modelo de Dunn & Dunn** se enfoca en aspectos internos y externos que afectan el aprendizaje del usuario, divididos en cinco factores y a su vez divididos por elementos en dicha categoría, se califican las preferencias del estudiante para poder definir cuál entorno o estrategia es la que le permite a éste un aprendizaje más cómodo y efectivo.

En los puntos siguientes se explicarán cada uno de los modelos, así como se delimitará el uso de los mismos en las herramientas didácticas, esto para generar un marco de referencia para el desarrollo de las herramientas mismas. Cabe agregar que un estudio más extenso sobre los modelos o estilos de aprendizaje pueden generar un mayor beneficio en el futuro de la investigación, para poder encontrar puntos de vista nuevos.

2.1.8. Modelo de Kolb.

Éste modelo, formulado por el profesor de Comportamiento Organizacional de la Universidad Case Western Reserve, David Kolb, es uno de los más importantes e influyentes en el campo de la enseñanza. Dentro de la investigación y desarrollo de su modelo, nace la **“Teoría del aprendizaje experimental”**, un modelo en el cual el conocimiento es creado a través de la transformación de la experiencia (Kolb, 1984).

Ésta teoría o modelo está estructurada en seis proposiciones (Kolb & Kolb, 2005):

1. El aprendizaje es un proceso, no una consecuencia o resultado: Con el principal propósito de incluir a estudiantes o individuos dispuestos a aprender en procesos que mejoren y faciliten su aprendizaje. Al concebir la herramienta didáctica como un proceso que motive la interacción del usuario, se fomenta el aprendizaje de manera más efectiva.

2. Todo aprendizaje es un re-aprendizaje, un proceso continuo con raíz en la experiencia: Al tomar las creencias e ideas de los individuos sobre cierto tema que puede ser expandido o cambiado por ideas nuevas o más refinadas. Por esto es necesario analizar estimar los puntos de vista o ideas menos refinadas que el usuario tiene para aplicarlos en la herramienta didáctica.

3. El aprendizaje se basa en la solución de un conflicto entre ideas contrarias: Al formularse un conflicto, ya sea una diferencia o desacuerdos, se fomenta el proceso de aprendizaje puesto a que se genera una dinámica en la que se tiene como resultado un cambio en los paradigmas o en los conocimientos erróneos o no refinados. Ésta es la base de la interactividad cuando se implementa una herramienta didáctica, el conflicto se ve presente en el proceso de interacción y da como resultado la adquisición del conocimiento tras la solución de dicho conflicto.

4. El aprendizaje es un proceso holístico (En el cual se analiza el todo en algo, en vez de sus partes individuales) para adaptarse al mundo: Dentro de éste

proceso, actúan las funciones integrales del individuo: Su manera de pensar, sentir, la percibir y comportarse. Tomando éstos factores en cuenta, se tiene un marco por medio del cual se pueden generar perfiles, para así desarrollar herramientas didácticas que sean más efectivas.

5. El aprendizaje es el resultado de interacciones de sinergia entre la persona y su entorno: Siendo la herramienta o conjuntos de herramientas didácticas el entorno en el cual interactúa. La interacción, de igual manera, juega un papel importante en éste caso, al ser un aspecto clave para la mejora en el aprendizaje del individuo.

6. El aprendizaje es el proceso de crear conocimiento: En contraste con las prácticas en el sistema educativo actual, las cuales se basan en el modelo de “transmisión” de la información, la teoría de aprendizaje experimental propone una dinámica por la cual el conocimiento social es creado y recreado en el conocimiento personal del individuo, esto puede ser visto desde el punto de vista de la herramienta didáctica al crear una mecánica por la cual el conocimiento de cada individuo genere el conocimiento que los demás integrantes tengan acceso y aprendan de él.

Dentro de la **teoría de aprendizaje experimental**, se plantean dos modos dialécticos (O contrastantes) de percibir o asimilar el conocimiento: **Experiencia Concreta** y **Conceptualización Abstracta**, y dos modos dialécticos de procesamiento o transformación del conocimiento: **Observación Reflexiva** y **Experimentación Activa** (Kolb, 2005). Durante el ciclo de aprendizaje (Fig. 13), es necesario pasar por todas los modos para así propiciar una obtención del conocimiento efectivo.

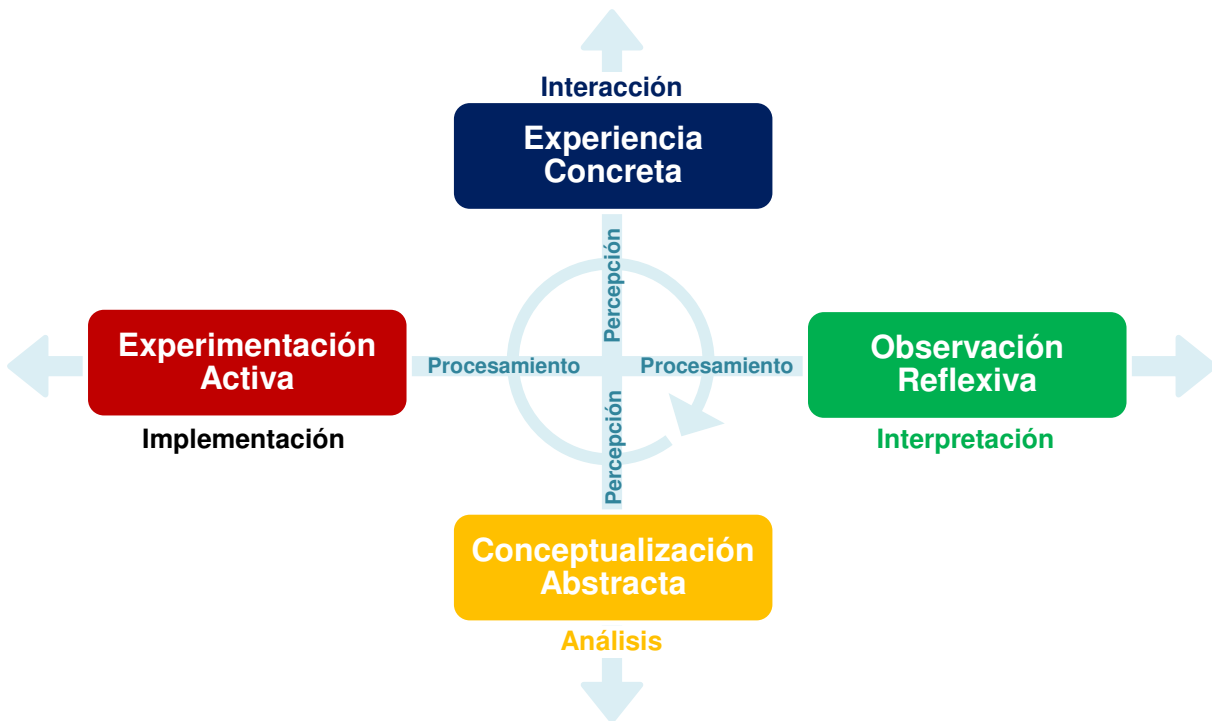


Fig. 13: Ciclo del aprendizaje de Kolb (McLeod, 2008) y su relación con actividades clave del individuo.

Fuente: Elaboración propia.

La **Experiencia Concreta (EC)** consiste en el aprendizaje de experiencias específicas al interactuar con otras personas o el entorno; el recibir sugerencias, emplear instructivos o usar guías son parte de éste modo. Durante la interacción del usuario con la herramienta didáctica, el implementar elementos como “tutoriales”, guías, el apoyo de un adulto o autoridad, así como el incitar a una actividad social que motive a la adquisición del conocimiento pueden llegar a ser efectivos.

El siguiente modo es el de **Observación Reflexiva (OR)**, en la cual **se observa el entorno o la situación en distintos puntos de vista** previo a la interpretación o la búsqueda del significado de algo. La herramienta didáctica debe de motivar al usuario a comprender las mecánicas y el proceso de uso por medio de la observación para que éste proceso sea efectivo, así como generar limitaciones temporales que inciten al usuario a observar en distintos puntos de vista o exponérselos de manera directa.

En la **Conceptualización Abstracta (CA)**, se realiza un **análisis lógico y se actúa conociendo la situación**; el modo se basa en el pensamiento y toma lugar previo a la adquisición del conocimiento directo al usar la herramienta didáctica. Al brindarle al usuario las bases y plantearle la situación a manera de que el mismo comprenda, se puede facilitar el uso de la herramienta.

Finalmente, la **Experimentación Activa (EA)** consiste en el actuar e influenciar a otros por medio de tomar acción. Dentro de la herramienta didáctica, la interacción con el usuario representa un aspecto primordial, el cual se ve beneficiado al implementar interfaces adecuadas, dinámicas y comprensibles para permitirle un aprendizaje más inclusivo.

El proceso de aprendizaje es efectivo cuando se mueve entre cada uno de los modos de manera balanceada (Clark, 2000b), lo cual es muy importante el motivar al usuario a que realice cada uno de los procesos para de esta manera permitirle a todo tipo de individuos la adquisición del conocimiento.

Junto a los modos, Kolb generó la teoría de los “**Estilos de Aprendizaje**”, los cuales son combinaciones de los procesos de aprendizaje (*Figura 14*) y son las formas en las cuales las personas tienden a aprender, aunque pueden ser vistos más como preferencias que estilos (Clark, 2000b). Los cuatro estilos son: **Divergir** (EC+OR), **Asimilar** (CA+OR), **Converger** (CA+EA) y **Acomodar** (EC+EA).

	Observación Reflexiva	Experimentación Activa
Concept. Abstracta	Asimilar	Converger
Experiencia Concreta	Divergir	Acomodar

Fig. 14: Estilos de aprendizaje de Kolb (Clark, 2000b).
Fuente: *Elaboración propia.*

El estilo de **Divergencia** le da más importancia al acercamiento innovador o imaginativo, al ser una combinación entre la Experiencia Concreta y la Observación Reflexiva, se realizan observaciones desde distintos puntos de vista en una situación concreta. Éste estilo es más pasivo debido a su naturaleza reflexiva y al aplicarse en una herramienta didáctica se deben implementar actividades que requieran menos acciones físicas y más reflexiones.

En el estilo de **Asimilación** se generan observaciones e ideas de manera integral para generar modelos o teorías. Su combinación entre la Conceptualización Abstracta y la Observación Reflexiva tienen plantean la implementación de proyectos en los cuales se diseñen proyectos o experimentos. La aplicación dentro de una herramienta didáctica se ve en forma de actividades que requieran que el usuario interactúe con objetos de manera abierta y tenga la capacidad de construirlos en una aplicación que le permita al mismo la obtención del conocimiento.

En la **Convergencia** se realizan aplicaciones prácticas junto a la solución de problemas. Al combinarse la Experimentación Activa y la Conceptualización Abstracta se crean modelos o teorías en base al razonamiento su aplicación palpable. En una herramienta didáctica con éste estilo en mente se deben plantear problemas técnicos para poder tener un resultado que posibilite la obtención y generación del conocimiento.

Finalmente, la **Acomodación** consiste en realizar el proceso de prueba y error en vez de tener un proceso lógico previo, en el cual hay cambios de circunstancias y se motiva a que se realicen las actividades de manera intuitiva, al ser una combinación entre la Experimentación Activa y la Experiencia Concreta. Aplicaciones en herramientas didácticas pueden verse en forma de actividades que permitan aplicar una cantidad alta de variables para permitir la experimentación y exploración.

Gracias a los componentes de éste modelo, es posible generar herramientas didácticas bajo variables predeterminadas en base al modo en el cual puede aprender el usuario y al clasificar los mismos en categorías se puede tener una variedad mayor de resultados en los diseños y mecánicas de las herramientas mismas, por ejemplo: Un individuo con un estilo mayormente de **Asimilación**, se pueden diseñar herramientas

en las cuales se necesite construir un esqueleto humano para que se comprenda cómo funciona y nombres de los huesos que lo componen. Cada estilo o manera de aprender puede ser empleada a manera de que permita una mayor efectividad en la obtención de información especializada y comprensión de conceptos complejos.

2.1.9. Modelo de Honey & Mumford.

Basándose en el trabajo de Kolb, Peter Honey y Alan Mumford desarrollan su modelo de aprendizaje, el Cuestionario de Estilos de Aprendizaje (Mobbs, 2003), cuyo enfoque consiste en definir un conjunto de preferencias o estilos en forma de patrones de comportamiento que faciliten la adquisición del conocimiento (Honey & Mumford, 1999). El beneficio de modelos de este tipo es que permiten tener un conjunto de parámetros definidos que pueden ser después aplicados en herramientas didácticas, planes de estudio, metodologías o algún producto que se beneficie de dicha información.

El modelo de Honey & Mumford divide a las preferencias de aprendizaje en cuatro estilos básicos: **Activo**, **Reflexivo**, **Teórico** y **Pragmático** (Figura 5).



Fig. 15: Estilos de aprendizaje de Honey & Mumford.
Fuente: Elaboración propia.

Si bien cada individuo presenta una mezcla de dichos estilos, es usual que se tenga uno dominante o se use uno en específico cuando la situación lo amerite (Huang & Busby, 2007), pero el enfocarse en sólo uno puede llegar a minimizar la efectividad del aprendizaje (Helen Bouchami Consulting, 2002). A continuación se explicarán los diferentes estilos, así como posibles aplicaciones en las cuales pueden tomar forma las herramientas didácticas dependiendo del estilo.

El **activo** o **activista** es un individuo que aprende al hacer algo, al experimentar de primera mano y con una mente abierta hacia nuevas experiencias. Mobbs (2003) delimita actividades o posibles aplicaciones que pueden ser implementadas en herramientas didácticas, las cuales son afines a este tipo de personas, como lo son: Competiciones, juegos de rol, acertijos o rompecabezas y actividades que requieran de la solución de problemas activos, siendo estas actividades en las cuales la interactividad juega un papel importante.

Un individuo **reflexivo** aprende al observar y procesar la información desde distintos puntos de vista, para tener un panorama más amplio sobre los datos que se le presentan. Siendo una actividad pasiva, actividades que pueden ser empleadas en herramientas didácticas se ven presentes en contenidos multimedia que les permitan percibir la información a estos individuos desde diferentes perspectivas.

El individuo con un estilo **teórico** predominante o **teorista** tienen un interés en comprender la teoría detrás lo que está a su alrededor. Mobbs (2003) clasifica una variedad de actividades inherentes a este tipo de individuos: Modelos que muestran teorías de manera simplificada, estadísticas que brinden una explicación del comportamiento o incidencia de algo, historias que expandan los panoramas del teorista o la aplicación de teorías comprobar y aprender de manera activa.

Finalmente, el estilo **pragmático** se ve presente en individuos que necesitan poner en práctica lo que se aprende, debido a esto, es necesario aplicar herramientas didácticas que permitan la aplicación de un concepto en un entorno acercado a la realidad. Actividades que consistan en la resolución de problemas pueden ser efectivas para este tipo de individuos.

Gracias a este modelo, se tiene una clasificación más compacta sobre los medios y mecánicas por las cuales un usuario puede interactuar de manera efectiva, dependiendo del tipo de estilo que se emplee. Los modelos de Kolb y Honey & Mumford, al estar enfocados en el individuo, determinan sólo el interior, por lo cual es necesario exponer un último modelo, el cual analiza factores externos en la actividad del aprendizaje.

2.1.10. Modelo de Dunn & Dunn.

Desarrollado desde los años 70's por los doctores Ken y Rita Dunn y con validación en distintos entornos geográficos, socioeconómicos y étnicos (Hidden Talents, 2006), este modelo de aprendizaje tiene la particularidad de enfocarse en aspectos muy amplios del espectro de la enseñanza del individuo. Siendo aplicado en forma de cuestionario, se califican elementos o variables que afectan y están relacionadas con el aprendizaje del individuo, clasificados en cinco categorías que son calificadas en razón de la preferencia que se tiene hacia ellos. Cuando las preferencias son “fuertes” o de gran importancia, el individuo se puede beneficiar de gran manera al aplicar un acercamiento relacionado a dicha preferencia, mientras que cuando no hay una preferencia hacia cierta variable, esta puede deberse a factores externos que pueden ser analizados y estudiados (ISLA, s.f.).

Una enseñanza basada en las preferencias de los individuos a los cuales se les es aplicado el modelo de Dunn & Dunn han mostrado una mejora en su rendimiento académico, mejor disciplina y una actitud positiva hacia la enseñanza en comparación con quienes no aplicaron el modelo (Dunn & Burke, 2006). El aplicar las fortalezas propias ante una tarea de alta dificultad brinda confianza y permite tener una mayor posibilidad del éxito en la adquisición de la información (ILSA, s.f.).

Las previamente mencionadas categorías en las cuales se dividen los elementos a calificar en este modelo son: **Factores ambientales, emocionales, sociológicos, fisiológicos y psicológicos**. Cada uno se divide a la vez en los elementos que afectan de manera específica la efectividad en la enseñanza del individuo, los cuales serán

explicados junto a las variables que son delimitadas en cada uno (Learning Styles, 2010) y las consideraciones ante su aplicación en el uso de herramientas didácticas.

Factores ambientales

Se refieren a los aspectos en el entorno con los cuales el individuo interactúa o se ven presentes ante el mismo al realizar su proceso del aprendizaje. El poner atención y realizar los cambios pertinentes en estos factores puede tener beneficios tales como mejoras en la actitud del individuo y mayor índice de retención de información (Dunn & Burke, 2006). Los elementos ambientales se dividen en: **Sonido, luz, temperatura y el diseño del asiento** (Tabla 3).

Elementos	Variables	Consideraciones
SONIDO	Silencio → Ruidoso/Música	<i>Puede ser aplicado o modificado durante el proceso de interacción.</i>
LUZ	Luz baja → Luz brillante	<i>El control de la luz depende de la actividad y la zona de la herramienta.</i>
TEMPERATURA	Cálido → Frío/Fresco	<i>Afecta a los materiales y al confort del usuario, así como la ubicación.</i>
DISEÑO DEL ASIENTO	Informal → Formal	<i>Esto depende del diseño de la herramienta, si se emplea un asiento o no.</i>

Tabla 3: Elementos y consideraciones de los factores ambientales.

Fuente: Elaboración propia.

Factores emocionales

Estos factores son inherentes del individuo y denotan aspectos que le dan una mayor comodidad emocional, ya sea la motivación propia o por otros (**Motivación**), ser responsable de la educación propia (**Conformidad / Responsabilidad**), si se pueden realizar distintas tareas a la vez o sólo una en secuencia (**Persistencia de la tarea**), así como si el individuo prefiere conocer lo que es requerido hacer al realizar una tarea o mantener la misma ambigua (**Estructura**) (Tabla 4).

Elementos	Variables	Consideraciones
MOTIVACIÓN	Propia → Motivado por otros	Pueden ser implementadas mecánicas de uso o mensajes de motivación.
CONFORMIDAD / RESPONSABILIDAD	Poca → Mucha	Empleando un asistente o guía, sea externo o dentro de la herramienta.
PERSISTENCIA DE LA TAREA	Menor → Mayor	Pudiéndose separar tanto en una actividad integral con tareas simultáneas o una variedad de tareas relacionadas.
ESTRUCTURA	Poca/Sin → Mucha/Con	Entra en el estudio del efecto de la ambigüedad en la herramienta didáctica.

Tabla 4: Elementos y consideraciones de los factores emocionales.

Fuente: Elaboración propia.

Factores sociológicos

Los factores sociológicos se ven presentes en las actividades que se realizan, específicamente en los elementos de las mecánicas sociales de las mismas. En este apartado se puede conocer si el individuo trabaja mejor de manera **individual, en pares, equipos, con la ayuda de una autoridad o adulto** y la **variedad** de la actividad (Tabla 5), esto es, si se realizan pasos sencillos y similares unos de otros o si hay una gran variedad y cambio de mecánicas durante la actividad.

Elementos	Variables	Consideraciones
ACT. INDIVIDUALES	No aprende → Aprende	<i>Es muy común su aplicación en herramientas didácticas / concentrarse en el esfuerzo y aprendizaje individual.</i>
ACT. EN PARES	No aprende → Aprende	<i>Por medio de mecánicas en las cuales se refuerce el trabajo en equipo.</i>
ACT. EN EQUIPO	No aprende → Aprende	<i>Que permitan la socialización y a su vez la colaboración entre sus miembros.</i>
ACT. CON AUTORIDAD	No aprende → Aprende	<i>Dándole al adulto o autoridad un papel de apoyo o “copiloto”.</i>
VARIEDAD	Rutina → Novedad	<i>Este elemento depende de la aplicación y medios en los que se aplica la herramienta.</i>

Tabla 5: Elementos y consideraciones de los factores sociológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Factores fisiológicos

Estos factores pueden separarse en perceptuales (**Auditivo, Visual, Táctil y Cenestésico**) y los fisiológicos (**Movilidad, Ingesta y Tiempo del día**) en caso de que se requiera (Tabla 6). LearningStyles.net (Learning Styles, 2010) los separa al realizar el cuestionario en adultos. Por una parte, la percepción juega un papel importante durante el proceso de aprendizaje y las herramientas didácticas se ven beneficiadas al poder emplear y apoyarse en todas ellas con facilidad de aplicarlas todas o sólo una. Los factores fisiológicos muestran aspectos que pueden modificar mecánicas en las herramientas al implementar recompensas (Alimento o alguna golosina) o el emplearse en un tiempo u hora específica del día para mejorar la experiencia.

Elementos	Variables	Consideraciones
AUDITIVO	No aprende al escuchar → Aprende al escuchar	<i>Uso de un entorno adecuado o elementos de escucha, como audífonos.</i>
VISUAL	No aprende al ver → Aprende al ver	<i>La implementación de apoyos o pistas visuales puede reforzar este factor.</i>
TÁCTIL	No aprende al tocar → Aprende al tocar	<i>Implementación de texturas o formas que propicien la interacción.</i>
CENESTÉSICO	No aprende al moverse → Aprende al moverse	<i>Actividades en las cuales se tenga una interacción física con el diseño.</i>
MOVILIDAD	Menor movilidad → Mayor movilidad	<i>Propiciando la movilidad y actividad física evita el aburrimiento de ciertos individuos.</i>
INGESTA	Sin comida → Con comida	<i>Implementando recompensas en forma de golosinas para motivar al usuario.</i>
TIEMPO DEL DÍA	Mañana → Tarde → Noche	<i>Pueden implementarse mecánicas que se beneficien de la hora / condiciones del día.</i>

Tabla 6: Elementos y consideraciones de los factores fisiológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Factores psicológicos

Se divide en dos elementos, cada uno con teniendo dos extremos contrastantes (Tabla 7): El elemento **Reflexivo/Impulsivo** delimita si el individuo tiende a pensar primero antes de realizar una actividad (Reflexivo) o si las hace de antemano y hace el proceso de pensamiento mientras se lleva a cabo la actividad (Impulsivo). Por otro lado, el elemento **Global/Analítico** presenta las variables de pensamiento global, esto es, que el individuo observa el panorama general de la información que se le presenta o de pensamiento analítico, el cual construye su conocimiento en base a hechos y figuras que le muestran detalles de lo que debe aprenderse (Hidden Talents, 2006).

Elementos	Variables	Consideraciones
REFLEXIVO / IMPULSIVO	Reflexivo → Impulsivo	Se pueden crear mecánicas en las cuales se motive a analizar primero o al tener iniciativa, incentivando ambos comportamientos.
GLOBAL / ANALÍTICO	Analítico → Integrado → Global	Ya sea presentando la información en datos como hechos específicos o de manera general como un todo.

Tabla 7: Elementos y consideraciones de los factores psicológicos.

Fuente: Elaboración propia.

Permitiendo una mayor categorización y clasificación de elementos que pueden permitir una variedad de entornos en las cuales se desenvuelvan herramientas y las mismas herramientas didácticas, este modelo presenta información de gran utilidad teórica para el proyecto presente.

2. 2: CONCEPTOS.

Durante el proceso de la adquisición del conocimiento, existen diversos obstáculos que no permiten la correcta memorización de la información que se le presenta al individuo, en éste caso, el usuario de la herramienta didáctica no consigue adquirir la información debido a factores como la distracción, el interés, la motivación o la dificultad que presenta el tema que se va a aprender.

En el caso de la dificultad por el contenido de conocimiento a adquirir, se plantea que el causante de esto es un concepto conocido como “concepto complejo” (Definido por diversos autores, por ej.: Zibel, 2004; Davidson 2009; Smith & Medin, 1981; etc.), el cual, por si mismo, presenta información que no puede ser comprendida con facilidad debido a cómo se presenta o explica, así como el nivel de especialización que se requiere para comprenderlo y la cantidad de conceptos simples contenidos en ellos.

En el capítulo presente se definirán lo que es un concepto, esto para establecer las bases para poder después expandir en lo que es un concepto complejo. Éste es una parte muy importante para el proyecto presente, ya que la dificultad para adquirir un concepto complejo presenta ser una de las principales problemáticas.

2.2.1. Concepto.

Para establecer qué son los conceptos complejos, es necesario primero explicar qué es un concepto. Una definición de este término es *“la manera en la cual se representan mentalmente una categoría o clases de objetos”* (Davidson, 2009), otra definición similar especifica que los conceptos son *“representaciones mentales en su forma más simple, que pueden ser expresadas en una sola palabra o un conjunto de ideas descritas como algunas pocas palabras”* (Zirbel, 2004a) y según Smith & Medin (1981) los conceptos *“son críticos para percibir, recordar, hablar y pensar sobre objetos y eventos dentro de nuestro mundo”*.

Éstas definiciones denotan un vínculo entre los conceptos y los procesos mentales, en donde los primeros son porciones de información que son percibidas y almacenadas en la memoria, esto es de gran importancia para el proyecto presente debido a que ésta relación justifica la importancia de darle al usuario de la herramienta didáctica medios por los cuales moldee conceptos incorrectos en información acertada.

El estudio sobre los conceptos ha expandido y generado diferentes delimitaciones teóricas que permiten darle al término un trasfondo más completo y entendible. Estas investigaciones presentan cada una un enfoque que permiten comprender cómo se manejan los conceptos.

Por una parte, Davidson (2009) clasifica a los conceptos de acuerdo a cuán concretos son los elementos que los componen, los divide en: **Concretos, Semi-concretos y Abstractos** (Figura 16).

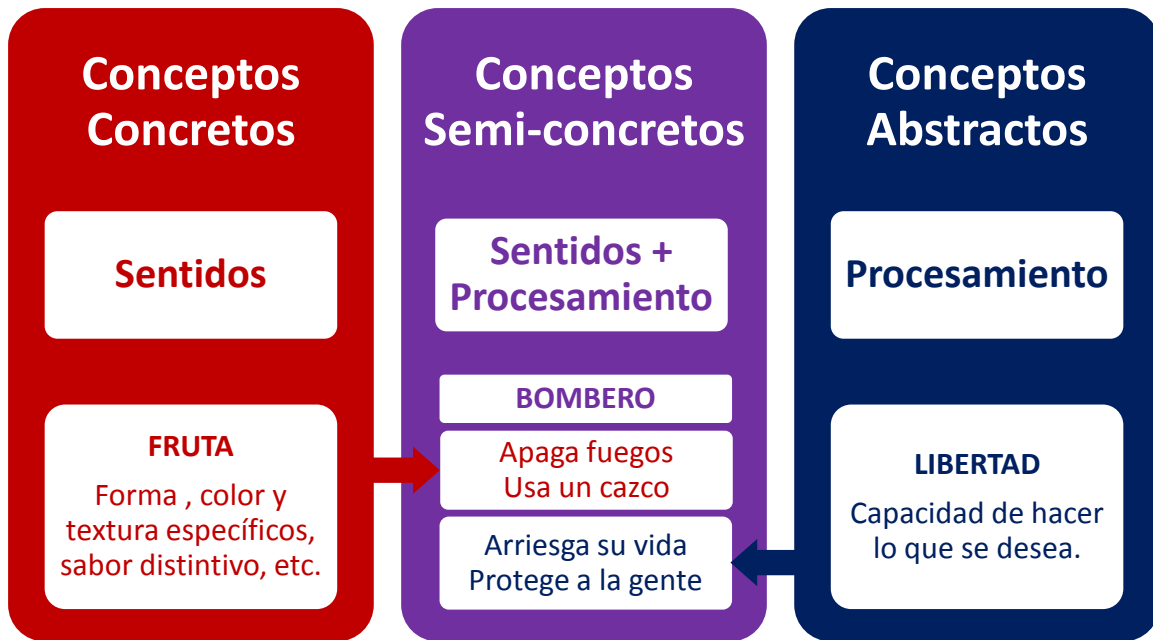


Fig. 16: Clasificación de conceptos según Davidson.

Fuente: Elaboración propia.

Los conceptos **concretos** presentan aspectos que son percibidos por medio de los sentidos, ya sea tocándolos, viéndolos o escuchándolos. Los **semi-concretos** tienen la particularidad de poder ser percibidos pero requieren de un procesamiento en el cual se relaciona lo que es visto, escuchado o tocado. Finalmente, los **abstractos** son conceptos que no pueden ser comprendidos por medios sensoriales, es decir, que requieren de la interpretación y un procesamiento más intensivo de la información o situación que se plantea ante el individuo.

Por otro lado, Smith & Medin (1981) en su libro “Categories and Concepts” dividen las funciones taxonómicas (De clasificación) de los conceptos en dos principales: La **categorización** y la **combinación conceptual** (Figura 17).



Fig. 17: Funciones de clasificación de los conceptos.

Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, Smith & Medin (1981) delimitan dos maneras en las cuales se puede interpretar o describir un concepto: Desde sus **componentes** o sus **propiedades holísticas**.

La interpretación por **componentes** consiste en la definición de las partes que componen el objeto en cuestión, aunque no se da una descripción completa. Se describe el concepto al enumerar sus partes, describir aspectos generales del objeto o incluso su función, a estas partes se les llaman **rasgos**, los cuales brindan una explicación cualitativa del objeto o concepto. Por otro lado, el acercamiento **holístico** se realiza por medio de la descripción completa del objeto, pensando en el todo del concepto a definir. La Figura 18 muestra un esquema simplificado del proceso de definición de conceptos.

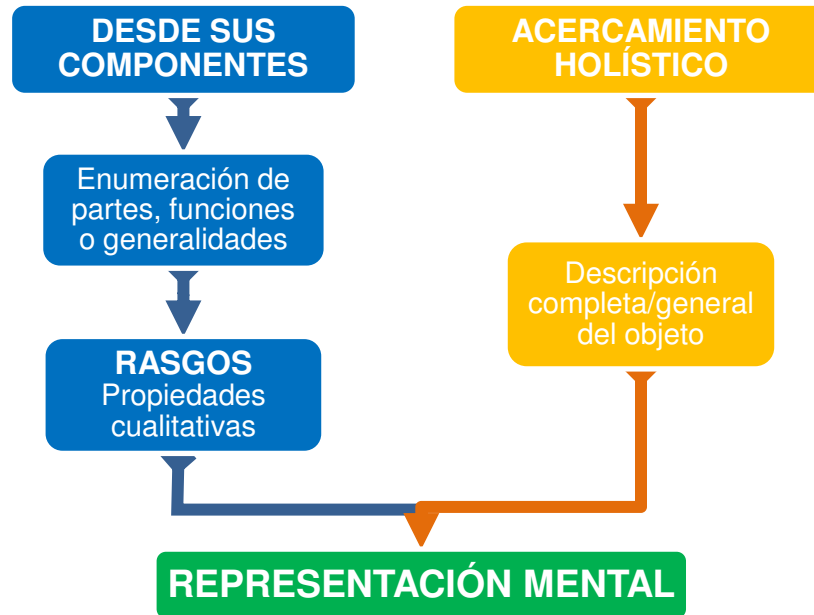


Fig. 18: Proceso de la definición de un concepto/objeto desde dos puntos de vista.

Fuente: Elaboración propia.

Las maneras previamente mencionadas con las que se define un concepto permiten crear un marco conceptual por medio del cual se puede plantear la manera en la que se delimitan los conceptos al integrársele al proceso cognitivo del ser humano. Los problemas se presentan en el momento que un concepto presenta particularidades que evitan poder comprenderlos a simple vista, estos conceptos se les denomina **conceptos complejos**.

2.2.2. Conceptos complejos.

Los conceptos complejos son considerados en el proyecto presente como uno de los problemas más grandes en el proceso de aprendizaje, la manera en la cual son atacados no presenta ser efectivo en el sistema educativo actual, como se expresa en el planteamiento del problema.

La definición de este tipo de conceptos tiene bases en el ámbito lingüístico usualmente; según Murphy (1988) definir a un concepto complejo como *uno que está compuesto de conceptos primitivos* es ser muy generoso, esto debido a que un concepto que puede ser considerado simple como “perro”, al ser definido por sus componentes o características, dichos elementos pueden ser conceptos simples y por ende, el concepto de “perro” es un concepto complejo.

Murphy después comenta que una regla general usada en la literatura relacionada delimita el tipo de concepto en base a ciertas condiciones:

1. *Si el concepto puede ser explicado con un solo ítem o elemento léxico (Es decir, una sola palabra, parte de una palabra o una cadena de palabras), es **simple**.*
2. *Un concepto que usa más de un lexema para ser explicado es **complejo**.*
3. *La condición No.2 se anula si la expresión lingüística está lexicalizada (Por ejemplo: Expresiones idiomáticas / Modismos).*

Bajo las condiciones planteadas, Murphy explica que existe otro problema: Al tomar un concepto que parece complejo como “*casa para perros*” al tener la definición común de “*casa en la cual un perro duerme o descansa*” éste concepto deja de ser complejo, esto indica que a pesar de ser palabras compuestas, su complejidad no es factible.

Para formalizar la definición de un concepto complejo dentro del proceso de aprendizaje durante el uso de herramientas didácticas, es necesario comprender como se formaliza un concepto complejo según la literatura sobre el tema (Tabla 8).

Referencias	Definición/Planteamiento	Ejemplos
Goodman et al., 2007 Zirbel, 2004a	La complejidad de los conceptos se ve presente al conectar o combinar dos conceptos simples.	Casa para perros Cinta de aislar
Zirbel, 2004b	Conceptos que describen una idea a grandes rasgos.	Teoría de la selección natural
Zirbel, 2004b	Conceptos que pueden combinarse en una tercera estructura representacional, es decir, un concepto que contiene más en sí mismo.	Densidad, la cual es “Materia” por “Volumen”
Murphy, 2007 (Osherson & Smith, 1981; Zadeh, 1965)	Caracterizados por su estructura asimétrica, en la cual uno de los elementos (El segundo en inglés, usualmente el primero en español) es la base o “cabeza”.	“Casa para pájaros” no es lo mismo que “Pájaros de Casa”
Murphy, 2007 (Smith and Osherson, 1984)	La combinación de adjetivos y sustantivos para delimitar un concepto.	Silla verde = Silla (sustantivo) + Verde (adjetivo)

Tabla 8: Diferentes definiciones o planteamientos sobre conceptos complejos.

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó con anterioridad, la definición de conceptos complejos tiende a tener bases en la lingüística, y si bien esto es aplicable en el proyecto presente, no representa integralmente lo que un concepto complejo demuestra ser dentro del proceso de aprendizaje.

Para definir este término dentro del uso de una herramienta didáctica se tiene que tomar en cuenta no sólo la estructura del concepto en sí, sino los recursos que se requieren emplear en relación a los procesos cognitivos. Como se vio en el primer capítulo, la psicología cognitiva abarca los procesos: **Percepción, atención, memoria, creatividad y resolución de problemas**, y éstos se ven impactados ante los conceptos complejos dentro del proceso de aprendizaje. La *Figura 19* explica cómo afectan éstos conceptos en cada proceso.



Fig. 19¿Cómo afectan los conceptos complejos a los procesos mentales?

Fuente: Elaboración propia.

Entonces, se puede tener una definición de concepto complejo bajo el dominio de los procesos mentales y las herramientas didácticas bajo la problemática presentada en la figura anterior. En pocas palabras se podría decir que un concepto complejo es: **“Un concepto con un alto grado de dificultad de memorización que presenta un conjunto de contenido especializado dentro del mismo”**. Cabe mencionar que ésta definición no presenta ser definitiva y es principalmente la manera en la que se aborda el término en el proyecto presente.

2.3: MODIFICADORES DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO

Éste capítulo es la base por medio de la cual se planea implementar la metodología para el diseño de herramientas didácticas planteado en el proyecto presente y uno de los principales productos teóricos generados en el mismo. Los modificadores en la experiencia del usuario, o MEU por sus siglas, son componentes que le brindan al proceso de diseño de un producto la capacidad de mejorar la experiencia durante su uso.

El principal propósito de los MEU's es el de mejorar la experiencia educativa del usuario por medio de los distintos conceptos, que al ser comprendidos y aplicados de manera adecuada, le brindarán al usuario o individuo dispuesto a aprender, las herramientas para comprender conceptos que le pueden llegar a ser complejos y así lograr adquirir un conocimiento específico que le permita su desarrollo personal, educativo y profesional.

Los modificadores presentados a continuación representan un prototipo de lo que puede ser aplicado en una metodología de diseño, por lo que pueden ser agregados o intercambiados algunos más adelante para mejorar la efectividad del producto de la investigación presente.

2.3.1. Simplificación.

Para poder mejorar la experiencia educativa del usuario, es necesario encargarse de que los conceptos que le son presentados puedan ser adquiridos sin problemas, un método para permitir esto es el uso de la **simplificación**. Como su nombre lo indica, la simplificación consiste en separar algo y hacerlo entendible para cualquier persona. Como modificador, éste método presenta ser una de las partes más importantes al manejar la materia prima en la herramienta didáctica, la cual es la información en bruto, ésta puede presentar conceptos complejos.

El proceso de la simplificación no parece tener un modelo definido o pasos a seguir que están establecidos para permitir la correcta comprensión de la información,

pero se han presentado una variedad de consejos o puntos a considerar para simplificar algo que sea complejo o difícil de comprender, tanto desde el aspecto visual, hasta al exponer algo a una persona que sea ajena al campo de estudio o actividades de las que se está comunicando. A continuación, se explicarán dichos consejos sugeridos para simplificar información que presentan ser de importancia para el diseño de herramientas didácticas.

El Dr. Peter Sandman (2008), desde el punto de vista de las comunicaciones, brinda algunas ideas a considerar para simplificar lo que se quiere expresar. Los puntos que da a conocer se plantea pueden modificarse y generarse en forma de un ciclo que permite que la información compleja se refine a una más simple (*Figura 20*).

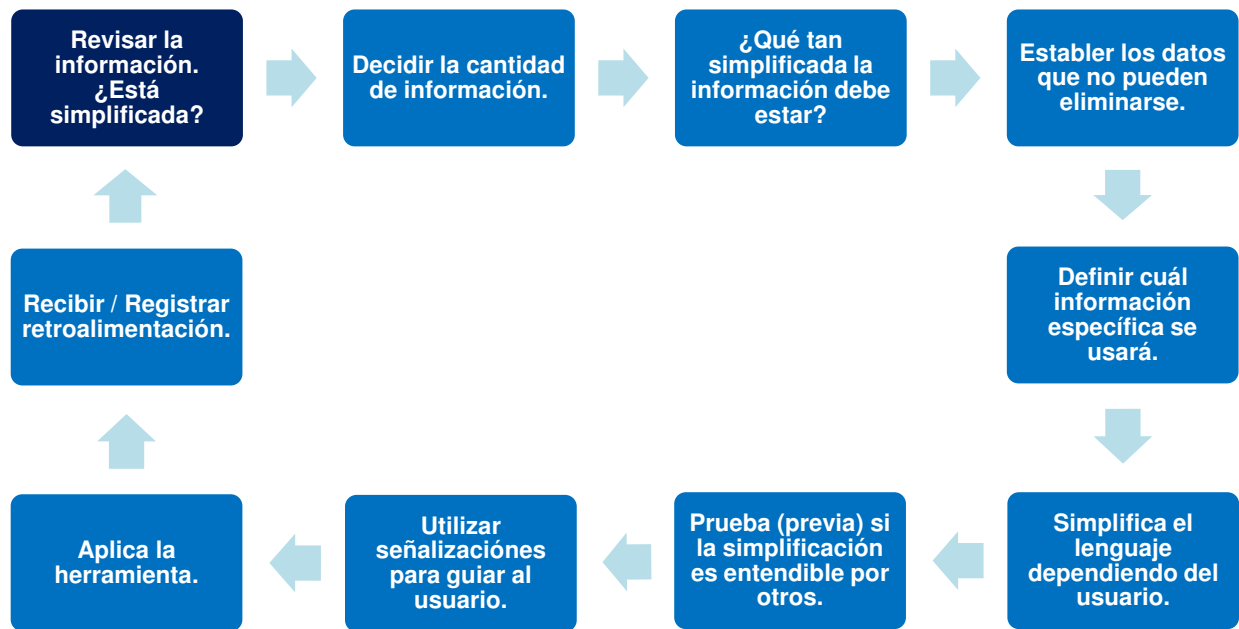


Fig. 20: Ciclo de simplificación de la información.
Fuente: *Elaboración propia.*

Por otro lado, Bradley (2014) explica desde el campo del diseño web cómo se da la complejidad en la información brindada por éste medio y delimita algunos conceptos a considerar en el proceso de la simplificación (*Figura 21*). Dentro de su artículo expresa que la complejidad puede ser **subjetiva y se basa en la percepción del**

individuo, y a la vez comenta que para eliminar la complejidad es necesario eliminar la mayor cantidad de elementos y al no ser posible, es mejor asegurarse de que exista la **claridad** de la información que se presenta.



Fig. 21: Medios de simplificación y reducción de información compleja según Bradley (2014).

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, otro conjunto de sugerencias son presentadas por Yael Grauer (2014) desde la perspectiva del marketing, en la cual expone que el problema en el contenido complejo no es la cantidad del mismo, sino **cómo se distribuye**. Tras esto, establece ocho pasos para mejorar la comprensión ante temas complejos (Figura 22), los cuales, a pesar de fundamentarse desde otro campo, son aplicables en el desarrollo de herramientas didácticas dentro del manejo de la información en la misma:



Fig. 22: Pasos para simplificar contenido e información.
Fuente: *Elaboración propia.*

La simplificación de los conceptos complejos en las herramientas didácticas, como se mencionó anteriormente, es el primer paso en su desarrollo, debido a que se maneja la información a utilizar en la herramienta. Su papel como modificador en la experiencia del usuario se ve presente al darle una herramienta al diseñador de herramientas didácticas que le permita moldear el contenido de la herramienta en base a factores como su entorno de aplicación (Museos, escuelas, espacios públicos, etc.), el nivel de conocimientos específico de su usuario (Niños, adultos, especialistas en algún tema, estudiantes universitarios enfocados en una rama de la ciencia en específico, etc.), entre otros.

2.3.2. Lúdica

En 1938, el antropólogo holandés Johan Huizinga publicó su libro “Homo Ludens”, en el cual realiza una comparación entre el “homo sapiens” (El hombre pensante) y “homo faber” (El hombre trabajador), argumentando que el ser humano emerge como “homo ludens”, es decir, el hombre que juega. Huizinga (1972) sugiere que el “juego” es necesario para la generación de la cultura.

Ahora, ¿Qué es el juego? Según Kolb & Kolb (2009), el juego es un “comportamiento complejo, el cual es difícil de definir, ya que posee conceptos amplios en cuanto a su naturaleza, sentido y la manera en la cual se manifiesta”. Por otro lado, Gomes, Figueiredo & Bidarra (2004) explican que el juego “es una actividad basada en acciones, cuyo atractivo es la diversión, el reto y la búsqueda del placer genuino”. Si bien, el concepto de “juego” presenta ser difícil de definir, se conocen aspectos determinantes del mismo, así como sus beneficios en su aplicación en la educación.

Algunos aspectos que delimitan al juego son expuestos por Kernan (2007), al especificar nueve de sus características:

1. **Es voluntario** al requerir de la intención del individuo de realizar la actividad, a la vez, tienen la capacidad de cambiar sus mecánicas, al ser esto posible.
2. **Tiene significado** para los participantes, pues refleja lo que los mismos saben, han observado y pueden hacer.
3. **Presenta un bajo riesgo** al poder experimentar y esperar riesgos o consecuencias mínimas ante actividades no realizadas con anterioridad.
4. **Es espontáneo y abierto** al brindarle a los jugadores un espacio en el cual pueden explotar su curiosidad y creatividad de manera flexible.
5. **Es simbólico**, permitiéndoles a los individuos el ejercitar su imaginación por medio de la experimentación de aspectos del mundo exterior.
6. **Incorpora un alto grado de participación y concentración.**
7. **Es activo** al requerir de un esfuerzo físico o mental para tomar lugar.
8. **Pueden ser sociables** al permitir la cooperación si se desea.
9. **Brindan alegría, emoción y experiencias de todo tipo** sean buenas o malas.

Otro punto de vista en el juego que puede ayudar a delimitar características en el sentido de su implementación se ven presentes en los trabajos de la Dra. Hutt, en los cuales establece la “tipología del juego”, al describir el rango de aplicación en la actividad del juego, dividiéndolo en tres categorías: **Juego epistémico, juego lúdico y juego con reglas** (Kernan, 2007; Reeve, 2011), las cuales se presentan en la Figura 23.



Fig. 23: Tipología del juego.

Fuente: Elaboración propia.

En el desarrollo de herramientas didácticas, se deben planear cómo van a tomar lugar las mecánicas que se implementan durante su uso, para tener un marco con el cual trabajar para que sirva de base en el proceso inicial del desarrollo, se pueden tomar aspectos como los que expone Kernan (2004), al delimitar las formas en las que

se juega durante la niñez (Fig. 24). Teniendo una referencia de cómo se juega, es posible implementar éstas delimitaciones en las herramientas didácticas de manera efectiva ya que en sí son los métodos preferidos y familiares del juego.



Fig. 24: Formas en las que se juega durante la niñez.

Fuente: Elaboración propia.

Un concepto que se relaciona a la lúdica en la educación es el de “gamification” el cual se refiere a “la posibilidad de aplicar los elementos presentes en actividades relacionadas a los juegos de video fuera de su contexto usual para emplearlo en la educación” (Gomes et al., 2014).

El uso de videojuegos para apoyar en la educación ha traído un debate debido a la naturaleza de “ocio” que se percibe al rededor de ellos, así como otras problemáticas que Gomes et al. (2014) enumeran como: *Costos altos de desarrollo, la resistencia de las instituciones educativas a la innovación, el contraste de la accesibilidad a los equipos computacionales en cada institución, entre otros.*

Ante esto, no se puede negar los beneficios que brinda el empleo de herramientas didácticas en forma de videojuegos, ya que estas actividades motivan al jugador/estudiante/individuo a: Resolver problemas que son presentados de manera aleatoria y directa, tomar decisiones, establecer metas a corto, mediano y largo plazo, gestionar recursos y recibir recompensas (Gomes et al., 2014). Estas actividades son de gran utilidad en el día a día y el reforzarlo por medio de herramientas didácticas le permite al usuario el tomar el mejor acercamiento posible ante las situaciones que se le presenten.

2.3.3. Interactividad.

En las herramientas didácticas, la interactividad es un factor determinante en los medios por los cuales se difunde la información de manera general, debido a que el definir cómo el usuario interactuará con la herramienta da lugar a aspectos formales y mecánicas de uso en la misma.

La interactividad presenta una variedad de definiciones dependiendo de distintos factores, los cuales se basan tanto en el campo desde el cual se está planteando, hasta los participantes en la misma. Tras esto, Kioussis (2002) analiza distintas definiciones y concluye en una definición tentativa de la interactividad, la cual sería “el medio por el cual la tecnología de las comunicaciones puede crear un ambiente mediático en donde los participantes se comunican y participan en un intercambio de mensajes recíproco”. Esta definición tiene presente la interacción humana, mas no la que toma lugar entre la máquina y el usuario, por lo cual, en el proceso del uso de herramientas didácticas, la interactividad puede definirse como **“el proceso de comunicación y participación entre dos o más individuos, ya sea entre sí por medios diversos o con una**

máquina/computadora, con el propósito de recibir una reacción, acción o respuesta”.

En cuanto a componentes de gran importancia en la interactividad, la literatura relacionada usualmente reside en el campo de la interfaces computacionales, pero esto no significa que no pueda ser empleado en el desarrollo de herramientas didácticas. Por un lado, Sims (1997) expone una clasificación desde el punto de vista de un desarrollador de aplicaciones multimedia, la cual abarca diez mecánicas de interactividad en función de la manera en la que se implementa o aplica (*Figura 25*):

- 1. Interactividad de objeto.**
- 2. Interactividad lineal.**
- 3. Interactividad de soporte.**
- 4. Interactividad actualizada.**
- 5. Interactividad de construcción.**
- 6. Interactividad reflexiva.**
- 7. Interactividad de simulación.**
- 8. Interactividad hiper-vincualda.**
- 9. Interactividad contextual no inmersiva.**
- 10. Interactividad de inmersión virtual.**

INTERACTIVIDAD DE OBJETO	<i>Objetos (Como botones) son activados por medio de un indicador o apuntador (Mouse, táctil, analógicamente, etc).</i>
INTERACTIVIDAD LINEAL	<i>Permiten movimiento (avanzar o regresar de página, por ejemplo) por medio de secuencias predeterminadas.</i>
INTERACTIVIDAD DE SOPORTE	<i>Por medio del cual se recibe apoyo externo, las cuales pueden tomar forma en mensajes de ayuda o tutoriales/guías.</i>
INTERACTIVIDAD ACTUALIZADA	<i>Presentan una problemática para que el usuario reaccione y responda a resultados que brindan retroalimentación.</i>
INTERACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN	<i>Requiere la creación de un ambiente de instrucciones en el que el usuario debe manipular componentes para lograr una meta.</i>
INTERACTIVIDAD REFLEXIVA	<i>Graba las respuestas de los usuarios y permite compararlos con los de expertos en el tema de la actividad.</i>
INTERACTIVIDAD DE SIMULACIÓN	<i>Convierte al usuario en el controlador u operario. El orden de las acciones que se realicen determinan la secuencia de la actividad.</i>
INTERACTIVIDAD HIPER-VINCULADA	<i>El usuario tiene acceso a la información al acceder a ellos por medio de vínculos dentro de una base de datos</i>
INTERACTIVIDAD CONT. NO INMERSIVA	<i>Combina y extiende los niveles de interactividad en un ambiente de entrenamiento en el que se realiza un trabajo de alta importancia.</i>
INTERACTIVIDAD DE INMERSIÓN VIRTUAL	<i>Genera un entorno interactivo proyectado en un mundo generado por computadoras, el cual responde a cada acción.</i>

Fig. 25: Mecánicas presentes en la interactividad según Sims (1997).

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la interactividad en un espacio educativo, Allen (2004) describe observaciones en base a las exhibiciones realizadas en el museo “Exploratorium” en California, E.U. Mediante variaciones en los modos en los cuales se presentan las exhibiciones, Allen descubrió que:

- Los visitantes se quedaban por **mayor tiempo en exhibiciones interactivas** que las que no presentaban interacción alguna.

- **“Mayor no es necesariamente mejor”** al no verse diferencias entre versiones con mayor interactividad y una cantidad menor de interactividad.
- En el Exporatorium, las exhibiciones **más atractivas** y que duraban más presentaban **poca a ninguna interactividad física**.
- Exhibiciones que permiten **usuarios múltiples facilitan el aprendizaje “familiar”**.

A la vez, Allen (2004) comenta que los resultados encontrados en sus estudios le hacen sugerir que si bien la interactividad presenta una solución poderosa, se debe ser escéptico ante argumentos que expresan que la interactividad es esencial en la educación o que crea las herramientas más poderosas. Ésta sugerencia le da más fuerza a la interactividad como un modificador en las herramientas didácticas, ya que es algo que puede ser implementado y cambiado si lo requiere, debido a que lo más importante es permitirle al usuario comprender la información, la manera en la que interactúa y cualquier elemento externo presenta ser una variable.

Viéndolo desde un punto de vista de interfaces para uso en la web, Liu & Shrum (2002) exploran tres variables dentro de un marco de trabajo basado en teorías cognitivas, sociales y de psicología de la personalidad, las cuales presentan factores que pueden ser considerados en el desarrollo de herramientas didácticas. Estas variables son: la **participación cognitiva**, el **aprendizaje** y la **satisfacción del usuario**).

La **participación colectiva** se refiere a la actividad que se realiza cognitivamente durante la interacción, procesos como la toma de decisiones y la atención son necesarios en un nivel de concentración mayor. Ésta variable puede determinar qué tan intensiva será la actividad interactiva en la herramienta didáctica, así como los recursos cognitivos que deberá emplear durante el uso de la herramienta, dependiendo de factores como la edad y escolaridad de la audiencia a la que se planea dirigirse la actividad.

El **aprendizaje del usuario** es el resultado de las experiencias inducidas por la interactividad en altas cantidades, en el sentido de que se tenga control sobre lo que se quiere aprender, resultando en un aprendizaje más efectivo. Al permitirle al usuario

explorar los componentes en una herramienta didáctica, se cree que genera un mayor interés y uso prolongado de la misma.

Finalmente, **la satisfacción del usuario** es un componente muy importante a considerar, la que permite extender el tiempo de uso por medio de estrategias como permitirle tener un sentido de control al usuario o individuo.

2.3.4. Curiosidad.

La curiosidad y el último punto de éste capítulo, la motivación, no presentan ser modificadores por sí mismos, ya que son aspectos inherentes del usuario o el individuo que usa la herramienta didáctica, mas su importancia recae en el estudio y conocimiento de cómo éste factor afecta el aspecto formal y las mecánicas dentro de las herramientas.

Para conocer qué es la curiosidad, es necesario definirla a manera de comprender sus conceptos clave relacionados. Arnone et al. (2011) la definen como **“el deseo por conseguir nuevo conocimiento o experiencias en entornos distintos, el cual al ser resuelto satisfactoriamente, genera conocimiento nuevo”**, mientras que Litman (2005) la expresa como **“el deseo de saber, ver o experimentar mediante un comportamiento que motiva la exploración con el propósito de adquirir nueva información”**. Ambas definiciones coinciden que la curiosidad implica el deseo de explorar, lo cual es deseable generar en una herramienta didáctica, esto le da un gran peso al concepto y genera gran interés en su aplicación dentro del proyecto presente.

Según Kashdan, Rose & Fincha (2004), la curiosidad genera comportamientos proactivos e intencionales en respuesta de un estímulo que presenta las siguientes propiedades: **Novedad, complejidad, incertidumbre y conflicto.**

La implementación de herramientas didácticas con dichas características puede presentar un caso de estudio que permita conocer a detalle elementos que le den un valor mayor a la herramienta. De igual manera, conocer el proceso en el que toma lugar

la curiosidad permite estructurar el proceso del uso de la herramienta para estudiar los conceptos que motivan a la curiosidad.

El proceso por el cual se lleva cabo el fenómeno de la curiosidad puede ser descrito de la siguiente manera (*Figura 26*): Primero, se tiene una situación en la cual existe un estado de incertidumbre o dudas, esto motiva la actividad de la exploración y le genera una necesidad al individuo de revisar los elementos que rodean a su problemática, mediante el uso de prácticas o técnicas de todo tipo, como la investigación de datos, la inspección de un objeto o la experimentación, se genera un resultado que le brinda al individuo la respuesta que se buscaba, la cual puede tener un resultado positivo o negativo en la percepción de lo que se deseaba conocer. Así como la tecnología permite la estimulación y facilitación en la obtención de información tras la curiosidad, aspectos tales como la saturación o alta cantidad de contenido en los medios digitales y bibliotecas le dificultan la obtención del resultado que se desea obtener y pueden tener como consecuencia el éxito o la falla en la obtención del conocimiento. En el proceso del uso de una herramienta didáctica, la curiosidad es la base y el catalizador por el cual se lleva a cabo ésta actividad.



Fig. 26: Proceso de la curiosidad para la obtención de un conocimiento.

Fuente: Elaboración propia.

La curiosidad es inherente de la motivación, mas su relevancia lo hace ser un tema por sí mismo, el cual requiere ser estudiado y analizado dentro del desarrollo y consecuente uso de las herramientas didácticas y a la vez, la motivación presenta aspectos específicos que serán explicados en el punto siguiente.

2.3.5. Motivación.

El último modificador en la experiencia del usuario a exponer en el proyecto presente es el de la motivación, el cual se refiere al “**ímpetu o inspiración de realizar una acción o actividad, sintiéndose energizado o activado para lograr una meta u objetivo**” (Ryan & Deci, 2000). Eccles & Wigfield (2005) la definen desde su palabra raíz en latín, la cual significa “moverse”, lo que les hace concluir que el estudio de la motivación es el estudio de la acción.

La clasificación de la motivación se percibe usualmente en dos principales distinciones de ésta: La **motivación intrínseca** y la **extrínseca**. A continuación se describirá cada uno y expondrán sus ventajas y desventajas principales, las cuales nos permitirán comprender la mentalidad que puede presentarse al momento de adquirir el conocimiento (*Tablas 12 y 13*).

MOTIVACIÓN INTRÍNSECA	
La actividad se realiza porque se tiene un interés y se disfruta (Eccles & Wigfield, 2005).	
Ventajas (Center for Teaching, 2014)	Tiene un mayor tiempo de duración. El esfuerzo realizado promueve el aprendizaje. El aprendizaje se enfoca en el tema en vez de recompensas o castigos.
Desventajas (Center for Teaching, 2014)	Mantener éste tipo de motivación puede afectar el comportamiento. Puede requerir de una preparación extensa para lograrse. Se puede necesitar un acercamiento diferente por individuo.

*Tabla 9: Motivación intrínseca.
Fuente: Elaboración propia.*

MOTIVACIÓN EXTRÍNSECA	
Se tiene la motivación ante la posibilidad de recibir una recompensa (Eccles & Wigfield, 2005).	
Ventajas (Center for Teaching, 2014)	Producen cambios en su comportamiento rápidamente. Requieren muy poco esfuerzo para prepararse. No requieren del conocimiento extenso de estudiantes individuales.
Desventajas (Center for Teaching, 2014)	Pueden distraer a otros estudiantes del tema a aprender. Llega a ser difícil definir el mejor conjunto de recompensas y castigos. No presentan un desempeño adecuado a largo plazo.

Tabla 10: Motivación extrínseca.

Fuente: Elaboración propia.

Estos dos tipos de motivaciones nos permiten delimitar cómo se planea emplear el sistema de una herramienta didáctica, esto es, si se desean implementar recompensas ante el desarrollo de una habilidad o adquisición de un conocimiento o se espera que el usuario esté genuinamente interesado en el tópico que cubre la herramienta.

En lo que se refiere a la educación dentro del tópico de la motivación, se plantean puntos clave a considerar y estrategias para ser aplicadas dentro del entorno en el cual se emplee la herramienta didáctica. Una de ellas son establecidas por el “Center for Teaching” (ó Centro para la Enseñanza) de la Universidad de Vanderbilt en Tennessee, en la cual se enumeran estrategias para motivar a estudiantes, las más relevantes para el desarrollo de una experiencia entre el usuario y la herramienta son:

- **“Conocer a los estudiantes”**: Pudiéndose aplicar al usuario al cual se va a enfocar la herramienta, si se tiene un perfil o conocimiento de aspectos que permitan moldear una herramienta más efectiva, se puede considerar esta estrategia.
- **“Usar ejemplos libremente”**: El brindar elementos relacionados en la herramienta, le permitirá al usuario mentalizar su éxito en la aplicación de la

misma, al mismo tiempo que se mantendrá motivado al tener mayores posibilidades del éxito.

- **“Delimita metas realistas”**: Esto es aplicable dentro del alcance de la herramienta, si se apunta muy alto, se puede arriesgar no tener éxito o no generar interés al establecer expectativas muy altas y elementos que pueden no ser necesarios y si se tienen objetivos muy sencillos, se puede desperdiciar el potencial de la herramientas. Por esto es necesario definir las metas más realistas en la implementación de una herramienta, en todos sus aspectos.
- **“Darles a los estudiantes la mayor cantidad de control posible”**: Esto se ve reflejado en la interactividad del producto y en las mecánicas que se llevan a cabo, mientras más libertad se le dé al usuario evitando que se pierda, más efectivo será el aprendizaje.

Junto a esto, Center for Learning (2014) expone un conjunto de conceptos que pueden ser considerados para mejorar y motivar el uso de las herramientas didácticas durante el proceso de su uso o desarrollo. Estos conceptos son: **Novedad, utilidad, anticipación, sorpresa, reto, retroalimentación y cierre.**

Por otro lado, Boekaerts (2002), en la publicación “Motivation to Learn” describe una cantidad de resultados y descubrimientos relacionados a la motivación de los estudiantes, los cuales, al igual que los del Centro para la Enseñanza se plantean como una base para desarrollar estudios en el ámbito del aprendizaje por medio de herramientas didácticas y el papel de la motivación como modificador en la experiencia del usuario. Dichos resultados se expresan en la *figura 27* junto a definiciones y planteamientos relacionados al proyecto presente.

NO EXISTE LA MOTIVACIÓN ANTE LA POSIBILIDAD DEL FRACASO.

Falta de habilidad, esfuerzo, mala suerte, una implementación de estrategias inadecuadas por parte del estudiante o la actividad presenta características que presentan un problema son factores que afectan a la motivación.

QUIENES VALORAN LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE DEPENDEN MENOS DE INCENTIVOS.

Al presentar una motivación intrínseca, el gusto que se tiene de realizar una actividad no presenta la misma efectividad que a uno que no conoce o le importa la actividad pero lo hace con tal de obtener una recompensa.

SE ESPERA QUE EL ESFUERZO BRINDE VALOR AL APRENDIZAJE.

Los estudiantes deciden entonces cuánto esfuerzo se le empleará a una actividad de aprendizaje dependiendo de cuánto aporta en su educación.

RETROALIMENTACIÓN Y ÁNIMOS SON NECESARIOS PARA DESARROLLAR LA FUERZA DE VOLUNTAD.

Una parte muy importante de la motivación se ve presente en la retroalimentación y crítica constructiva de los resultados de las actividades realizadas, el dar ánimos también ayuda a motivar temporalmente al estudiante.

SE TIENE UN MAYOR COMPROMISO AL APRENDIZAJE SI LOS OBJETIVOS SON COMPATIBLES CON LAS METAS DE CADA UNO.

Los estudiantes tienen metas personales que al encajar con las que son presentadas en las actividades de aprendizaje, se genera una mayor motivación.

Fig. 27: Resultados y observaciones de Boekaerts ante la motivación educativa.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA.

3.1. Diseño de la investigación

En lo que respecta al tipo de investigación realizada en la presente tesis se manejará un enfoque mixto, en el cual “se usan datos tanto cuantitativos como cualitativos, ya que ambos permiten darnos una mejor comprensión sobre el problema de investigación” (Creswell, 2009, p. 11), para con esto obtener datos estadísticos que permitan dar a conocer aspectos relevantes en las preferencias de los usuarios en los cuales se enfocará la parte cuantitativa, mientras que por medio de preguntas a maestros que imparten clases a los usuarios potenciales se planea cubrir el otro lado de la problemática y formará parte de la herramienta cualitativa.

El enfoque de la investigación se basa en tres aspectos que delimitan las herramientas de manera concreta:

- **Información basada en ciencias:** Al tener una naturaleza científica, la información con la cual se trata es pura y directa, la cual usualmente adquiere capas de complejidad basadas en conceptos sencillos que se van agregando. Esto es de gran importancia, ya que si un individuo no logra comprender los aspectos básicos de un tema e intenta adquirir más conocimiento relacionado, va a tener dificultades que lo podrían conllevar a perder interés. La pérdida de interés en la ciencia es uno de los riesgos que se desea disminuir con la propuesta con la cual se espera concluir en la investigación presente.
- **Aprendizaje de conceptos básicos:** Como se mencionó en el punto anterior, los aspectos básicos de un tema son de gran importancia y representan la base de la simplificación, al tener un concepto simple que presenta una dificultad al individuo en su aprendizaje, se requiere analizar cómo se muestra o enseña la información y de qué manera se simplifica, en el proyecto presente se plantea la simplificación de la información para ser aplicada en una herramienta didáctica, por lo cual la información básica es ideal para el enfoque de las investigación.
- **Facilidad de acceso a los sujetos de prueba:** Esto es, que se puedan tener acceso rápido a quienes se les aplique la herramienta de investigación. De esta

manera se pueden realizar las actividades de aplicación de las herramientas cuantitativas y cualitativas en el marco de tiempo con el cual se cuenta para terminar el proyecto de tesis.

Ante esto, se plantea como enfoque de estudio el sector educativo, en el cual se puede comprobar el desempeño de alumnos, específicamente en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, en la cual se cuenta con acceso a catedráticos de dicha facultad. Al tomar en cuenta el aspecto básico de la información a tratar, se proponen las materias de introducción, las cuales son Álgebra y Geometría Analítica.

Otra razón por la cual enfocarse en esas materias básicas recae en el hecho de que tienen una alta cantidad de alumnos que no logran pasar la materia exitosamente. Un 67.6% de estudiantes reprobó la materia Geometría Analítica impartida por la maestra Eva Mireya Martínez Rodríguez en el 2012, 85.7% en el 2013 y 73.1% en el 2015; mientras que en la materia de Álgebra Lineal un 54.5% reprobó en el 2013 y un 83.8% en el 2013 (Anexo 5). A continuación, se plantearán ambas herramientas de acuerdo a como se aplicaron y se explicará el proceso que se siguió para desarrollarlas.

3.2. Enfoque cuantitativo

El estudio cuantitativo, según Muijs (2010) consiste en *“explicar fenómenos al recolectar información numérica, la cual es analizada usando métodos matemáticos estadísticos”*. Al realizar un estudio cuantitativo se busca un medio por el cual medir las incidencias en lo que se desea investigar, tomando dicha información numérica y empleando modelos estadísticos que nos permitan llegar a una conclusión ante determinada hipótesis.

En el presente estudio, se realizaron encuestas con el objetivo de comprender aspectos relevantes a la tesis presente, con base a los temas expuestos a lo largo de éste documento. El grupo a estudiar es el de estudiantes que cursan las materias de Algebra y Geometría Analítica, los cuales cursan su licenciatura en Matemáticas,

Seguridad en Ciencias Informáticas, Física y Actuaría de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas en el ciclo escolar Enero-Junio 2016.

Cabe agregar que algunos estudiantes cursaban el primer semestre, mientras que otros lo hacían en tercera oportunidad, lo cual permite obtener datos de estudiantes que recién entran a la carrera y los que no lograron aprobar dichas materias.

La naturaleza básica de las materias a las cuales se enfocó el estudio se ve reflejada en el hecho de que se le brinda al estudiante la información más básica que les servirá en materias más avanzadas durante su carrera. Con esto en cuenta, se generó la herramienta cuantitativa, para la obtención de la información más importante que se desea obtener, se generó un desarrollo de ítems.

Según Hernández et al. (2010), *“Cuando se construye un instrumento, el proceso más lógico para hacerlo es transitar de la variable a sus dimensiones o componentes, luego a los indicadores y finalmente a los ítems o reactivos”*. De esto, se puede generar una guía que nos permita desarrollar los elementos que se desean obtener en la encuesta en base a las variables, dimensiones, indicadores e ítems.

La primera variable es la de la “Adquisición del conocimiento”. Sus dimensiones consisten en:

- **Tópicos de psicología cognitiva:** En ellos se pretenden generar ítems que permitan comprender qué tanto afecta, en opinión de los encuestados, los distintos procesos mentales que son estudiados en la psicología cognitiva tales como la memoria, la atención y la resolución de problemas. Al adaptar estos elementos dentro de las actividades realizadas durante clase se puede generar un perfil general de la clase para adaptar herramientas didácticas ante sus respuestas.
- **Preferencias de aprendizaje:** Como se presentó en el marco teórico, las preferencias de aprendizaje ayudan a comprender cómo alguien puede desempeñarse de manera más eficiente dependiendo de cómo trabaje y se desenvuelva durante el proceso de aprendizaje. Con los ítems desarrollados en ésta dimensión, se pretende comprender cómo la muestra cree tener una mayor capacidad para aprender.
- **Modelo de Dunn & Dunn:** Un modelo de aprendizaje sumamente importante para la investigación presente debido a la gran cantidad de elementos a medir, los cuales se tradujeron a preguntas de cuáles creen los estudiantes que son las mejores condiciones para aprender. Factores ambientales, emocionales y

psicológicos no se tomaron en cuenta debido a que son más adecuados ser medidos por separado y en una forma diferente al de la encuesta, ya que requiere un estudio especial para dichos factores.

Psicología cognitiva (Tópicos)	INDICADOR	Percepción del estudiante de sus capacidades cognitivas básicas. <i>(La atención y percepción sensorial requerirían una experimentación directa.)</i>
	PREGUNTA	Seleccione qué tan identificado se siente con las siguientes oraciones:
	ÍTEMS	<i>(Conocimiento previo)</i> Acostumbro relacionar lo que aprendí con anterioridad con cosas nuevas.
		<i>(Memoria-Codificación)</i> Comprendo el cómo y porqué de las formulas/conceptos que aprendo.
		<i>(Memoria-Almacenaje)</i> Puedo recordar formulas/conceptos sin mucha dificultad.
		<i>(Memoria-Recuperación)</i> Puedo aplicar formulas/conceptos sin necesidad de consultar un libro.
		<i>(Atención)</i> Prefiero resolver problemas separando el procedimiento a realizar por partes.
		<i>(Atención)</i> En vez de separar por partes, prefiero resolver problemas de manera integral (todo junto).
		<i>(Resolución de problemas)</i> Se me facilita organizar la información que se me plantean.

Tabla 11: Desarrollo de ítems - Psicología cognitiva.

Fuente: Elaboración propia.

Preferencias de aprendizaje	INDICADOR	Preferencia del estudiante al adquirir conocimiento.
	PREGUNTA	Seleccione qué tan identificado se siente con las siguientes oraciones:
	ÍTEMS	<i>(Activo)</i> Prefiero experimentar con el material que se me da a aprender.
		<i>(Reflexivo)</i> Tiendo a comprender una actividad al observar cómo se hace.
		<i>(Teórico)</i> Me gusta analizar la teoría detrás de lo que hago de manera activa.
<i>(Pragmático)</i> Suelo aplicar lo aprendo para comprender mejor lo que hago.		

Tabla 12: Desarrollo de ítems - Preferencias de aprendizaje.

Fuente: Elaboración propia.

Factores que afectan el aprendizaje (Dunn & Dunn)	INDICADOR	Condiciones en las que el estudiante aprende con mayor efectividad. <i>(Factores ambientales y emocionales serían más adecuados con experimentación directa).</i> <i>(Los factores psicológicos son similares a las preferencias de aprendizaje).</i>
	PREGUNTA	Seleccione qué tan identificado se siente con las siguientes oraciones:
	ÍTEMS	<i>(Factores sociológicos)</i> Prefiero trabajar solo.
		<i>(Factores sociológicos)</i> Prefiero trabajar en pares.
		<i>(Factores sociológicos)</i> Prefiero trabajar en grupo.
		<i>(Factores perceptuales)</i> Aprendo más al escuchar lo que debo hacer.
		<i>(Factores perceptuales)</i> Aprendo más al observar representaciones visuales de lo que debo hacer.
<i>(Factores perceptuales)</i> Aprendo más al interactuar con algo (objeto/máquina).		

Tabla 13: Desarrollo de ítems - Modelo Dunn & Dunn.

Fuente: Elaboración propia.

La segunda variable es “Conceptos”, en la cual se enfoca en el material de estudio específico de las materias de Álgebra y Geometría Analítica. Dos dimensiones fueron necesarias para generar los ítems en esta variable:

- **Conceptos:** En el cual se deseaba saber qué conceptos los alumnos presentaban dificultad mayor dificultad para comprender, tomados de las materias básicas en las cuales se basó el estudio cuantitativo. Si se detecta una en la que la mayoría no comprende, se tiene un campo de oportunidad para enfocar el diseño y generación de la herramienta didáctica.
- **Adquisición de conocimientos:** La intención de ésta dimensión es la de saber si existe alguna situación o preocupación que les evite o dificulte a los estudiantes comprender conceptos vistos en clase, diversos factores fueron delimitados basados en situaciones comunes posibles.

Conceptos	INDICADOR	Delimitación de los problemas principales problemas/obstáculos en estudiantes referentes a conceptos matemáticos básicos.
	PREGUNTA	Califique su nivel de comprensión relativo a los siguientes conceptos matemáticos:
	ÍTEMS	Fórmulas geométricas (Área, perímetro, circunferencia).
		Simplificación de ecuaciones.
		Sustitución en ecuaciones.
	Gráficas de puntos, líneas y círculos.	

Tabla 14: Desarrollo de ítems - Conceptos.

Fuente: Elaboración propia.

Adquisición de conceptos	INDICADOR	Problemas presentes en el proceso de aprendizaje durante la adquisición de conceptos.
	PREGUNTA	Seleccione qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con los siguientes problemas durante su proceso de aprendizaje:
	ÍTEMS	Hay poco tiempo para aprender conceptos básicos.
		No hay una relación entre lo que se ve en las distintas clases en el semestre.
		No se sabe cómo se aplica en la vida real lo que se ve en clase.
Se ven muchos conceptos por cada examen presentado.		
	El material de estudio me ayuda a comprender cómo aplicar conceptos vistos en clase.	

Tabla 15: Desarrollo de ítems - Adquisición de conceptos.

Fuente: Elaboración propia.

La tercera variable es “Experiencia del usuario”, en ésta se toman tres partes importantes que afectan la experiencia del usuario en un usuario, enfocado en el entorno estudiantil. Aquí se dieron ideas relacionadas a cada dimensión para saber si existe alguna incidencia y mayor interés en ciertas ideas que puedan ser implementadas en su caso para mejorar la experiencia educativa del estudiante.

Las tres dimensiones a desarrollar en dicha variable son:

- **Lúdica:** El juego es una parte muy importante en la experiencia del usuario, si la actividad que se realiza con un diseño es divertida para el usuario, existe una mayor probabilidad de que el mismo use el objeto o diseño con mayor frecuencia. Con esto en cuenta se propusieron mecánicas por las cuales se pueda

implementar la lúdica en el salón de clases para saber si existe interés en alguno en específico.

- **Interactividad:** Sin ella no se puede llevar a cabo la correcta comunicación entre el usuario y el objeto de diseño. En éste caso se propusieron medios por los cuales los estudiantes puedan tener interés en aplicar en su proceso de aprendizaje. El medio con mayor interés puede demostrar ser el más adecuado basados en opiniones del usuario potencial.
- **Curiosidad:** Finalmente, la curiosidad como dimensión se seleccionó para delimitar escenarios en los cuales se pueda dar la experimentación. Para esto se preguntó la preferencia en cada uno de los escenarios para determinar si existe algún interés en prácticas nuevas que les permitan cambiar algunas mecánicas al aprender.

Lúdica	INDICADOR	Delimitar si existe interés en algunos medios de implementar el juego en el salón de clases.
	PREGUNTA	Seleccione qué tan interesado está en la aplicación de los siguientes elementos como herramientas para mejorar su desempeño académico.
	ÍTEMS	Implementación de un sistema de puntos que ayude a la mejora de la calificación.
		Generar escenarios en los cuales se realicen ejercicios del tema a aprender.
Organizar un evento/juego en el cual se aplique lo que se ve en clase.		

Tabla 16: Desarrollo de ítems – Lúdica.

Fuente: Elaboración propia.

Interactividad	INDICADOR	Conocer el grado de interés en la aplicación de sistemas interactivos en su aprendizaje.
	PREGUNTA	Seleccione qué tan interesado está en los siguientes medios para su aplicación como material de aprendizaje (Durante o fuera de la clase).
	ÍTEMS	Material de apoyo visual (Animaciones o gráficas).
		Herramientas didácticas físicas (“Juguetes recreativos”).
		Aplicaciones/Juegos relacionados al tema a aprender.
		Página web central con temas relacionados a la clase.
Guías/Libros con información visual y sencilla.		

Tabla 17: Desarrollo de ítems - Interactividad.

Fuente: Elaboración propia.

Curiosidad	INDICADOR	Establecer si existen sistemas en los cuales se pueda generar el sentido de la curiosidad y la exploración.
	PREGUNTA	Seleccione el nivel de interés que presenta ante las siguientes propuestas para mejorar la manera de que se aprenda dentro o fuera de la clase.
	ÍTEMS	Permitirle al estudiante explorar un concepto de matemáticas por medio de material didáctico.
		Brindarle al estudiante pistas que permitan resolver problemas con mayor información.
Experimentar en aplicaciones reales lo que se aprende en clase.		

Tabla 18: Desarrollo de ítems - Curiosidad

Fuente: Elaboración propia.

Para la mayoría de los elementos se generó una escala por la cual se mida de manera numérica dentro de la encuesta aspectos como el interés o que tan identificado se sienten ante alguna afirmación o situación. La escala usualmente empleada en encuestas se le denomina “escala de Likert”, desarrollada por el psicólogo Rensis Likert y descrita en su artículo “A Technique for the Measurement of Attitudes” en la revista Archives of Psychology, en el cual Likert (1932) se dio cuenta que tener cinco elementos para la resolución de encuestas generaban en una gran cantidad de ocasiones una distribución muy semejante a la distribución normal, en la cual una mayoría seleccionaba respuestas promedio (3 en una escala de 5) y las cantidades disminuían en los aspectos opuestos en similares cantidades.

Basado en ésta técnica para conocer la opinión en una encuesta con mayor exactitud, se delimitaron cinco campos a contestar por parte de los estudiantes y establecidos en la mayoría de los ítems de la encuesta. La escala fue la siguiente:

No.	Denominación
1	Para nada me identifico/ Completamente en desacuerdo/ Completamente desinteresado
2	No me identifico/ En desacuerdo/ Desinteresado
3	Neutral/ Neutral/ Neutral
4	Me identifico/ De acuerdo/ Interesado
5	Me identifico completamente/ Completamente de acuerdo/ Completamente interesado

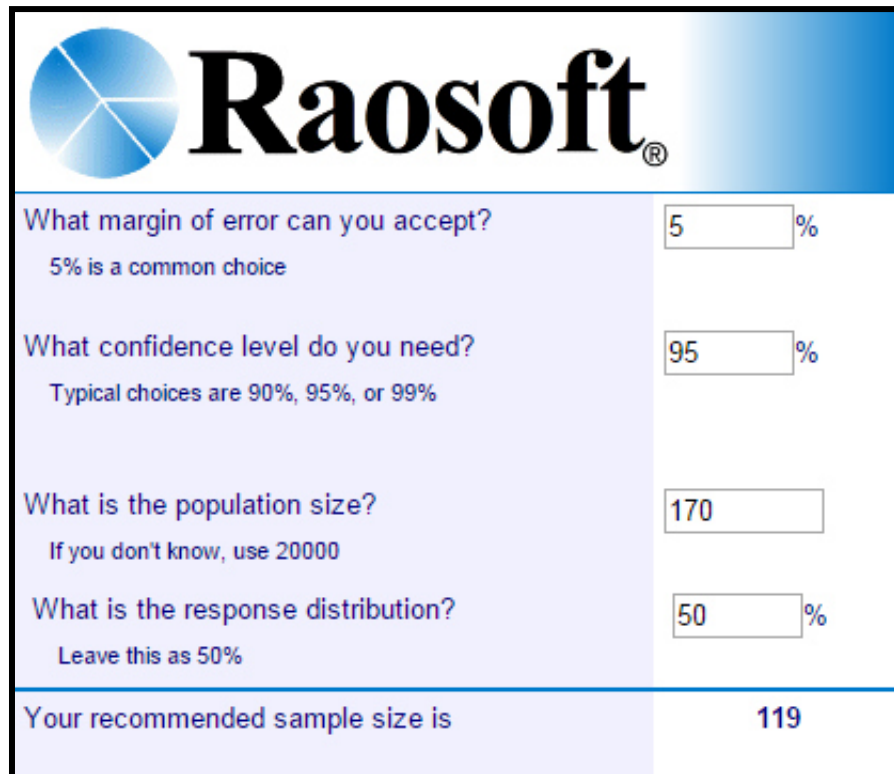
Tabla 19: Escala de Likert para encuesta.

Fuente: Elaboración propia.

Con esto se logró generar la encuesta (La cual puede ser vista a detalle en el Anexo 1). Una vez formalizada, se debía saber a cuánta cantidad de estudiantes es necesario aplicar la herramienta cuantitativa, por la cual se realizó el cálculo del tamaño de muestra (O la cantidad de personas a las cuáles es adecuado aplicar la encuesta en base a conceptos estadísticos como el nivel de confiabilidad y el margen de error) considerando la población (La cantidad total de personas que son el objetivo del estudio).

Para realizar el cálculo se pueden usar distintos software y herramientas, en este caso se usó la página web de Raosoft, desarrolladores de software para la recolección de información y encuestas (<http://www.raosoft.com/samplesize.html>). Ingresando los datos de la población (160 estudiantes tomando clases en las materias de Álgebra y Geometría Analítica) el margen de error (5% siendo el valor común, como lo expresa la herramienta de cálculo) y el nivel de confiabilidad (Se usó el intermedio de los más comunes, 95%), se obtuvo la cantidad de 119 (Figura 28).

Con esto se sabe que para tener un nivel de confiabilidad de 95%, o una alta probabilidad de que los datos obtenidos sean completamente representativos de la población, se deben aplicar la herramienta cuantitativa a 119 estudiantes.



The image shows a screenshot of the Raosoft sample size calculator. The interface is titled "Raosoft" with a logo consisting of a blue circle divided into three segments. Below the title, there are four input fields with corresponding labels and instructions:

Question	Input
What margin of error can you accept? 5% is a common choice	5 %
What confidence level do you need? Typical choices are 90%, 95%, or 99%	95 %
What is the population size? If you don't know, use 20000	170
What is the response distribution? Leave this as 50%	50 %
Your recommended sample size is	119

Fig. 28: Cálculo del tamaño de la muestra

Fuente: Raosoft® / Captura de pantalla.

Una vez aplicadas las encuestas, se procedió a registrar los datos a un archivo de celdas de Microsoft Excel para su análisis en un software estadístico especializado, en el caso presente la herramienta SPSS. El apartado “Resultados” muestra lo que se obtuvo en el procesamiento de la información en la mencionada herramienta.

3.3. Enfoque cualitativo

El estudio cualitativo, según la Qualitative Research Consultants Association (s.f.) está diseñado para poder dar a la luz el rango de comportamientos y percepción de los sujetos de prueba sobre ciertos tópicos. En él se plantean aspectos subjetivos sobre un tema en específico de esta manera comprender qué opinan los sujetos a los cuales se aplica la herramienta.

Para la selección de las preguntas a agregar se considera el tipo de herramienta a realizar, la cual es el método Delphi. El método Delphi es una técnica desarrollada por Dalkey y Helmer en los cincuentas, es un método usado ampliamente para obtener la convergencia de opiniones sobre un tema del mundo real (Hsu & Sandford, 2007). En el Delphi, se hacen cuestionamientos a individuos que son expertos en la materia a conocer.

Conociendo esto, se plantea que los individuos a los cuales se aplica la herramienta cualitativa serán a maestros que imparten las materias básicas en las cuales se enfoca la herramienta cuantitativa. Dichos expertos son catedráticos con experiencia en impartir las materias de Álgebra y Geometría Analítica: *El Doctor Ángel Pérez Blanco, la M.C. Eva Martínez Rodríguez y la M.C. Laura Martínez Flores*, cada uno de ellos con experiencia en la cátedra y con diferentes maneras de impartir clases.

Con esto se formularán las preguntas para ser usadas en la herramienta cualitativa (Tablas 20, 21 y 22). La primera variable, **“Adquisición del conocimiento”** se enfoca en aspectos que afectan a los estudiantes desde el punto de vista del entrevistado, todo esto centrado en las interacciones entre el maestro con sus alumnos.

Adquisición del conocimiento	Como maestro, ¿Qué problemas ha observado respecto al desempeño de sus alumnos?
	¿Qué diferencias didácticas ha notado en la manera en la que los estudiantes aprenden un tema? ¿La mayoría parece inclinarse a un método o existe una diversificación de los mismos?
	¿Qué factores o situaciones, al interactuar con sus alumnos, le han afectado a usted en su desempeño docente?

Tabla 20: Preguntas generadas para la variable "Adquisición del conocimiento".

Fuente: Elaboración propia.

En la segunda variable, **“Conceptos”**, se busca saber si existen conceptos que les presenten dificultades o si hay algo que cause problemas en el aspecto del

aprendizaje de conceptos y cómo ha afectado la complejidad de los conceptos durante la actividad de enseñanza.

Conceptos	¿Cuáles temas o conceptos piensa usted que le causan más problemas a sus estudiantes que están entrando a la carrera?
	¿Cómo le ha afectado la complejidad y la extensión de la información al enseñar un tema? ¿Tiene alguna situación que pueda usar de ejemplo de alguna dificultad?

Tabla 21: Preguntas generadas para la variable "Conceptos".

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la variable **“Experiencia del usuario”** se tiene con finalidad saber si el entrevistado ha empleado alguna herramienta (Con el propósito de apoyar a los estudiantes), existe interés en su uso y su interés general en la aplicación de los mismos. Si bien el interés en herramientas didácticas es más importante en los alumnos, es imprescindible conocer qué opinan algunos de los catedráticos sobre su uso.

Experiencia del usuario	¿Ha empleado algún método distinto de enseñanza al que aplica actualmente? ¿En qué le ha ayudado?
	¿Existe alguna herramienta didáctica que le interese a usted aplicar para que los alumnos comprendan mejor un tema?
	¿Qué medio (digital o impreso) preferiría usted o le parecería más versátil usar en clase? ¿En qué le podría beneficiar uno u otro?
	¿Qué mecánicas o procedimientos didácticos cree usted que son los más importantes durante el proceso de aprendizaje en clase?

Tabla 22: Preguntas generadas para la variable "Experiencia del usuario".

Fuente: Elaboración propia.

Con todo esto, se generó un formato (Anexo 2) con el cual se cuestionó a tres maestros que imparten clases en la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas. El análisis de sus respuestas se puede leer a detalle en el apartado “Resultados” y las respuestas dadas por cada uno en el Anexo 4.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS.

Con la información recabada en las herramientas cuantitativa y cualitativa, se pudieron cumplir los objetivos de la investigación:

El objetivo general del proyecto de tesis presente: *“Desarrollar estrategias para el diseño de herramientas didácticas que facilite la comprensión de conceptos complejos por medio de la simplificación de los mismos, a fin de propiciar la difusión efectiva del conocimiento”*, podrá lograrse gracias a dichas herramientas, con la información recabada se pudieron obtener puntos importantes a considerar en la propuesta.

El objetivo específico No. 1: *“Buscar modelos de enseñanza que permitan conocer la manera más efectiva en la que un individuo pueda aprender, esto para considerar sus elementos en la generación de la propuesta del proyecto presente”*, se cumplió por medio de la investigación realizada en el marco teórico y de la entrevista a expertos.

El objetivo específico No. 2: *“Analizar cómo los conceptos son abstraídos y determinar cómo llegan a tener una alta dificultad de comprensión”*, se realizó durante el desarrollo del marco teórico y gracias al mismo se generó la base teórica para la generación de la propuesta.

El objetivo específico No. 3: *“Generar métodos de análisis para integrar la información simplificada dentro del diseño”*, se deriva del objetivo general, el cual culminará en la generación de una propuesta que permita adecuar la simplificación de conceptos en el proceso de diseño.

El objetivo específico No. 4: *“Conocer cuáles son las preferencias de aprendizaje de los usuarios potenciales para mejorar la adaptabilidad de las estrategias”*, fue logrado por medio de la aplicación de la herramienta cuantitativa. Las encuestas permitieron comprender las preferencias de los estudiantes en lo que se refiere a medios por los cuales aprenden de manera más activa, problemas que

consideran importantes durante su proceso de aprendizaje y las mejores adiciones didácticas a dicho proceso.

Finalmente, el objetivo específico No. 5: *“Descubrir la mecánica de aprendizaje que se lleva a cabo en el entorno delimitado en el proyecto presente desde el punto de vista del usuario secundario”*, se cumplió al aplicar la herramienta cualitativa. Las entrevistas a expertos dieron a conocer qué ocurría del otro lado del salón de clases y permitieron conocer los problemas que se presentan en el proceso de aprendizaje que son ajenas a la simplificación de conceptos y los modelos de aprendizaje.

Con todo esto señalado, se continuará con la descripción de los resultados obtenidos a partir de la investigación mixta descrita en el capítulo anterior.

4.1. Datos cuantitativos (Estadísticos)

Tras ser realizada la aplicación de las herramientas cuantitativas, se tuvieron 122 muestras en total. Primero que nada, se necesitaba confirmar la validez del conjunto de datos obtenidos, por lo cual se realizó un análisis llamado “Alfa de Cronbach”.

El Alfa de Cronbach es una medida de consistencia interna que brinda, de manera numérica, la escala de confiabilidad un conjunto de ítems (UCLA: Statistical Consulting Group, s.f.). Cuando se habla de consistencia interna, se refiere a todos los ítems en la herramienta cuantitativa miden el mismo concepto y por lo tanto, están relacionados dentro de la misma herramienta (Tavakol & Dennick, 2011). Éste medio de medición es generalmente usado cuando se genera una herramienta usando la escala de Likert, el alfa entonces nos permite determinar si el uso de dicha escala es confiable (Lærd Statistics, s.f.). Dicha información se puede obtener por medio de software de estadística, en el caso presente fue empleado SPSS para generar la prueba. Ingresando los datos a un documento y procesando dicha información se obtuvo un índice (Tabla 23) en una escala del cero al uno, siendo 1 la escala máxima de confiabilidad.

Alfa de Cronbach	N de elementos
.798	23

Tabla 23: Alfa de Cronbach para una muestra de 23 elementos (Primera fase).

Fuente: Elaboración propia.

El resultado que arroja el análisis con 23 elementos es **.798**, un coeficiente desde .700 o más alto es considerado como aceptable en la gran mayoría de investigaciones dentro de las ciencias sociales. Pero puede ser incrementado para tener el mayor índice posible, con esto se analizan los elementos que siendo eliminados aumentan el índice. Con esto se deciden qué elementos son necesarios para demostrar la confiabilidad de la herramienta y son eliminados 5, con esto se genera una cantidad mayor del alfa (Tabla 24).

Alfa de Cronbach	N de elementos
.833	18

Tabla 24: Alfa de Cronbach para una muestra de 18 elementos (Segunda fase).

Fuente: Elaboración propia.

Corriendo la prueba de nuevo, el alfa de Cronbach dio **.833**, lo cual es relativamente alto y de buena confiabilidad, según Everitt & Skrondal (2010) un alfa de .800 a .900 es considerado como muy bueno. Ahora, sabiendo que la herramienta cuenta con un buen nivel de confiabilidad, se procede a analizar aspectos relacionados al contenido de la herramienta cuantitativa. La tabla 25 muestra la media y desviación estándar de los ítems con una escala de Likert, con esto se puede conocer qué aspectos tienen mayor relevancia e interés por el sujeto, al localizar los ítems con una media mayor (La tabla completa se puede consultar en el Anexo 3).

Indicador	Media	Desviación estándar
Guías/Libros con información simplificada	4.17	.712
Brindarle al estudiante pistas que permitan resolver problemas	4.06	.731
Aplicar experimentalmente lo que se aprende en clase	4.02	.727
Generar simulaciones en los cuales se generen ejercicios	4.01	.755
No hay relación entre lo que se ve en las clases de la carrera	3.91	.813

Tabla 25: Ítems con una mayor incidencia de interés.

Fuente: Elaboración propia.

Los cinco ítems que obtuvieron una mayor magnitud de interés son:

- **Guías/Libros con información simplificada (4.17):** Debido a la naturaleza académica de las carreras enfocadas en ciencias, se emplean libros como apoyo para aprender temas, un ejemplo de esto es el libro “Geometría Analítica” de Charles H. Lehmann, para la materia del mismo nombre. Dicho libro explica de manera cerrada el tema y si es la única herramienta empleada por los catedráticos, puede representar un impedimento si se toma en cuenta las distintas maneras en las cuales los estudiantes pueden aprender. El que éste ítem tuviera un alto grado de interés muestra que se puede atacar la falta de material didáctico en forma de libros que les permitan comprender a detalle los temas de las materias básicas. Esto se puede comparar con un puntaje relativamente bajo del ítem “Aplicaciones virtuales/Juegos relacionados al tema a aprender” y nos puede decir que una guía física y formal es la de mayor interés por la población del caso estudio presente.
- **Brindarle al estudiante pistas que permitan resolver problemas (4.06):** En las mecánicas de aprendizaje, el uso de técnicas nuevas para crear un ambiente más adecuado y ayudar a quienes no cuentan con la misma velocidad o habilidad de adquisición de conocimiento. Siendo el segundo ítem con mayor interés, se puede tomar la idea de darle pistas al estudiante cuando se atora en un problema para ayudarle con pequeños incentivos que pueden, a largo plazo, adquirir el conocimiento de manera adecuada por medio de la exposición de información breve que le ayude a conectar procedimientos o conceptos sin que se le esconda el porqué es así lo que se hace.

- **Aplicar experimentalmente lo que se aprende en clase (4.02):** Junto al uso de libros o guías, la experimentación es de gran importancia para que se dé un aprendizaje más integral. La aplicación de lo que se aprende en algo real puede darle a estudiantes que tienen problemas comprendiendo algún concepto de manera tradicional un apoyo para adquirir un concepto eficazmente. La experimentación puede ser adecuada a los libros para proponer actividades prácticas en conjunto con la información simplificada del mismo.
- **Generar simulaciones en los cuales se generen ejercicios (4.01):** Al igual que el punto anterior, las simulaciones representan un tipo de ejercicio práctico que les puede ayudar a los estudiantes para comprender temas de manera sencilla e incluso divertida. Éste punto puede chocar con el hecho de que existe un menor interés relativo hacia aplicaciones virtuales, y debido a que las simulaciones son más baratas y sencillas de realizar por medio de un espacio virtual, se puede realizar de manera física si se combina con el punto anterior, al hacerlo práctico. De todas maneras, el interés por realizar actividades en vivo son de interés para los sujetos del caso de estudio presente.
- **No hay relación entre lo que se ve en las clases de la carrera (3.91):** Finalmente, por parte de aspectos que pueden causar problemas y que les preocupa a los estudiantes es la carencia de la relación entre las materias que se ven en un semestre. Esta preocupación puede ser incluso investigada a fondo para comprobar si el generar vínculos entre materias puede darles a los estudiantes un mayor interés para aprender los conceptos que pueden resultarles difíciles de dominar. Lo que puede hacerse es gestionar el material visto en los semestres y relacionarlos por medio de las herramientas didácticas o al modificar los planes de estudio.

Otro análisis relacionado con la confiabilidad, es la matriz de correlación. Ésta es una matriz cuadrada, simétrica con filas y columnas que corresponden a variables o en este caso ítems de la herramienta cuantitativa, en la cual se realizan correlaciones entre pares que se intersecan y la diagonal es unidad entre los mismos ítems (Everitt et al., 2010). El análisis muestra la relación entre pares de variables en una escala del 0 al 1, a un índice mayor se tiene una mayor correlación. Con esto, se analizan los elementos

con mayor y menor correlación (Tablas 26 y 27); para consultar la matriz generada a detalle, se puede consultar el Anexo 3.

	Eventos/Juegos	Material de apoyo visual	Herramientas didácticas físicas
Herramientas didácticas físicas	.497	.567	1.000
Aplicaciones virtuales/Juegos	.495	.553	.656

Tabla 26: Ítems con una correlación mayor en la matriz.

Fuente: Elaboración propia.

La mayor correlación se presenta entre las herramientas didácticas físicas y las aplicaciones virtuales, lo cual nos dice que se pueden implementar herramientas didácticas que combinen la actividad física real con el medio físico como una alternativa al interés mayoritario ante el uso de libros y guías. Las dos siguientes correlaciones presentan un vínculo entre el material de apoyo visual con herramientas didácticas, éste nos puede dar a entender que la parte visual es de gran importancia para el uso de las herramientas, según los sujetos de estudio. Como se mencionó en el marco teórico, la percepción visual es el medio por el cual se obtiene la mayor parte de la información.

Los últimos dos relacionan los eventos y juegos como medio de exploración de un tema con las herramientas didácticas y las aplicaciones virtuales. Esto presenta una correlación interesante debido a que se tuvo poco interés general en su aplicación, lo cual se puede interpretar como que una combinación de evento con la aplicación de herramientas didácticas puede brindar mecánicas de aprendizaje interesantes.

	Aplicación a la vida real	Eventos/Juegos
Eventos/Juegos	-.031	1.000
Herramientas didácticas físicas	.006	.497
Aplicaciones virtuales/Juegos	.024	.495
Pistas	-.004	.207
Memoria - Almacenaje	.347	-.076

Tabla 27: Ítems con una correlación menor en la matriz.

Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a los ítems con menor correlación, la gran mayoría de los cinco tuvo relación negativa *con la dificultad para aplicar en la vida real los conceptos vistos en clase*, siendo estos *los eventos/juegos, herramientas didácticas, aplicaciones virtuales y brindar pistas para ayudar a resolver problemas*. Esta relación negativa entre distintos ítems puede ser interpretado a manera de que el no poder aplicar el conocimiento adquirido en clase en la vida real puede ser solucionado mediante la implementación de los distintos medios para ayudar a comprender conceptos.

Con todo esto se puede considerar que la implementación de herramientas didácticas y aplicaciones virtuales en forma de juegos juega un importante papel en el desarrollo de la adquisición de conceptos.

4.2. Datos cualitativos

Una vez aplicadas las entrevistas a expertos, se pudieron obtener diferentes puntos de vista sobre la manera en la cual se llevan las clases y cómo los catedráticos perciben el desempeño de sus alumnos. Las nueve preguntas abarcaron distintos puntos generales y específicos sobre la perspectiva del maestro en el aula, para con esto considerar la variable que yace en las mecánicas didácticas de una clase y sus integrantes.

La primera cuestión se basaba en los problemas de desempeño en los alumnos; todos los entrevistados estaban de acuerdo que existe una **falta de interés en los estudiantes hacia las materias de primeros semestres**. El Dr. Pérez señala que algunos alumnos se confían y fallan en aprobar sus materias en primera oportunidad a pesar de creer que si se esfuerzan pueden lograr aprobar. La maestra M. Rodríguez expresa que la **falta de constancia en asistencia y participación** es un factor importante que colabora con la falta de interés en los estudiantes.

Dentro del aula, la manera de aprender temas por parte de los estudiantes es un factor derivado de los modelos de aprendizaje que fue considerado para ser agregado a la entrevista, y es importante conocer ese aspecto desde el punto de vista de un

catedrático. Si bien se considera que **cada alumno aprende de manera diferente** (Como lo expresa la maestra M. Flores), se pueden percibir distintas tendencias en alumnos. La maestra M. Rodríguez comenta que **“Algunos son reflexivos, otros requieren compartir información a compañeros, así como los que se apoyan en el medio digital para comprender un tema”**. Por otro lado, el Dr. Pérez expresa que en ese aspecto le dedican poco tiempo total a su aprendizaje de manera individual, el cual se da debido a la falta de tiempo dentro del aula, un fenómeno del cual se discutirá más adelante.

Con respecto a las interacciones que afectan su desempeño como docentes dentro de las clases, **la apatía ante los temas** que son vistos parece ser recurrente entre los problemas que los maestros perciben. La maestra M. Rodríguez expresa que **“No analizan el ejercicio y al realizarlo mecánicamente no consideran los factores que alteraron para que el procedimiento sea aceptable”**, lo cual nos da a entender que los alumnos realizan un problema y al cambiar las variables, creen que el proceso para resolverlo no cambia. Para este tipo de casos puede ser aplicada la simplificación por medio de un proceso que les permita conectar los términos de las variables que interactúan entre sí, para que puedan resolver los problemas de manera efectiva.

La variable “Conceptos” es de gran influencia en el proyecto de investigación presente, por lo cual se generó un par de preguntas relacionadas a ésta. Una de ellas les cuestiona sobre temas o conceptos que causan mayores problemas a los estudiantes. El Dr. Pérez expresa que **en todos los temas se tienen problemas**, vinculando esto al **poco interés en las materias básicas** y comenta que algunos estudiantes le dan **menos interés si se tratan de conceptos no afines a sus carreras** (Él ejemplificó a un estudiante de Física que no tenía interés en las Matemáticas). La maestra M. Rodríguez y M. Flores señalaron a conceptos de álgebra como causantes de problemas.

La segunda pregunta relacionada a la variable de “Conceptos” se enfocaba en las dificultades en relación a los mismos y su complejidad. Los tres coincidieron en que **la extensión de los temas no encaja con el tiempo que se establece para enseñarlos**. La maestra M. Rodríguez comenta que **algunas unidades son muy**

extensas, con los cuales debe aplicar exámenes que a su vez agrupan muchos temas. El Dr. Pérez comenta que **“Los nuevos planes de estudio reducen los temas a horas aula, lo cual les hace cumplir en tiempo pero no en forma”**. Esto muestra que es necesario modificar el plan de estudios considerando la extensión de los temas vistos y el tiempo que se necesita para exponerlos y que los estudiantes lo aprendan, de esto se presenta el problema de que los estudiantes no realizan actividades relacionadas a su aprendizaje fuera del aula, aparte de tareas. Ahí puede entrar la herramienta didáctica, para motivar a los estudiantes a mejorar calificaciones aplicando lo que se ve en clase de manera activa e incluso divertida.

Ahora, comprendiendo que se puede aplicar una herramienta didáctica ante la aplicación y análisis de ambas herramientas, se necesita conocer qué se ha utilizado y su efectividad, por lo cual se preguntó acerca de los métodos distintos de enseñanza que han empleado. El Dr. Pérez aclara que **ha empleado, pero con los mismos resultados que los tradicionales**, mientras que los métodos de la maestra M. Rodríguez se han visto presentes en documentos **en Word para reforzar la teoría y participación activa para reforzar la labor práctica**.

Finalmente, un punto importante que se deseó incluir en la entrevista es el de los medios digitales e impresos y cuál es su impacto en clase. Éste punto, desde la perspectiva del catedrático nos permite conocer si existe un interés actual en la aplicación de nuevas tecnologías o si los maestros no creen que sea necesario. Los tres entrevistados coincidieron en que **el medio digital es una gran herramienta** (El Dr. Pérez señaló de igual manera, que el interés es un aspecto decisivo en el éxito del medio digital), **principalmente para visualizar y sacar conclusiones** de las actividades realizadas en clase; mientras que **el medio impreso se puede usar para demostrar y analizar lo que se observa** sobre los conceptos que se aprenden.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA Y CONCLUSIONES.

5.1. Propuesta

MODELO PARA LA SIMPLIFICACIÓN DE CONCEPTOS.

La simplificación, en términos básicos significa la reducción de la complejidad, hacer algo más sencillo y fácil de comprender, con ella, se desea convertir información complicada en un conjunto de información con una estructura simple y digerible.

Según Balazs (1999), *“el estudio de la simplificación es una línea de investigación muy importante, ya que su objetivo es comprender y simular la actividad cognitiva humana”* y mediante el desarrollo de un modelo que permita comprender, se puede tener una herramienta que permita realizar un ejercicio que nos ayude a comprender cómo el ser humano registra los conceptos.

Se decidió proponer un modelo ya que en sí, la propuesta se enfoca en explicar y mostrarle a quien la aplica cómo un concepto funciona y puede ser abstraído. De manera específica, la propuesta se relaciona con los llamados **modelos conceptuales**, los cuales son descritos por Robinson (2010) como *“abstracciones de modelos que simulan una parte del mundo real (Que puede o no existir en el presente)”*. El secreto de un modelado conceptual adecuado recae en llegar al nivel de simplificación correcto.

A la vez, Robinson (2010) explica que en un modelo conceptual (Específicamente, el que desarrolla en su artículo de investigación) es necesario tomar en cuenta cuatro aspectos: Que sea **válido, creíble, factible y útil**.

- **Validez:** Se refiere a que produzca resultados con suficiente precisión en relación a su uso relativo.
- **Credibilidad:** Que los usuarios confíen en el modelo y sus resultados.
- **Factibilidad:** Que pueda ser construido o utilizado dentro del marco de tiempo y con los datos disponibles para su uso.
- **Utilidad:** Tener suficiente facilidad uso, que sea flexible y que se comunique visualmente de manera adecuada.

Ahora, para generar un modelo adecuado de simplificación, es necesario comprender cómo funcionan los conceptos. Un concepto se compone de diversas ideas que pueden ser formuladas y visualizadas de forma pictórica o textual, y al tratarse de un concepto complejo o especializado, se tiene un conjunto de información que por sí solo no es digerible, ya que es necesaria una comprensión profunda sobre el tema que envuelve el concepto. Un ejemplo de esto sería el funcionamiento del estómago del ser humano.

El concepto, viéndolo desde un punto de vista general es sencillo: *El estómago humano procesa la comida que se consume por medio de ácidos gástricos.* Ante esto surgen diversas preguntas que son necesarias para tener una comprensión completa del concepto, como “¿De qué se componen los ácidos en el estómago?”, “¿Porqué el estómago no se ve afectado ante los ácidos gástricos?” “¿Cómo se separa la comida desde su forma sólida a los componentes y nutrientes que nuestro cuerpo absorbe”?

Si bien, la comprensión de cómo el estómago humano funciona, en su forma básica, ha obtenido la simplificación suficiente como para que la persona común lo comprenda, es necesario ir más allá y darle al interesado (Como lo es, un estudiante que desea especializarse en áreas como la Biología, Química o Medicina, e incluso al estudiante de los niveles básicos que cursan materias relacionadas) las herramientas para poder profundizar y comprender las cuestiones formuladas previamente, de manera que puedan ser aplicadas en un diseño que materialice y permita una comprensión más adecuada de manera dinámica.

Un concepto que contiene una información especializada, siendo estos conceptos de una jerarquía menor, se le puede denominar “conceptos complejos”, al ser vistos como sistemas complejos de una manera superficial. Los sistemas complejos “*están compuestos por un conjunto de componentes (Agentes, procesos, etc.) que interactúan y cuya actividad conjunta no es lineal (Esto es, que no se derivan de la suma de la actividad de sus componentes individuales) y presentan una organización jerárquica bajo presión selectiva*” (Rocha, 2003).

Al ser superficial, la relación de los conceptos con los sistemas complejos recae en el hecho de que un concepto presenta un conjunto de información dentro de ella, la cual colabora a la definición del mismo. A la vez, hay que recordar que, como lo menciona Steven Glicksman (2014), diseñador web, la complejidad (Visual, principalmente) puede ser *subjetiva y se basa en la percepción del individuo*, así como que es necesario asegurarse de que existe claridad en lo que se muestra.

Bajo ésta corriente de pensamiento, el mejor plan de acción es el de emplear la simplificación, por lo cual se propone en el presente documento un modelo que permita la realización de dicha tarea, separada en pasos (Figura 29).



Fig. 29: Proceso de simplificación de conceptos.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1. Documentación

Esta etapa, como su nombre lo indica, consiste en obtener la información relacionada al tema que se desea simplificar, el conjunto de datos que se obtiene permite que se tenga un panorama general de las ideas y conceptos que contiene en la información o concepto principal a desmenuzar. Dentro de este paso se incluye la búsqueda documental en libros, revistas, Internet, especialistas de la materia, etc.

5.1.2. Distribución

En éste paso se distribuye y separa la información encontrada en los temas o conceptos principales para su simplificación. Es importante identificar los conceptos con mayor importancia para ser implementados en la etapa final, y a la vez para seleccionar los que deben pasar por el filtro de la “abstracción”. Realizar un listado o registro del estado de la información obtenida es recomendado.

5.1.3. Abstracción

De manera específica, la abstracción incluye ignorar algunos rasgos y resaltar otros (Mitchelmore & White, 2004). Este paso es el más indicativo de la simplificación, ya que la abstracción en sí conlleva a hacer más sencilla la información, y de dicha etapa se puede generar más conocimiento y desarrollar.

Un aspecto a considerar en la abstracción es que la información obtenida en el proceso esté contenida en sí misma, como lo proponen Mitchelmore & White (2004). Ellos exponen que un concepto u objeto (En su caso, matemático) toma significado del sistema que lo define y destacan que **“es crucial que los nuevos objetos se relacionen unos con otros en un sistema consistente, los cuales pueden ser operados sin referencia a su significado previo y por ende contenidos en sí mismos”**

Dentro del proceso de la abstracción en el modelo presente, se comienza por generalizar y categorizar elementos que puedan ser necesarios para ayudar a definir y

generar un perfil sobre el concepto que se desea simplificar. Durante una lluvia de ideas, se obtuvo un diagrama basado en lo que permite definir elementos importantes en las ideas principales que se percibieron y consiguieron durante las etapas previas (Figura 30).

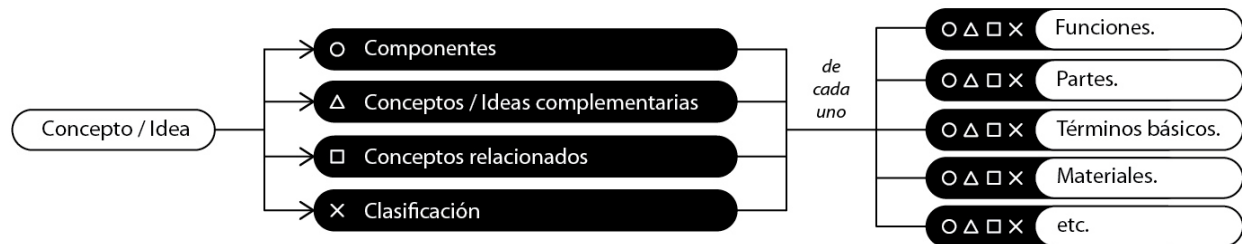


Fig. 30: Primera generación de diagrama para la definición de un concepto.

Fuente: Elaboración propia.

En dicho diagrama, se genera una jerarquía sobre aspectos que influyen a otros de una manera general, así como una manera de obtener información que pueda haberse ignorado, por ejemplo la sección “Ideas Complementarias” o “Conceptos Relacionados”, el cual permite que se revise la documentación previa.

Tras éste diagrama, se pensó en los conceptos como bloques con características definidas que a su vez presenten propiedades individuales respecto a lo que pueda obtenerse de las mismas, así que se generó un diagrama tomando en cuenta esto (Figura 31) y se definieron los tres bloques principales:

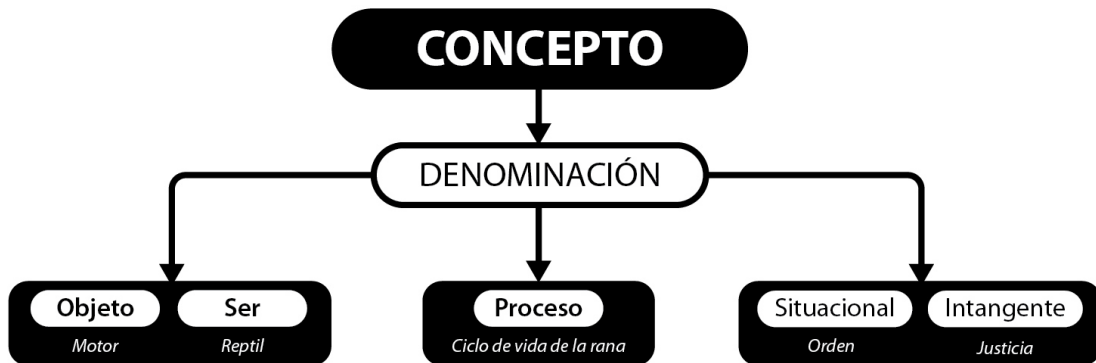


Fig. 31: Diagrama refinado para la definición de un concepto.

Fuente: Elaboración propia.

- **“Objeto/Ser”** (Figura 32), el cual encasilla conceptos que puedan ser usados o componentes que cumplen una función, así como seres vivientes (Ejemplos: Motor, reptil, estómago, etc.);

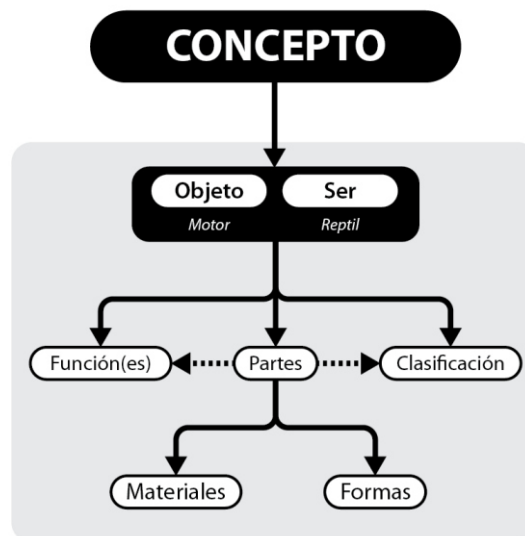


Fig. 32: Diagrama para definir un “Objeto/Ser”.

Fuente: Elaboración propia.

- **“Proceso”** (Figura 33), que es un conjunto de actividades que forman un sistema (Ejemplos: Ciclos de vida de animales, procesos del cuerpo humano, armado de un objeto, etc.) y:

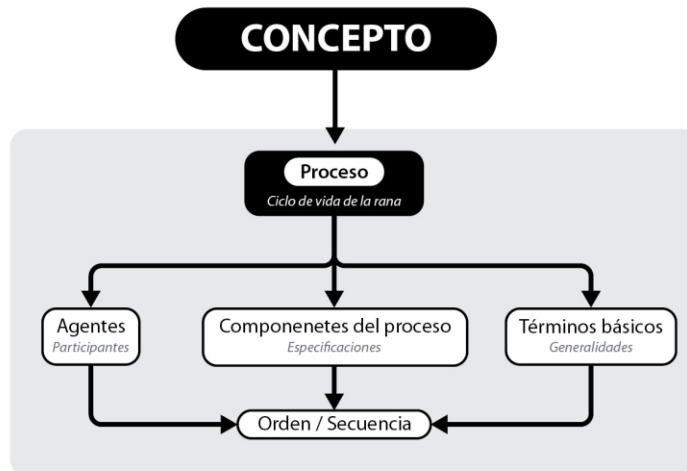


Fig. 33: Diagrama para definir un "Proceso".

Fuente: Elaboración propia.

- **"Conceptos Situacionales/Intangibles"** (Figura 34), los cuales incluyen conceptos que no se perciben de la misma manera que los otros dos anteriores y presentan ideas que no se presentan por medio de situaciones o intangibles, como su nombre lo indica (Ejemplo: Orden, Justicia, etc.).

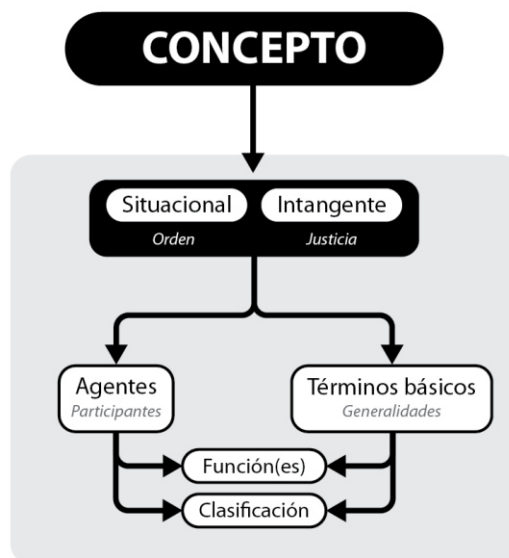


Fig. 34: Diagrama para definir un "Concepto Situacional/Intangibles".

Fuente: Elaboración propia.

Tras realizar este paso y obtener la información necesaria, se tiene un conjunto de diagramas que permiten tener una idea de cómo se aplicará en el paso final, pero para filtrar y ordenar lo obtenido y brindar un panorama más claro de la información imprescindible a usar en el paso final del modelo presente, se deben reestructurar los datos.

5.1.4. Reestructuración

En éste paso se toman los diagramas y se realizan vínculos en los datos relacionados para generar un tipo de relaciones que permitan integrar de nuevo el concepto a manera de obtener un mapa del concepto. Teniendo un conjunto de diagramas unificados, se puede proceder a la última etapa del modelo, el diseño de la herramienta didáctica.

5.1.5. Aplicación

El paso final consiste en la aplicación de la información para formalizarla en un producto que facilite la adquisición del conocimiento del concepto. La creación de éste producto se debe realizar por una persona o grupo proficientes en la realización del mismo para maximizar su efectividad y calidad.

Junto a la formalización, es necesario realizar pruebas para asegurarse de que la simplificación se llevó a cabo de manera adecuada. El Dr. Peter Sandman (2008), desde el punto de vista de las comunicaciones, brinda algunas ideas y sugerencias para simplificar lo que se quiere expresar. Los puntos que da a conocer sirvieron de inspiración para crear un ciclo que podría refinarse dentro del modelo para reforzar el mismo (Figura 10).

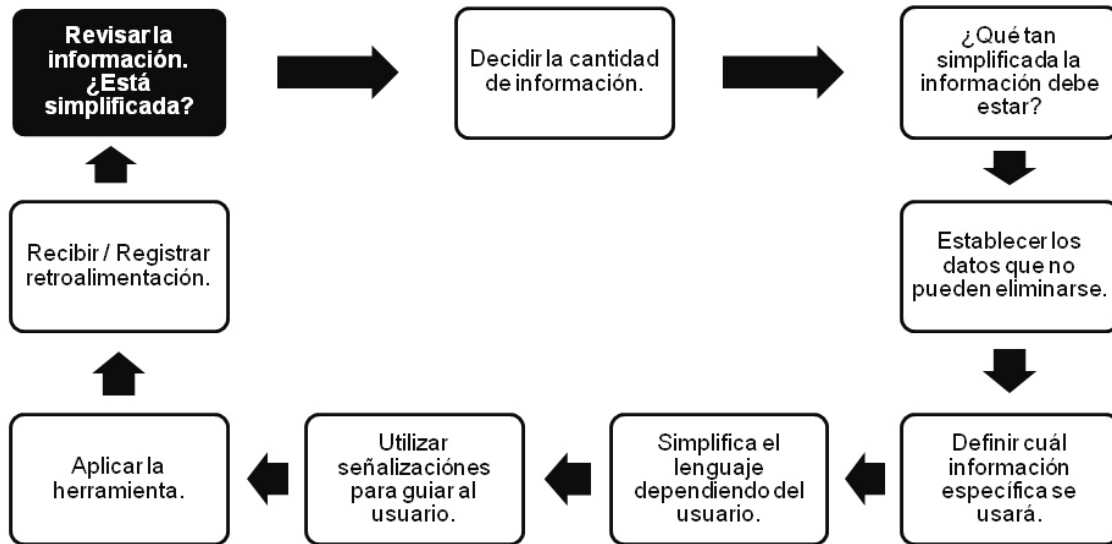


Fig. 35: Ciclo de simplificación de la información.

Fuente: Sandman, 2008 / Elaboración propia.

Tras la experimentación, lo que se desea es obtener un producto que cumpla con su tarea, además de brindar calidad en él, como lo expresa el Dr. George M. Whitesides (2010) en la serie de conferencias TED2010:

“... that extraordinary idea [The Google search engine] rest on layers of simplicity, each compounded into a complexity that is itself simple in the sense that is completely reliable.”

“... esa idea extraordinaria [El motor de búsqueda Google], descansa sobre capas de simplicidad hacia una complejidad que por sí misma es sencilla y completamente confiable.”

El Dr. Whitesides brinda a la vez, cuatro cualidades especiales que se caracterizan en ideas simples:

- 1) **Ser confiable y predecible**, indicando que lo complejo y emergente significa algo inesperado e impredecible;
- 2) **Ser barato y de fácil acceso**;
- 3) **Tener un alto valor/desempeño y**

- 4) **Ser “Bloques de construcción”**, en el sentido que las cosas simples son apilables y su valor se construye con números (Considerando también que la complejidad aumenta con ello).

Con todo esto en cuenta, se puede generar una serie de lineamientos para experimentar y generar un producto adecuado para mejorar la calidad en educación. Completando el proceso de simplificación, se puede generar un ciclo dentro del mismo al regresar a las etapas previas y así afinar el producto final que se espera obtener tras comprobar su efectividad, esto si es necesario (Figura 36).



Fig. 36: Proceso de simplificación de conceptos refinado.

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Conclusiones

La investigación presente sienta las bases para la formalización de herramientas didácticas, con la aplicación directa del modelo, el cual ayuda a perfeccionar y cambiar aspectos como la formalización y las mecánicas de uso de las mismas para con esto lograr una mejora en la educación de la población sin importar su estrato social.

La extensiva información tratada en el marco teórico permitió obtener directrices de diseño que servirán para generar herramientas didácticas: La psicología cognitiva nos permitirá tomar en cuenta la capacidad humana del usuario para adaptar el medio y manera en la cual se brinda el contenido; se estudió la generación de estrategias para transformar los conceptos complejos en fragmentos simplificados y que existan dentro de un sistema independiente para aplicarlo de manera eficaz en las herramientas didácticas; los modelos de aprendizaje sentaron las bases metodológicas de la logística para la aplicación de la herramienta y algunas mecánicas de uso tales como el tipo de participación y las horas de aplicación; finalmente, los modificadores de la experiencia permitirán tomar criterios de cómo los usuarios interactúan con un dispositivo, objeto o sistema para generar las mecánicas de uso en las herramientas didácticas.

Aún queda un largo camino por recorrer para descifrar los conceptos complejos y refinar el modelo de simplificación, con lo desarrollado en ésta investigación, se planea expandir su conocimiento. Se espera generar el conocimiento necesario para adaptar información difícil de comprender en herramientas que se apliquen en todo tipo de entornos educativos (Formales e informales) para preparar a las mentes brillantes del futuro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahams, I., & Millar R. (17 November 2008). *Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science*. International Journal of Science Education. Vol. 30, No. 14, pp. 1945–1969.
- Backhoff, E. (2011). *Aprovechamiento escolar y desigualdad social*. Seminario internacional sobre medición de grupos sociales vulnerables. México D.F., 18 y 19 de octubre, 2011. Obtenido de: http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/grupos_vulnerables/doc/4Aprovechamiento%20escolar%20y%20desigualdad%20social_12_20_eduardobackhoff.pdf
- Balazs, M. E. (1999). Design Simplification by Analogical Reasoning (Doctoral Dissertation). Obtenido de: <http://www.wpi.edu/Pubs/ETD/Available/etd-0209100-051108/unrestricted/dissertation.pdf>
- Clark, D. R. (2000a) Visual, Auditory, and Kinesthetic Learning Styles (VAK). Obtenido de: <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/styles/vakt.html>
- Clark, D.R. (2000b). Kolb's Learning Styles and Experiential Learning Model. Obtenido de: <http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/styles/kolb.html>
- Clark, R. W.; Threton, M. D. & Ewing, J. C. (2010). The Potential of Experiential Learning Models and Practices In Career and Technical Education & Career and Technical Teacher Education. Journal of Career and Technical Education, 25 (2): 46-62. Obtenido de: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JCTE/v25n2/pdf/clark.pdf>
- Creswell, J. W. (2009) Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (3rd ed.). SAGE Publications, United States of America. ISBN 978-1-4129-6557-6. Obtenido de: [http://ncbaeryk.yolasite.com/resources/John%20W.%20Creswell-Research%20Design%20Qualitative,%20Quantitative,%20and%20Mixed%20Methods%20Approaches-SAGE%20Publications,%20Inc%20\(2009\).pdf](http://ncbaeryk.yolasite.com/resources/John%20W.%20Creswell-Research%20Design%20Qualitative,%20Quantitative,%20and%20Mixed%20Methods%20Approaches-SAGE%20Publications,%20Inc%20(2009).pdf)
- Davidson, H. (2009). Concept Learning. Obtenido de: <http://www.education.com/reference/article/concept-learning/>
- Dunn, R. & Burke, K. (2006). Learning Style: The Clue to YOU!. LSCY: Research and Implementation Manual. Obtenido de: http://webs.um.es/rhervas/miwiki/lib/exe/fetch.php?id=docencia&cache=cache&media=lscy_rimanual_v1.pdf
- Everitt, B. S. & Skrondal, A. (2010). The Cambridge Dictionary of Statistics. 4th edition. Cambridge University Press. ISBN-13 978-0-511-78827-7. Obtenido de: <http://www.stewartshultz.com/statistics/books/Cambridge%20Dictionary%20Statistics%204th.pdf>
- Feldman, R. S. (2011). Understanding Psychology. New York, NY: McGraw-Hill.
- Friedenberg, J. & Silverman, G. (2006). Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. Thousand Oaks, CA, United States of America: Sage Publications.
- Glicksman, S. B. (2014). *How To Make Visually Complex Information Easy To Understand*. Obtenido de: <http://www.vanseodesign.com/web-design/visually-complex-information/>
- Goodman, N. D.; Tenenbaum, J. B.; Feldman, J. & Griffiths, T. L. (2007). A Rational Analysis of Rule-based Concept Learning. Obtenido de: <http://web.mit.edu/cocosci/Papers/RRfinal3.pdf>

- Gomes, C.; Figueiredo, M. & Bidarra, J. (2014). GAMIFICATION IN TEACHING MUSIC: CASE STUDY. *EduRe Journal*, 1(3): 56-77. Obtenido de: http://edure.org/EduReJournalVol1N3/EduRe_V1_I3_P5.pdf
- Gomez, Jose G. (2007). Cognitive What Do We Know About Creativity?. *The Journal of Effective Teaching*, Vol. 7, No. 1.
- Grauer, Y. (2014). 7 Ways to Simplify Complex Content While Maintaining Sophistication and Nuance. Obtenido de: <http://www.copyblogger.com/complex-content/>
- Gregorc, A. (2000). Frequently Asked Questions on Style. Obtenido de: <http://gregorc.com/faq.html>
- Hardin, Laura E. (2006). *Problem Solving Concepts and Theories*. *Journal of Veterinary Medical Education*, Vol. 30, No. 3. ISSN: 0748-321X.
- Helen Bouchami Consulting (2002). Learning Styles in Learning Design. Obtenido de: <http://www.bouchami.com/news.htm>
- Hernández, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hidden Talents (2006). About Learning Styles. Obtenido de: <http://www.hiddentalents.co.nz/f/pg2.html>
- Honey, P. & Mumford, A. (1992). *The manual of learning styles*. Maidenhead: Peter Honey.
- Honey, P. & Mumford, A. (1999). Learning Styles Questionnaire. Obtenido de: [http://www.psychpress.com.au/psychometric/products/others/LSQ%20Report%20\(Sample\).pdf](http://www.psychpress.com.au/psychometric/products/others/LSQ%20Report%20(Sample).pdf)
- Hsu, Chia-Chien & Sandford, Brian A. (August 2007). The Delphi Technique: Making Sense Of Consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, Volume 12, Number 10. ISSN 1531-7714. <http://pareonline.net/pdf/v12n10.pdf>
- Huang, R. & Busby, G. (2007). Activist, Pragmatist, Reflector or Theorist? In Search of Postgraduate Learning Styles in Tourism and Hospitality Education. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education* 6(2): 92-99. Obtenido de: http://www-new1.heacademy.ac.uk/assets/Documents/subjects/hlst/vol6no2_activist_pragmatist_reflector.pdf
- ILSA (s.f.). The Dunn and Dunn Learning Styles Model. Obtenido de: <http://www.ilsa-learning-styles.com/Learning+Styles/The+Dunn+and+Dunn+Learning+Styles+ Model.html>
- INEGI (s.f.). *Banco de Información INEGI*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biinegi/>.
- Johan Huizinga. (1972). "Homo Ludens". España: Alianza Editorial. ISBN: 978-84-206-3539-2.
- Kanninen, E. (2009). Learning Styles and E-Learning. Master of Science Thesis. Tampere University of Technology.. Master's Degree Programme in Electrical engineering. Obtenido de: <http://www.evicaab.eu/outcomes/delivera/wp4style.pdf>
- Kernan, M. (2007). Play as a context for Early Learning and Development A research paper. Commissioned by the National Council for Curriculum and Assessment, NCCA. Obtenido de: http://www.ncca.ie/en/Curriculum_and_Assessment/Early_Childhood_and_Primary_Education/Early_Childhood_Education/How_Aistear_was_developed/Research_Papers/Play_paper.pdf

- Kolb, A. Y. & Kolb, B. A. (2005). Learning Styles and Learning Spaces: Enhancing Experiential Learning in Higher Education. *Academy of Management Learning & Education*. 4 (2): 193–212. Obtenido de: <http://158.93.191.150/qep/documents/articles/learning-styles.pdf>
- Kolb, A. Y. & Kolb, D. A. (2009). *Learning to play, playing to learn A case study of a ludic learning space*. Obtenido de: http://learningfromexperience.com/media/2010/08/Kolb_Play-and-learning.pdf
- Lærd Statistics (s.f.). *Cronbach's Alpha (α) using SPSS Statistics*. Obtenido de: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/cronbachs-alpha-using-spss-statistics.php>
- Likert, R. (1932). *A Technique for the Measurement of Attitudes*. *Archives of Psychology*, 140, 1–55.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A. & Clough, M. P. (2007). *Learning Teaching and in the school science laboratory. An analysis of research, theory, and practice*. Handbook of Research on Science Education (ed. S K Abell and N G Lederman), págs. 393–431. ISBN: 978-0-2038-2469-6. Obtenido de: http://books.google.com.mx/books?id=leYrAgAAQBAJ&dq=info:5ciS2aSYAn8J:scholar.google.com&lr=&source=gbs_navlinks_s
- McLeod, S. A. (2010). Kolb - Learning Styles. Obtenido de: <http://www.simplypsychology.org/learning-kolb.html>
- Mitchelmore, M. & White, P. (2004). *Abstraction in mathematics and mathematics learning*. 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (Vol 3 pp 329–336). Obtenido de: https://www.emis.de/proceedings/PME28/RR/RR031_Mitchelmore.pdf
- Mobbs, R. (2003). *Honey and Mumford Learning Styles*. Obtenido de: <http://www.le.ac.uk/users/rjm1/etutor/resources/learningtheories/honeymumford.html>
- Muijs, Daniel. *Doing Quantitative Research in Education with SPSS*. 2nd edition. London: SAGE Publications, 2010.
- Murphy, G. L. (1988). *Comprehending Complex Concepts*. *Cognitive Science*. (12): 529-562. Obtenido de: <http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/1988v12/i04/p0529p0562/MAIN.PDF>
- Mushtaq, I. & Khan, S. N. (Junio del 2012). *Factors Affecting Students' Academic Performance*. *Global Journal of Management and Business Research* (Volume 12, Issue 9). Global Journals Inc. (USA). ISSN: 2249-4588. Obtenido de: http://www.academia.edu/4204575/3_Factors_Affecting_Students_Academic.
- OCDE (2012). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) PISA 2012 – Resultados*. Obtenido de: <http://www.educacionfutura.org/wp-content/uploads/2013/12/PISA-2012.-M%C3%89XICO.pdf>
- Penner, D. E. & Klahr, D. (1996). *The Interaction of Domain-Specific Knowledge and Domain-General Discovery Strategies: A Study with Sinking Objects*. *Child Development*, 67: 1709-2727. Obtenido de: http://www.psy.cmu.edu/~klahr/pdf/penner_klahr96.pdf
- Porter, J. (2010). WEEK 06: THE USAGE LIFECYCLE. Obtenido de: <http://52weeksofux.com/post/385981737/the-usage-lifecycle>
- Qualitative Research Consultants Association (s.f.). *What is Qualitative Research?* Obtenido de: <http://www.qrca.org/?page=whatisqualresearch>
- Reeve, C. (2011). *There's more to play*. Obtenido de: <http://playwithlearning.com/2011/11/28/theres-more-to-play/>
- Reiff, J. C. (1992). *Learning styles*. Monograph. Washington D.C.: National Education Association of the U.S. Obtenido de: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED340506.pdf>.

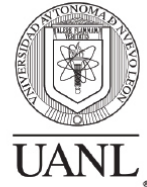
- Riddell, C. (November 2004). *The Social Benefits of Education: New Evidence on an Old Question*. University of British Columbia. Paper prepared for the conference "Taking Public Universities Seriously", University of Toronto, December 3-4, 2004
- Robinson, S. (2010). *Conceptual Modelling: Who Needs It?* Society for Modeling & Simulation International Magazine (Issue 2). Obtenido de: http://www.scs.org/magazines/2010-04/index_file/Files/Robinson.pdf
- Rocha, L. (2003). *Complex Systems Modeling: Using Metaphors From Nature in Simulation and Scientific Models*. Informatics: Indiana University. Obtenido de: <http://www.informatics.indiana.edu/rocha/complex/csm.html>
- Sandman, P. M. (2008). *Simplification Made Simple*. Obtenido de: <http://www.psandman.com/col/simplify.htm>
- Santillán, M. L. (2013). *Modernizar el sistema educativo, crucial en la formación de los ciudadanos del siglo XXI*. Ciencia UNAM – DGDC. Obtenido de: [http://ciencia.unam.mx/leer/156/Modernizar el sistema educativo crucial en la formación de los ciudadanos del siglo XXI](http://ciencia.unam.mx/leer/156/Modernizar%20el%20sistema%20educativo%20crucial%20en%20la%20formacion%20de%20los%20ciudadanos%20del%20siglo%20XXI).
- SEP (s.f. a). *Estadísticas*. Secretaría de Educación Pública. Obtenido de: http://www.sep.gob.mx/es/sep1/sep1_Estadisticas.
- SEP (s.f. b). *Estadísticas (ENLACE)*. Secretaría de Educación Pública. Obtenido de: http://www.enlace.sep.gob.mx/content/ba/pages/estadisticas/estadisticas_2013.html.
- Smith, E. E. & Medin, D. L. (1981). *Categories and Concepts*. Harvard University Press: Massachusetts, U.S.A. Obtenido de: <http://groups.psych.northwestern.edu/medin/publications/Rips,%20Medin%202005%20Concepts-categories.pdf>
- Sternberg, R. J. & Sternberg, K. (2012). *Cognitive Psychology* (6th ed.). Belmont, CA, United States of America: Wadsworth, Cengage Learning.
- Tavakol, M. & Dennick, R (2011). *Making sense of Cronbach's alpha*. International Journal of Medical Education; 2:53-55. ISSN: 2042-6372. Obtenido de: <https://www.ijme.net/archive/2/cronbachs-alpha.pdf>
- UCLA: Statistical Consulting Group (s.f.). *SPSS FAQ. What does Cronbach's alpha mean?* Obtenido de: <http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/faq/alpha.html>
- Whitesides, G. M. (Febrero del 2010). *George Whitesides: Toward a science of simplicity*. Obtenido de: [http://www.ted.com/talks/george whitesides toward a science of simplicity](http://www.ted.com/talks/george_whitesides_toward_a_science_of_simplicity)
- Zainol, M. J., Ali, A., Nor, H., & Balbir, K. K. (2001). *Learning Styles and Overall Academic Achievement in a Specific Educational*. International Journal of Humanities and Social Science. Vol. 1 No. 10; August 2011. Obtenido de: http://ijhssnet.com/journals/Vol_1_No_10_August_2011/19.pdf.
- Zirbel, E. L. (2004a). *Learning, Concept Formation & Conceptual Change*. Obtenido de: <http://cosmos.phy.tufts.edu/~zirbel/ScienceEd/Learning-and-Concept-Formation.pdf>
- Zirbel, E. L. (2004b). *Framework for Conceptual Change*. Obtenido de: <http://cosmos.phy.tufts.edu/~zirbel/ScienceEd/Framework-for-Conceptual-Change.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Herramienta cuantitativa



Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Arquitectura
Maestría en Ciencias en Gestión e Innovación del Diseño.



Realizado por: L.D.I. Oscar A. Yerena de León.

Como herramienta cuantitativa para la tesis: "Modelo para el diseño de herramientas didácticas basado en modificadores del comportamiento y simplificación de conceptos."

Muy buenos días (o tardes).

Estoy trabajando en un proyecto de tesis de maestría, el cual se basa en el diseño de herramientas didácticas para ayudarle al interesado en aprender a comprender conceptos y temas que puedan ser muy difíciles por medio de métodos convencionales.

Quisiera pedirle su ayuda contestando ésta encuesta, la cual tiene como objetivo comprender cómo se perciben algunos aspectos generales relacionados al aprendizaje en clase, con ello se obtendrán las bases necesarias para desarrollar una propuesta para la generación de un herramienta didáctica. **Le pido contestar con sinceridad. No hay respuestas correctas o incorrectas.**

Toda información recolectada se toma de manera global, confidencial y con fines estadísticos. **Se agradece mucho su colaboración.**

Edad: _____

Sexo: Masc. Fem.

Semestre: _____ ° Materia: _____

1. Seleccione qué tan identificado se siente con las siguientes oraciones:	Para nada me identifico	No me identifico	Neutral	Me identifico	Me identifico completamente
a) Acostumbro relacionar lo que aprendí con anterioridad con cosas nuevas que aprendo.					
b) Comprendo el cómo funcionan y el porqué de las fórmulas/conceptos que aprendo.					
c) Puedo recordar fórmulas/conceptos sin dificultad.					
d) Puedo aplicar fórmulas/conceptos sin necesidad de consultar un libro o guía.					
e) Prefiero resolver problemas separándolos en partes.					
f) Prefiero resolver problemas de manera integral (todo junto).					
g) Se me facilita organizar la información que se me proporciona.					

2. Seleccione sólo una de las opciones siguientes con las cual se identifique mejor:

- Prefiero experimentar con el material que se me enseña.
- Tiendo a comprender una actividad al observar cómo se hace.
- Me gusta analizar de manera activa la teoría detrás de lo que hago.
- Me gusta aplicar lo que aprendo en algo práctico.

3. Seleccione sólo una de las opciones siguientes con las cual se identifique mejor:

- Prefiero trabajar solo.
- Prefiero trabajar en pares.
- Prefiero trabajar en grupo.

4. Seleccione sólo una de las opciones siguientes con las cual se identifique mejor:

- Aprendo más al escuchar lo que debo hacer.
- Aprendo más al observar representaciones visuales de lo que debo hacer.
- Aprendo más al interactuar con algo (objeto/máquina).

Seleccione "Sí" o "No" tiene una comprensión adecuada de los siguientes conceptos:

5. Fórmulas geométricas (Área, perímetro, circunferencia).	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
6. Simplificación de ecuaciones y expresiones algebraicas.	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
7. Sustitución en ecuaciones y expresiones algebraicas.	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
8. Gráficas de puntos, líneas y cónicas.	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>

9. ¿Existe algún concepto básico (Fuera de los mencionados anterior mente) que usted considere difícil de comprender? Si es así, escríbalo a continuación:

--

10. Seleccione qué tan de acuerdo o en desacuerdo está con los siguientes problemas durante su proceso de aprendizaje:

	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Completamente de acuerdo
a) Tengo el suficiente tiempo para aprender los conceptos básicos.					
b) Hay una relación entre lo que se ve en las distintas clases en el semestre.					
c) Sé cómo aplicar en la vida real lo que se veo en clase.					
d) Se manejan muchos conceptos en cada examen.					
e) El material de estudio me ayuda a comprender cómo aplicar los conceptos vistos en clase.					

11. Seleccione qué tan interesado está en la aplicación de los siguientes elementos como herramientas para mejorar su desempeño académico:

	Completamente desinteresado	Desinteresado	Neutral	Interesado	Completamente interesado
a) Implementación de un sistema de acumulación de puntos que ayude a mejorar la calificación.					
b) Generar simulaciones en los cuales se realicen ejercicios del tema a aprender.					
c) Organizar un evento/juego en el cual se aplique lo que se ve en clase.					

12. Seleccione qué tan interesado está en los siguientes medios para su aplicación como material de aprendizaje (Durante o fuera de la clase):

	Completamente desinteresado	Desinteresado	Neutral	Interesado	Completamente interesado
a) Material de apoyo visual (Animaciones o gráficas).					
b) Herramientas didácticas físicas ("Juguetes recreativos").					
c) Aplicaciones virtuales/Juegos relacionados al tema a aprender.					
d) Página Web con actividades de temas relacionados a la clase.					
e) Guías/Libros con información visual simplificada.					

13. Seleccione el nivel de interés que presenta ante las siguientes propuestas para mejorar la manera de que se aprenda dentro o fuera de la clase:

	Completamente desinteresado	Desinteresado	Neutral	Interesado	Completamente interesado
a) Permitirle al estudiante explorar un concepto de matemáticas por medio de material didáctico.					
b) Brindarle al estudiante pistas que permitan resolver problemas cuando estén atorados.					
c) Aplicar experimentalmente lo que se aprende en clase.					

14. ¿Existe algún medio por el cual piensa usted que puede desempeñarse y comprender algún concepto fácilmente? Si es así, escríbalo a continuación:

--

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Herramienta cualitativa



Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Arquitectura
Maestría en Ciencias en Gestión e Innovación del Diseño.

Realizado por: L.D.I. Oscar A. Yerena de León.

Como herramienta cualitativa para la tesis: "Modelo para el diseño de herramientas didácticas basado en modificadores del comportamiento y simplificación de conceptos."



Muy buenos días (o tardes).

Estoy trabajando en un proyecto de tesis de maestría, el cual se basa en el diseño de herramientas didácticas para ayudarle al interesado en aprender a comprender conceptos y temas que puedan ser muy difíciles por medio de métodos convencionales.

En la etapa de mi herramienta cualitativa, la entrevista a expertos me parece más adecuada y el enfoque de ésta es el de maestros que han impartido la materia de Álgebra o Geometría Analítica. Le pido que conteste las preguntas con toda la información que crea pertinente. Cualquier añadido a las preguntas o alguna observación es más que bienvenida.

Se agradece mucho su colaboración.

1. Como maestro, ¿Cuáles son los principales problemas que ha observado que afectan el desempeño de sus alumnos?
2. ¿Qué diferencias didácticas ha notado en la manera en la que los estudiantes aprenden un tema? ¿La mayoría parece inclinarse a un método o existe una diversificación de los mismos?
3. ¿Qué factores al interactuar con los alumnos le han afectado a usted en su desempeño docente?
4. ¿Cuáles temas o conceptos piensa usted que le causan más problemas a sus estudiantes?
5. ¿Cómo le ha afectado la complejidad y la extensión de la información al enseñar un tema?
6. ¿Ha empleado algún método distinto de enseñanza al que aplica actualmente? ¿En qué le ha ayudado?
7. ¿Existe alguna herramienta didáctica que le interese a usted aplicar para que los alumnos comprendan mejor un tema?
8. ¿Qué medio (digital o impreso) preferiría usted o le parecería más versátil usar en clase? ¿En qué le podría beneficiar uno u otro?
9. ¿Qué mecánicas o procedimientos didácticos cree usted que son los más importantes durante el proceso de aprendizaje en clase?

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3: Datos cuantitativos

Indicador	Media	Desviación estándar
Conocimiento previo	3.85	.651
Memoria - Codificación	3.75	.775
Memoria - Almacenaje	3.42	.880
Resolución de problemas	3.66	.951
No hay relación entre lo que se ve en las clases de la carrera	3.91	.813
No sé cómo aplicar en la vida real lo que se veo en clase	3.19	.930
El material de estudio me ayuda a comprender conceptos	3.77	.851
Implementación de un sistema de acumulación de puntos	3.91	.853
Generar simulaciones en los cuales se generen ejercicios	4.01	.755
Organizar un evento/juego en el cual se aplique lo que se ve en clase	3.63	1.014
Material de apoyo visual (Animaciones o gráficas)	3.65	.822
Herramientas didácticas físicas ("Juguetes recreativos")	3.32	1.023
Aplicaciones virtuales/Juegos relacionados al tema a aprender	3.63	.929
Página Web con actividades de temas relacionados a la clase	3.85	.924
Guías/Libros con información simplificada	4.17	.712
Permitirle al estudiante explorar un concepto por medio de material didáctico	3.83	.757
Brindarle al estudiante pistas que permitan resolver problemas	4.06	.731
Aplicar experimentalmente lo que se aprende en clase	4.02	.727

Fuente: Elaboración propia.

	Conocimiento previo	Memoria - Codificación	Resolución de problemas	No hay relación entre clases	Aplicación a la vida real	Las guías no me ayudan
Conocimiento previo	1.000					
Memoria - Codificación	.419	1.000				
Resolución de problemas	.277	.243	1.000			
No hay relación entre clases	.287	.161	.227	1.000		
Aplicación a la vida real	.155	.363	.233	.263	1.000	
Las guías no me ayudan	.266	.465	.269	.316	.316	1.000
Acumulación de puntos	.244	.079	.226	.167	.095	.097
Simulaciones	.204	.074	.177	.190	.104	.196
Eventos/Juegos	.130	.094	.056	.029	-.031	.227
Material de apoyo visual	.118	.122	.234	.385	.120	.261
Herramientas didácticas físicas	.084	.079	.106	.124	.006	.123
Aplicaciones virtuales/Juegos	.128	.057	.192	.142	.024	.049
Página Web	.197	.030	.271	.169	.206	.177
Guías/Libros	.144	.167	.186	.127	.075	.134
Explorar conceptos	.199	.110	.227	.176	.222	.182
Pistas	.313	.040	.171	.120	-.004	.088
Experimentación	.302	.183	.152	.212	.130	.180
Memoria - Almacenaje	.325	.407	.252	.192	.347	.317

Fuente: Elaboración propia.

	Acumulación de puntos	Simulaciones	Eventos/Juegos	Material de apoyo visual	Herramientas didácticas físicas	Aplicaciones virtuales/Juegos
Acumulación de puntos	1.000					
Simulaciones	.335	1.000				
Eventos/Juegos	.219	.360	1.000			
Material de apoyo visual	.131	.138	.299	1.000		
Herramientas didácticas físicas	.232	.114	.497	.567	1.000	
Aplicaciones virtuales/Juegos	.302	.181	.495	.553	.656	1.000
Página Web	.350	.345	.277	.366	.251	.389
Guías/Libros	.203	.305	.100	.246	.083	.097
Explorar conceptos	.181	.263	.240	.366	.338	.285
Pistas	.459	.314	.207	.240	.252	.360
Experimentación	.282	.361	.356	.341	.315	.303
Memoria - Almacenaje	.139	.094	-.076	.114	.034	.039

Fuente: Elaboración propia.

	Página Web	Guías/Libros	Explorar conceptos	Pistas	Experimentación	Memoria - Almacenaje
Página Web	1.000					
Guías/Libros	.491	1.000				
Explorar conceptos	.459	.377	1.000			
Pistas	.441	.314	.302	1.000		
Experimentación	.311	.298	.470	.403	1.000	
Memoria - Almacenaje	.137	.201	.121	.027	.080	1.000

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Entrevistas a expertos (Datos cualitativos)

Entrevista al Dr. Ángel Pérez

1. Como maestro, ¿Qué problemas ha observado respecto al desempeño de sus alumnos?

R= A nivel Licenciatura una falta de interés en las materias que conforman el plan de estudios. En particular en materias de tronco común o de los primeros semestres. Además de no querer comprometer en el proceso de aprendizaje. No hacen las tareas y se distraen mucho en clases. Además su arrogancia es tal que usan una frase muy común “si me enfoco yo sé que la hago” y se van a 3ras o 5tas defendiendo su tesis.

2. ¿Qué diferencias didácticas ha notado en la manera en la que los estudiantes aprenden un tema? ¿La mayoría parece inclinarse a un método o existe una diversificación de los mismos?

R= No les interesa aprender si la medida que usas es el tiempo que dedican a la escuela de manera individual. Si consideras el tiempo que están en el aula, es difícil que se enfoquen en lo que les solicita. Prefieren dejar pasar las cosas y al final tratar de arreglar con trabajos o tareas.

3. ¿Qué factores o situaciones, al interactuar con sus alumnos, le han afectado a usted en su desempeño docente?

R= La falta de interés en el tema.

4. ¿Cuáles temas o conceptos piensa usted que le causan más problemas a sus estudiantes que están entrando a la carrera (Ya sea primero y/o segundo semestre)?

R= Todos, no tienen interés en las materias básicas. Ejemplo: Un alumno se quejó conmigo que porque le daba algebra, si él está estudiando física, que las matemáticas no es lo suyo lo suyo es la física. Ante estos argumentos lo único que puedes hacer es sugerirles que se cambien de carrera.

5. ¿Cómo le ha afectado la complejidad y la extensión de la información al enseñar un tema? ¿Tiene alguna situación que pueda usar de ejemplo de alguna dificultad?

R= Los nuevos planes de estudio abarcan los mismos temas que antes pero ahora los reducen en horas aula. Eso es un problema para cubrir los programas en tiempo y forma. Acabas cumpliendo en tiempo pero no en forma.

6. ¿Ha empleado algún método distinto de enseñanza al que aplica actualmente? ¿En qué le ha ayudado?

R= Sí y los resultados son los mismos.

7. ¿Existe alguna herramienta didáctica que le interese a usted aplicar para que los alumnos comprendan mejor un tema?

R= Las que conozco ya fueron aplicadas y ninguna funciona para los estándares que se esperan.

8. ¿Qué medio (digital o impreso) preferiría usted o le parecería más versátil usar en clase? ¿En qué le podría beneficiar uno u otro?

R= El internet es una gran herramienta y provoco que los alumnos la usen. Pero los alumnos le pierden el interés muy pronto.

9. ¿Qué mecánicas o procedimientos didácticos cree usted que son los más importantes durante el proceso de aprendizaje en clase?

R= Esto lo contesté anteriormente, no hay mecánica ni procedimiento ni combinación de ellos que obtenga los resultados que los profesores deseamos. “NO HAY PEOR SORDO QUE EL QUE NO QUIERE OIR” y contra eso no hay defensa ni argumento que valga.

Entrevista a la maestra M.C. Eva Martínez Rodríguez

1. Como maestro, ¿Qué problemas ha observado respecto al desempeño de sus alumnos?

R= Que no son constantes, ya que algunos alumnos presentan potencial, pero al no ser constantes (en asistencia y participación) les afecta en su aprendizaje.

2. ¿Qué diferencias didácticas ha notado en la manera en la que los estudiantes aprenden un tema? ¿La mayoría parece inclinarse a un método o existe una diversificación de los mismos?

R= Algunos son reflexivos y asertivos, pero también se encuentran los que necesitan compartir su información con otros compañeros, y algunos que emplean un software gráfico, para su comprensión.

3. ¿Qué factores o situaciones, al interactuar con sus alumnos, le han afectado a usted en su desempeño docente?

R= Que algunos alumnos no analizan el ejercicio, y al realizarlo mecánicamente, no consideran factores que alteraron las condiciones para que ese procedimiento sea aceptable.

4. ¿Cuáles temas o conceptos piensa usted que le causan más problemas a sus estudiantes que están entrando a la carrera (Ya sea primero y/o segundo semestre)?

R= El álgebra, ya sea desde la factorización, como la comprensión de términos.

5. ¿Cómo le ha afectado la complejidad y la extensión de la información al enseñar un tema? ¿Tiene alguna situación que pueda usar de ejemplo de alguna dificultad?

R= En la extensión de la unidad, en álgebra la unidad extensa es trigonometría y en geometría analítica la circunferencia.

**6. ¿Ha empleado algún método distinto de enseñanza al que aplica actualmente?
¿En qué le ha ayudado?**

R= Sólo en álgebra, empleo de documentos en Word con la teoría o procedimiento, y así logramos ver más ejercicios en aula y participación de los alumnos, ya sea en el pizarrón y/o sus cuadernos.

7. ¿Existe alguna herramienta didáctica que le interese a usted aplicar para que los alumnos comprendan mejor un tema?

R= Existe un software en el cual se aprenden polinomios algebraicos, el problema es que no es libre, es necesaria su compra. En general, me parece un buen método el que plantea en tu pregunta.

8. ¿Qué medio (digital o impreso) preferiría usted o le parecería más versátil usar en clase? ¿En qué le podría beneficiar uno u otro?

R= El digital, para que ellos llegaran a sus conclusiones. El impreso para que lo analizaran.

9. ¿Qué mecánicas o procedimientos didácticos cree usted que son los más importantes durante el proceso de aprendizaje en clase?

R= ---

Entrevista a la maestra Laura Martínez Flores

1. Como maestro, ¿Qué problemas ha observado respecto al desempeño de sus alumnos?

R= En primer semestre, se observa falta de interés en la clase, desorden y ausentismo; ya en semestres de tercero en adelante están un poco más concentrados.

2. ¿Qué diferencias didácticas ha notado en la manera en la que los estudiantes aprenden un tema? ¿La mayoría parece inclinarse a un método o existe una diversificación de los mismos?

R= Aprenden de diferente forma.

3. ¿Qué factores o situaciones, al interactuar con sus alumnos, le han afectado a usted en su desempeño docente?

R= El desorden, la apatía, especialmente en los primeros semestres.

4. ¿Cuáles temas o conceptos piensa usted que le causan más problemas a sus estudiantes que están entrando a la carrera (Ya sea primero y/o segundo semestre)?

R= El concepto del límite.

5. ¿Cómo le ha afectado la complejidad y la extensión de la información al enseñar un tema? ¿Tiene alguna situación que pueda usar de ejemplo de alguna dificultad?

R= Cuando son temas muy largos, a veces no hay tiempo suficiente para dedicarles en clase y obviamente es difícil que el estudiante lo asimile, por ejemplo, las técnicas de integración en el curso de Matemáticas II.

6. ¿Ha empleado algún método distinto de enseñanza al que aplica actualmente? ¿En qué le ha ayudado?

R= En alguna ocasión usé las TIC en un tema de un curso y se facilitó la comprensión del concepto.

7. ¿Existe alguna herramienta didáctica que le interese a usted aplicar para que los alumnos comprendan mejor un tema?

R= Sí, un software de geometría dinámica.

8. ¿Qué medio (digital o impreso) preferiría usted o le parecería más versátil usar en clase? ¿En qué le podría beneficiar uno u otro?

R= Los dos. El software se puede utilizar para que los alumnos visualicen propiedades importantes, pero los libros les ayudan a demostrar analíticamente lo observado.

9. ¿Qué mecánicas o procedimientos didácticos cree usted que son los más importantes durante el proceso de aprendizaje en clase?

R= A lo largo del desarrollo de la clase, que los alumnos estén participando, preguntarles la justificación a cada paso en la demostración de teoremas o la solución de problemas, además de que ellos pasen al frente a resolver problemas para detectar los errores que tengan y ayudarlos a corregirlos.

Anexo 5: Calificaciones de Geometría y Álgebra.**GEOMETRÍA ANALÍTICA – 2012**

Matrícula	1° Ex	2° Ex	3° Ex	4° Ex	5° Ex	6° Ex	Lab.	Práctica	Promedio
1543311	38	13	2	0	28	16	25	8	42.7
1175242	NP	NP	NP	NP	NP	NP	0	0	0
1543381	53	67	23	61	50	33	28	5	61.7
1544733	15	38	30	45	24	4	20	5	40.6
1526014	64	100	96	79	77	89	28	10	88.5
1546645	32	32	27	38	53	22	28	8	56.4
1547741	41	15	14	50	43	0	21	6	43.3
1548580	0	5	NP	NP	0	0	0	6	0
1546162	46	16	11	19	0	0	17	2	28.2
1649268	45	51	2	43	45	93	27	9	63.9
1545562	70	50	21	46	40	20	27	6	57.7
1551458	7	0	2	71	36	50	7	8	31.6
1550385	75	54	79	92	74	78	29	8	82.2
1551003	100	53	100	99	82	92	29	10	91.6
1554511	20	15	15	2	37	5	21	8	38.4
1486310	89	99	51	95	83	92	29	10	89.9
1521152	84	100	63	90	87	90	28	10	89.4
1553677	21	14	8	25	14	0	23	8	39.2
1552869	81	45	70	66	93	76	29	8	80.1
1558168	65	14	2	92	37	0	25	8	54
1558194	30	8	8	25	8	2	12	8	28.1
1557525	30	21	83	59	87	50	28	9	70
1555544	56	40	13	25	46	0	28	8	54
1559508	25	2	14	24	16	0	16	6	30.1
1560135	11	10	2	19	0	0	15	7	26.2
1559201	92	45	2	100	78	57	29	10	76.4
1493918	78	74	78	35	58	90	24	6	71.3
1560746	92	31	48	77	43	78	29	6	71.9
1560485	49	54	20	97	63	12	28	9	66.5
1528109	77	50	24	97	70	50	29	7	72.8
1491443	37	18	14	36	45	0	28	8	51
1572676	47	6	6	38	57	0	28	8	51.4
1562846	40	42	43	90	66	11	24	9	62.2
1486037	18	8	2	25	30	0	17	6	31.3
1530322	7	NP	NP	NP	NP	0	0	0	0
1564189	81	44	51	69	77	53	29	10	76.5
1564119	64	63	45	68	54	24	29	9	69.8

Fuente: M.C. Eva Mireya Martínez Rodríguez, de la FCFM.

GEOMETRÍA ANALÍTICA – 2013

Matricula	1° Ex	2° Ex	3° Ex	Extra	Laboratorio	CAL.FIN
1442528	46	44	20	5	9	41.5
1579676	5	0	0	2	3	6.3
1600088	25	37	41	8	10	43.8
1593694	77	71	79	10	13	79.8
1581391	64	95	81	9	12	81.0
1592621	30	0	0	3	9	19.5
1584855	12	0	16	5	7	19.0
1544846	5	0	0	3	4	8.3
1694076	52	93	56	8	11	69.3
1589298	35	0	0	5		13.8
1596179	37	46	0	5		25.8
1595255	38	44	0	8		28.5
1694065	79	18	37	8	12	53.5
1694100	58	25	37	8	11	49.0
1594325	32	78	0	8		35.5
1588576	22	25	24	7	8	32.8
1593850	55	34	0	7	9	38.3
1548866	90	84	50	8	9	73.0
1589409	86	47	49	7	9	61.5
1590479	32	73	45	7	2	46.5
1510855	76	33	0	8		35.3
1588893	22	28	20	9	6	32.5
1589133	55	66	79	10	11	71.0
1578176	36	40	25	9	12	46.3
1583318	20	23	21	8	11	35.0
1591460	47	25	0	8		26.0
1526711	NP	NP				0.0
1578999	30	30	50	8	10	45.5
1694067	92	45	40	9	11	64.3
1582260	40	0	0	5		15.0
1580574	84	98	73	8	12	83.8
1581822	34	21	57	8	10	46.0
1534942	NP	NP				0.0
1577877	96	100	88	9	13	93.0
1694045	23	0	0	2		7.8
1581641	52	73	70	8	13	69.8
1580307	53	14	0	7		23.8
1601053	50	0	0	3		15.5
1589840	5	0	0	2		3.3
1496645	5	0	0	2		3.3
1563813	20	9	20	4	2	18.3
1547006	16	42	23	8	6	34.3

Fuente: M.C. Eva Mireya Martínez Rodríguez, de la FCFM.

GEOMETRÍA ANALÍTICA – 2015

Matricula	1° Ex	2° Ex	3° Ex	4° Ex	5° Ex	Taller	Lab	CAL. FIN.
1636249		70	30	62	68	4	10	64
1680980		97	60	98	91	4	10	92
1671785		0	NP	NP	SD	2	0	SD
1791302		36	20	26	37	3	8	42
1791298		95	77	98	91	3	10	93
1791329		74	70	87	88	5	10	87
1675123		NP	0	0	NP	2	1	NP
1663420	88	98	47	78	70	1	10	80
1680379		44	0	5	NP	3	7	NP
1791307		58	80	97	100	4	10	91
1671963		5	20	66	48	2	10	51
1658633		0	32	6	0	2	8	50
1672267	35	0	20	22	NP	3	3	NP
1591934		0	NP	NP	SD	4	5	SD
1667008		61	30	87	100	4	10	77
1663664		0	NP	NP	SD	0	2	SD
1637305		0	NP	NP	NP	3	4	NP
1600398		53	17	48	NP	0	8	NP
1791295	74	23	36	73	100	4	10	72
1661500		48	46	42	50	3	8	57
1661602		62	23	50	59	4	8	56
1674060		20	0	0	41	0	3	25
1617512		0	20	47	58	2	7	42
1660962		97	78	100	100	4	10	97
1668156		99	98	77	98	4	10	92
1672230		38	20	8	20	4	5	35
1676122		72	52	100	90	4	10	86
1791291		95	69	47	46	3	8	74
1656096		27	20	0	NP	3	8	NP
1626391		30	NP	NP	SD	0	0	SD
1639971		NP	NP	NP	SD	0	3	SD
1533765		68	25	67	SD	0	1	SD
1627731		52	77	48	SD	0	6	SD
1601642		NP	0	NP	SD	0	0	SD
1497932		50	45	10	0	0	0	50
1633335		0	32	59	51	0	4	40
1626642		50	32	68	83	0	9	70
1559613		67	NP	48	25	0	5	SD
1628186		0	10	0	SD	0	2	SD
1628352		20	0	70	NP	0	5	NP
1636206		NP	NP	NP	SD	0	1	SD

Fuente: M.C. Eva Mireya Martínez Rodríguez, de la FCFM.

ÁLGEBRA – 2012

Matrícula	1° Ex	2° Ex	3° Ex	4° Ex	5° Ex	Extra	Promedio
1576327	37	44	100	89	70	6	69.2
1443902	37	41	78	89	75	6	65.2
1576302	37	31	67	66	75	5	56.2
1518460	61	41	100	88	48	6	68.8
1607312	55	40	62	79	75	6	63.4
1478583	61	87	100	80	53	5	77.2
1482892	35	23	87	83	66	6	60
1489537	30	57	84	100	82	4	71.4
1489649	63	84	80	85	94	6	82.4
1529040	65	84	100	97	99	6	90.2
1443633	33	40	82	100	70	1	70

Fuente: M.C. Eva Mireya Martínez Rodríguez, de la FCFM.

ÁLGEBRA – 2013

Matricula	1° Ex	2° Ex	3° Ex	4° Ex	5° Ex	Promedio
1593884	60	73	81	68	43	65
1546828	47	10	15	58	9	27.8
1593736	21	47	21	50	37	35.2
1694084	25	69	68	77	66	61
1595165	43	23	10	85	69	46
1603117	18	35	50	43	7	30.6
1545380	100	100	100	100	97	99.4
1585985	5	30	NP	NP	NP	17.5
1694051	13	46	59	70	57	49
1579752	24	27	36	62	5	30.8
1550732	35	65	38	75	67	56
1582532	79	82	100	99	82	88.4
1580073	40	10	63	89	47	49.8
1579425	52	84	80	93	75	76.8
1555055	16	NP	40	50	25	32.75
1586687	2	46	NP	NP	NP	24
1467846	73	87	83	93	69	81
1579267	31	62	37	57	16	40.6
1596087	43	58	77	81	68	65.4
1583097	42	50	38	50	68	49.6
1583102	5	30	NP	NP	NP	17.5
1589011	38	73	81	86	63	68.2
1392358	17	16	33	52	13	26.2
1577886	2	0	NP	0	0	0.5
1694036	5	37	25	57	NP	31
1585074	16	21	11	30	NP	19.5
1562539	52	56	NP	NP	NP	54
1498625	81	77	100	99	74	86.2
1598913	5	10	5	20	NP	10
1694058	28	45	25	45	5	29.6
1530322	NP	NP	NP	NP	NP	

Fuente: M.C. Eva Mireya Martínez Rodríguez, de la FCFM.