



## Índice

<b>RESUMEN .....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>III</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2 SENTENCIA DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
<b>3 REVISIÓN LITERARIA DE LOS MÉTODOS DE APRENDIZAJE .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1 Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en Asia.....</b>	<b>7</b>
i. Método.....	8
ii. Mentor.....	9
iii. Estudiante.....	11
iv. Sistema Educativo .....	11
<b>3.2 Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en Singapur..</b>	<b>14</b>
i. Método.....	14
ii. Mentor.....	16
iii. Estudiante.....	16
iv. Sistema Educativo .....	17
<b>4 VIDEOJUEGOS PARA EL APRENDIZAJE .....</b>	<b>20</b>
<b>5 PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS (MAT-MX) .....</b>	<b>22</b>
<b>5.1 Planeación .....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 Ejecución .....</b>	<b>27</b>
<b>5.3 Generación de habilidades .....</b>	<b>28</b>
<b>5.4 Evaluación .....</b>	<b>29</b>
<b>5.5 Acción.....</b>	<b>29</b>
<b>6 INTEGRACION DEL PROCESO MAT-MX EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS.....</b>	<b>31</b>
<b>6.1 DISEÑO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO.....</b>	<b>31</b>

6.2	EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS .....	35
6.2.1	Validación del GamExDAD .....	38
7	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO .....	41
8	BIBLIOGRAFÍA.....	42
9	ANEXOS.....	44

## ***Tabla de Ilustraciones***

Tabla 1.	Resumen de resultados del informe PISA 2000, PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009, PISA 2012 .....	5
Tabla 2.	Actividades por fase y su función como pre o pos condiciones. ....	30
Tabla 3.	Relación de reglas del método asiático y de Singapur contra las actividades del ciclo MAT-MX. ....	34
Tabla 4.	Valores de las Variables Observables de la Experiencia de los Jugadores .....	39

## ***Tabla de Figuras***

Figura 1.	MAT-MX, Ciclo del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje.....	26
-----------	---	----

## ***Agradecimientos***

*Agradezco a Dios por estar conmigo, por acompañarme y guiarme hasta este día, por ser mi esperanza, mi fortaleza, por darme vida, salud y permitirme permanecer perseverante y lleno de ánimo durante el trayecto y logro de este proyecto en mi vida.*

*Agradezco a mi esposa Nohemí Romero Sánchez por ser indispensable en mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, y sobre todo por su paciencia y su amor incondicional, Dios te Bendiga.*

*Agradezco a mis padres J. Guadalupe Belmontes Ortiz y Ma. Concepción Zacarías Hdez., por su apoyo incondicional, por ser mis ejemplos y mis modelos de vida, por todos los sacrificios que han realizado para sacarnos adelante a mí y a mis hermanos, los amo y los admiro, Dios los Bendiga.*

*A mis hermanos Norma Edith, Ruth y Gamaliel Belmontes Zacarías, gracias por el apoyo que me han brindado, porque sin ustedes no lo hubiera logrado, Dios los Bendiga.*

*Agradezco a mis compañeros de maestría, gracias por su compañerismo y trabajo en equipo, por su amistad gracias, Dios los Bendiga.*

*A mi director de reporte el Dr. Hugo H. Mitre, por su apoyo y dirección, porque sin reservas me extendió parte de su experiencia y conocimiento, porque más que un director en él tengo un buen amigo, gracias, Dios te Bendiga.*

*Al Dr. Cuahutémoc Lemus Olalde por su apoyo, ejemplo y amistad, mil gracias por haber creído en mí y en mis compañero, Dios le Bendiga.*

*Agradezco al Consejo Zacatecano de Ciencia y Tecnología (COZCYT), por el apoyo económico brindado mediante la beca de posgrado que sirvió como financiamiento para la realización de este trabajo.*

*Agradezco al Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) por el apoyo brindado durante el desarrollo de tesis, a todos los doctores y maestros que con dedicación y paciencia, me han permitido formarme de manera profesional.*

*Gracias a todas las personas que contribuyeron para la realización de este trabajo.*



CIMAT

CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

## **RESUMEN**

**Palabras clave — Videojuegos, Videojuegos Educativos, Enseñanza-Aprendizaje, Matemáticas, Serious-Games, ENLACE, PISA, Método Singapur, Game Design Document, Game Experiences Management.**

En este reporte se hace un análisis de los resultados actuales que México presenta en el nivel de educación básica para el área de matemáticas, situando su contexto en un marco nacional con la prueba de Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (*ENLACE*) elaborada por la Secretaría de Educación Pública (*SEP*) y un marco internación soportado con el informe del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (*PISA*) elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (*OCDE*) y en donde México ha ocupado durante los últimos 12 años el último lugar en la evaluación del área de matemáticas de este informe. Posteriormente, se analizan los métodos y buenas prácticas de las regiones que obtuvieron los mejores resultados en el informe PISA 2012 con el fin de extraer sus características para proponer un ciclo de proceso de enseñanza-aprendizaje (*MAT-MX*) y que este ciclo sea la base del diseño de un videojuego educativo que tenga por objetivo mejorar la competencia matemática y el tiempo de aprendizaje en el contexto de la situación educativa actual de México. Para el diseño del videojuego educativo se toman como guía las secciones de *GDD (Game Design Document)* y se agrupan las características de los métodos analizados dentro de la sección del *GDD* que mejor apliquen y al final se muestra cómo es posible evaluar mediante la herramienta *GemExDAD (Game Experience Driven Agile Development)* los resultados finales del diseño del videojuego educativo.

## ***ABSTRACT***

***Keywords — Video games, Educational video games, Teaching-Learning, Mathematics, Serious-Games, ENLACE, PISA, Singapore Method, Game Design Document, Game Experiences Management.***

An analysis is made of actual results that Mexico has at the level of basic education for the area of mathematics, is done by placing its context within a national framework to test National Assessment of Academic Achievement in Schools (ENLACE) developed by the Secretariat of Public Education (*SEP*) and a frame supported interned with the report of the International Program Student Assessment (*PISA*) developed by the Organization for Economic Co-operation and Development (*OECD*) and where Mexico has held for the past 12 years last in the area of mathematics assessment in this report. Subsequently, methods and best practices of the regions that performed best in the PISA 2012 report in order to extract their features to suggest a course of teaching-learning process (*Mat-MX*) are analyzed and this cycle is the design basis of an educational game that aims to improve the mathematical competence and learning time in the context of the current educational situation in Mexico. For the design of educational video game taken as a guide sections GDD (*Game Design Document*) and grouped the characteristics of the methods discussed in the GDD section that best apply, and finally shows how you can evaluate by GemExDAD (*Game Experience Driven Agile Development*) the final results of educational video game design.

## **1 INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial muchos investigadores y educadores están buscando las mejores maneras de integrar los avances en tecnología a los problemas reales, y así proveer bases y herramientas que tengan el objetivo de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se considera un camino para lograr este objetivo el uso de los videojuegos como herramienta de apoyo para el proceso de enseñanza-aprendizaje[1]. Los videojuegos están incrementando su importancia en la vida de las personas, y más aún en los jóvenes y niños, tanto así, que algunos hogares cuentan con consolas de videojuegos e incluso la mayoría de nosotros tenemos más de un videojuego instalado en nuestro celular o dispositivo móvil. Estos argumentos logran convencernos que los videojuegos más allá de tener fines lúdicos, pueden ser usados como una herramienta para proveer una autentica educación. También es cierto que esta área de investigación ha madurado significativamente en los años recientes y que han surgido importantes avances acerca del conocimiento de la complejidad de crear, diseñar y evaluar videojuegos educativos [1] [2] [3]. (A Study on Serious Game Technology Based on BCI for ADHD Treatment.)

Por otro lado, la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) en su Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (*Programme for International Student Assessment*, PISA, por sus siglas en inglés) durante los últimos 12 años, México ha ocupado los últimos lugares en las comparaciones de desempeño medio de los estudiantes en la escala de aptitud matemática [4], [5], [6], [7], [8]. En base a esto se identifica que México se encuentra en un gran problema ya que los resultados son perturbadores y si se continúa con el mismo proceso de

enseñanza-aprendizaje en el actual sistema educativo, a México le tomará más de 25 años tan solo alcanzar el promedio de aptitud matemática en el informe PISA en los países de la OCDE [9].

Contemplando que los videojuegos favorecen el aprendizaje [1] [10], y al diseñar estos con un buen método de enseñanza-aprendizaje, pueden ser considerados como una buena contribución al problema actual en México ya que su método actual de enseñanza -aprendizaje no genera que los alumnos se motiven e involucren en las actividades y clases de matemáticas, por el contrario, más del 75% de los alumnos mexicanos declara estar de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación “frecuentemente me preocupa que tendré dificultades en clases de matemáticas” [9]. Por tales razones es necesario estudiar métodos de aprendizaje en matemáticas de los países que obtuvieron los primeros lugares en el informe PISA y otros métodos en la literatura actual. En el presente reporte técnico se propone un nuevo método de aprendizaje en matemáticas y cómo gestionar este método, a través del diseño y desarrollo de los videojuegos.

## **2 SENTENCIA DEL PROBLEMA**

Cuando se habla de aprendizaje, se habla de destrezas, conocimientos y habilidades dentro de un proceso relacionado con la educación y el desarrollo personal, pensando en esto se pueden hacer algunas preguntas como ¿tienen los estudiantes la preparación adecuada para enfrentar por si mismos los retos del futuro?[11], ¿tienen la capacidad de aprender y continuar aprendiendo durante toda su vida?, ¿qué tan competitivos son dentro de su propio entorno y fuera de su entorno? En México, la Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE) es el instrumento de diagnóstico para evaluar el grado de preparación y aprendizaje que han alcanzado los estudiantes de nivel básico y nivel medio superior [12]. Es cierto que este esfuerzo proporciona información confiable y comparable, pero por definición de la misma prueba, esta es solo de carácter nacional [12] [13], es por esta razón que no proporciona datos acerca del grado de preparación que tienen los estudiantes mexicanos a nivel internacional. Es en este punto en donde el presente trabajo realiza análisis comparativos internacionales que pueden ampliar, enriquecer y aclara el panorama nacional, ya que estos análisis proveen un amplio contexto dentro del cual se puedan interpretar los resultados nacionales y también pueden mostrar cuáles son los ámbitos de fortaleza y debilidad para proponer mejoras, dar seguimiento y elevar el nivel educativo de los estudiantes mexicanos a escala internacional.

Como respuesta a la necesidad de comparar el grado educativo a nivel internacional la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) introdujo el Informe PISA, cuyo objetivo principal se concentra en proporcionar una base de elementos que contribuyan al desarrollo de cada país [4]. El programa PISA trata de responder a la pregunta ¿qué es importante que los ciudadanos sepan y sean capaces de hacer? [8] , y para responder esta pregunta se centra

en las áreas de matemáticas, lectura, ciencias y resolución de problemas[5] y así poder determinar si los estudiantes pueden reproducir lo que han aprendido y también determinar si los estudiantes pueden transferir sus conocimientos adquiridos desde el entorno educativo interno hacia un entorno externo. La OCDE comenzó el informe PISA evaluando a los países miembros de la OCDE, en el año 2000 el número total de países miembros de la OCDE era de 32 de los cuales participaron en el informe solo 28 países, posteriormente se han integrado a esta evaluación todos los países miembros de la OCDE así como países o regiones no miembros de la OCDE, es así como en el año 2012 la OCDE evaluó a los ya 34 países miembros y a otras 31 regiones o economías, dando un total de 65 los países o regiones evaluados. De algunos países socios sólo han sido evaluadas ciertas áreas geográficas concretas, de China se evaluó Sahngai, Hong Kong y Macao, de Venezuela se evaluó Miranda, de India se evaluó Tamil Nadu y Himachal Pradesh, y también se evaluó Dubái.

En la tabla 1 se puede ver los resultados del informe PISA en el área de matemáticas durante de los últimos 12 años, estos resultados dejan ver que México ha ocupado desde el año 2000 el último lugar de los países pertenecientes a la OCDE, lo cual refleja un alarmante síntoma de que el sistema educativo actual no está siendo efectivo ni está generando que la mayoría de los estudiantes obtengan un nivel educativo que pueda hacerlos competitivos a nivel mundial, prueba de esto, el informe PISA 2012 el 55% de los estudiantes mexicanos no alcanzó el nivel de competencias básicas en matemáticas [9]. Analizando el avance que México ha presentado en el informe PISA a lo largo de estos años, se observa que en el informe PISA del año 2000 el rendimiento de los estudiantes mexicanos fue de 387 puntos, cuando el promedio internacional se tenía en 493 puntos, con diferencia de 106 puntos respecto al promedio, en el año 2006 el rendimiento de los estudiantes mexicanos fue de 406 puntos cuando el promedio internacional fue de 492 puntos, teniendo una diferencia de 86 puntos, y para el informe PISA del año 2012 el

rendimiento de los estudiantes mexicanos fue de 413 puntos cuando el promedio del informe era de 494 puntos, con diferencia de 81 respecto al promedio. Estas diferencias del puntaje de los estudiantes mexicanos respecto al promedio de la OCDE, reflejan una mejora para México, pero a esta velocidad de mejora con el mismo método de aprendizaje, se proyecta que tomará al menos 25 años para que México pueda alcanzar los niveles promedio actuales de la OCDE en matemáticas[9].

PISA 2000		PISA 2003		PISA 2006		PISA 2009		PISA 2012	
País	Pts.								
<b>1 Japón</b>	<b>557</b>	1 Hong Kong-China	558	1 Chinese Taipei	549	1 Shanghai-China	600	1 Shanghai-China	613
<b>2 Corea</b>	<b>547</b>	<b>2 Japón</b>	<b>553</b>	<b>2 Finland</b>	<b>548</b>	2 Singapore	562	2 Singapore	573
<b>3 Nueva Zelanda</b>	<b>537</b>	<b>3 Corea</b>	<b>552</b>	3 Hong Kong-China	547	3 HongKong-China	555	3 HongKong-China	561
<b>4 Finlandia</b>	<b>536</b>	<b>4 Suiza</b>	<b>540</b>	<b>4 Korea</b>	<b>547</b>	<b>4 Korea</b>	<b>546</b>	4 Taipei-China	560
<b>5 Australia</b>	<b>533</b>	<b>5 Finlandia</b>	<b>539</b>	<b>5 Netherlands</b>	<b>530</b>	5 Chinese Taipei	543	<b>5 Korea</b>	<b>554</b>
<b>6 Canadá</b>	<b>533</b>	6 Liechtenstein	538	<b>6 Switzerland</b>	<b>531</b>	<b>6 Finland</b>	<b>541</b>	6 Macao-China	538
<b>7 Suiza</b>	<b>529</b>	<b>7 Bélgica</b>	<b>530</b>	<b>7 Canada</b>	<b>527</b>	7 Liechtenstein	536	<b>7 Japan</b>	<b>536</b>
... ..	...	... ..	...	... ..	...	... ..	...	... ..	...
<b>19 Estados Unidos</b>	<b>504</b>	<b>13 Noruega</b>	<b>483</b>	25 Poland	495	<b>38 RussianFederation</b>	<b>468</b>	<b>26 United Kingdom</b>	<b>494</b>
<i>OCDE average</i>	<i>493</i>	<i>OCDE average</i>	<i>483</i>	<i>OCDE average</i>	<i>493</i>	<i>OCDE average</i>	<i>468</i>	<i>OCDE average</i>	<i>494</i>
<b>20 Alemania</b>	<b>484</b>	<b>14 Hungría</b>	<b>479</b>	26 Slovak Republic	492	<b>39 Greece</b>	<b>466</b>	27 Iceland	493
... ..	...	... ..	...	... ..	...	... ..	...	... ..	...
<b>23 España</b>	<b>476</b>	<b>21 Grecia</b>	<b>437</b>	45 Romania	415	48 Romania	427	51 Chile	423
<b>24 Polonia</b>	<b>470</b>	22 Serbia	432	46 Bulgaria	413	49 Chile	421	52 Malaysia	421
25 Letonia	463	23 Tailandia	424	47 Chile	411	<b>50 Mexico<sup>4</sup></b>	<b>419</b>	<b>53 Mexico<sup>5</sup></b>	<b>413</b>
<b>26 Italia</b>	<b>457</b>	<b>24 Turquía</b>	<b>417</b>	<b>48 Mexico<sup>3</sup></b>	<b>406</b>	51 Thailand	419	54 Montenegro	410
<b>27 Portugal</b>	<b>454</b>	25 Uruguay	412	49 Montenegro	399	52 Trinidad y Tobago	414	55 Uruguay	409
<b>28 Grecia</b>	<b>447</b>	<b>26 México<sup>2</sup></b>	<b>382</b>	... ..	...	... ..	...	... ..	...
<b>29 Luxemburgo</b>	<b>446</b>	27 Indonesia	361	56 Tunisia	365	63 Peru	365	64 Qatar	376
<b>30 México<sup>1</sup></b>	<b>387</b>	28 Tunez	359	57 Qatar	318	64 Panama	360	65 Indonesia	375
31 Brasil	334	29 Brasil	350	58 Kyrgyzstan	311	65 Kyrgyzstan	331	66 Perú	368

**Países pertenecientes a la OCDE**

<sup>1</sup> Lugar 27 de 27 en países OCDE. <sup>2</sup> Lugar 29 de 29 en países OCDE. <sup>3</sup> Lugar 30 de 30 en países OCDE. <sup>4</sup> Lugar 34 de 34 en países OCDE. <sup>5</sup> Lugar 34 de 34 en países OCDE

**Tabla 1. Resumen de resultados del informe PISA 2000, PISA 2003, PISA 2006, PISA 2009, PISA 2012**

México tiene un gran desafío y si se quieren obtener mejores resultados, se necesita enfocar los esfuerzos en dos factores críticos de mejora, la *competencia matemática* y el *tiempo de aprendizaje*, es decir elevar el nivel de enseñanza-aprendizaje en matemáticas y reducir el tiempo de este aprendizaje; para ello se tiene que estudiar, aprender y aplicar otros métodos de enseñanza-aprendizaje que ya han demostrado buenos resultados en su aplicación, para extraer las prácticas que apoyen y mejoren el método de enseñanza actual mexicano, y atacar estos dos factores de mejora. Es por este desafío que se decidió estudiar los métodos de los países que durante los últimos años han arrojado los mejores resultados del informe PISA, para así poder obtener las características que puedan contribuir a mejorar método de enseñanza actual mexicano.

### ***3 REVISIÓN LITERARIA DE LOS MÉTODOS DE APRENDIZAJE***

En base a los datos del informe PISA 2012 se escogió el método y buenas prácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las dos regiones que se situaron en la parte alta de este informe con las mejores puntuaciones, para el primero se agrupan las regiones pertenecientes a Asia (Shangai-China, Hong Kong-China, Taipei-China, Korea, Macao-China y Japón) y se nombra como *Método Asiático*, para el segundo se toma al segundo lugar de la lista y se nombra como *Método Singapur*. Existen pocos estudios sobre los métodos de enseñanza de las matemáticas en diferentes culturas[14]. Para lograr el presente análisis, se revisó la literatura actual respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje y se obtuvieron las características de los métodos antes mencionados, posteriormente se estableció un marco de trabajo que contempla cuatro áreas principales para poder dividir y situar las características particulares de estos métodos generando mejor visibilidad y trazabilidad entre ambos métodos. Las áreas que conforman el marco de trabajo son: características del *método* de enseñanza, características del *mentor* dentro del método de enseñanza, características del *estudiante* en el método de enseñanza, y las características del *sistema educativo* que dan soporte al método.

#### ***3.1 Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en Asia***

En los resultados más recientes del informe PISA, los primeros lugares son ocupados por regiones evaluadas del continente Asiático, en su mayoría de China, es por esto que para hacer una propuesta de mejora en el método de educación en México, se analizan las principales características del método de enseñanza-aprendizaje en Asia.

## ***i. Método***

Un método es una serie de actividades a seguir y enfocadas para el logro de un objetivo, en este caso el objetivo es el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta área se describen las características que sirven como guía para el proceso de enseñanza-aprendizaje asiático.

- En Asia, la enseñanza en matemáticas es más lógica y con menor número de reglas básicas lo que produce que el estudiantes tenga un menor número de situaciones que pensar al resolver el problema [15].
- Una característica que utilizan comúnmente los maestros asiáticos en las clases de matemáticas consiste en hacer que los estudiantes sugieran el mayor número posible de soluciones al problema y luego hacer que el curso discuta ¿cuáles son mejores? y ¿por qué? [14], [16].
- En los salones de matemáticas asiáticos, los estudiantes participan activamente en las tareas de aprendizaje, ellos tienen oportunidad de pensar matemáticamente, mientras los maestros pueden aplicar sus propias estrategias de enseñanza para llevar a los estudiantes a crear pensamientos matemáticos [14].
- Se usan técnicas como: proporcionar tiempo a los estudiantes sin apresurarlos para resolver problemas durante la lección, proporcionar oportunidades para discutir acerca de soluciones y el uso de las matemáticas, pedir a los estudiantes respuestas largas y reflexivas, utilizar errores de los estudiantes como espacios de reflexión y discusión, y el uso de herramientas para la representación de las ideas matemáticas [14].
- Los libros de texto son un importante recurso que soporta el proceso de enseñanza y aprendizaje [17].

- Los libros de texto son publicados por Editoriales Comerciales y aunque las escuelas pueden seleccionar los libros de texto, el contenido de todos es básicamente el mismo [14].
- La práctica de presentar un concepto matemático en un número de maneras diferentes en las aulas de Asia es más común que en las aulas estadounidenses [14].
- Al transmitir una visión de las matemáticas, los maestros siempre ponen la autoridad, no en ellos, sino en los métodos. Hay múltiples maneras de resolver un solo problema y las resoluciones del problema deben ser evaluadas por el discurso matemático y argumento matemático [14].
- Vale la pena dar a los profesores un tiempo para revisión en conjunto, la retroalimentación constructiva, la exposición a la mejor enseñanza y la hora de profundizar en su conocimiento de lo que están enseñando [18].
- En Japón, se les piden a los estudiantes que compren un “juego de matemáticas”, que es una caja de materiales muy coloridos y bien diseñados con el fin de ilustrar y enseñar los conceptos matemáticos básicos [16].

## ***ii. Mentor***

En esta área se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje asiático que involucran actividades relacionadas con el mentor el cual puede ser el maestro, docente, instructor, padre o tutor y el rol que juega cualquiera de los anteriores dentro del proceso.

- Los profesores de Asia siempre dan comentarios, ideas e incluso las respuestas correctas a los estudiantes [14].
- En Shangai, los aspectos básicos para ser escuelas de alto rendimiento y lograr salir en los lugares más altos del informe PISA son: un profundo compromiso con la formación del profesorado, el aprendizaje entre iguales y el desarrollo profesional constante, una

profunda implicación de los padres en el aprendizaje de sus hijos, una insistencia por la dirección de la escuela en los más altos estándares y una cultura que premia la educación y respeta los maestros [18]

- En Hong Kong, la mayoría de los maestros de primaria no son titulados universitarios. Ellos están obligados a llevar un Certificado de Educación, un curso de tres o dos años a tiempo completo dependiendo del grado al que impartirán clases [14].
- En las aulas de China y Japón, el papel de los profesores es comúnmente el de un coordinador y casi nunca el de un juez [14].
- Los maestros asiáticos en comparación con los occidentales, más frecuentemente proporcionan experiencias de aprendizaje primero con operaciones concretas y después con conceptos abstractos [14].
- La calidad del pensamiento matemático depende no solo de cómo el profesor hace las preguntas, también de cómo el estudiante responde a las preguntas. Los maestros occidentales son menos propensos a utilizar cualquier técnica constructiva que facilite el pensamiento constructivo y comprensión de las matemáticas en los estudiantes en comparación de los maestros asiáticos [14].
- Los padres vienen a la escuela de tres a cinco veces por semestre para desarrollar conocimientos de informática y ayudar a sus hijos con la tarea y seguir las lecciones en línea. [18].
- Tratan de platicar durante la semana con los padres de cada estudiante para mantenerlos informados del progreso de sus hijos [18].

### ***iii. Estudiante***

En esta área se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje asiático que involucran actividades relacionadas con el papel que desempeñan los estudiantes para lograr el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Los estudiantes de Asia están mucho más involucrados en las tareas de matemáticas que son planteadas por el maestro en comparación a lo que se involucran los estudiantes occidentales [14].
- La frecuencia con que los estudiantes de Asia ofrecen sus ideas respecto a los temas que se están viendo en clase, es significativamente mayor que para los estudiantes occidentales [14].
- Los profesores de Asia son comúnmente involucrados en los procesos de autoevaluación de los estudiantes [14].
- Los estudiantes de Asia tienen más oportunidades que los occidentales al momento de producir, explicar y evaluar sus soluciones en la resolución de problemas matemáticos [14].

### ***iv. Sistema Educativo***

Existen algunas características del procesos de enseñanza-aprendizaje que están definidas para el funcionamiento del Sistema Educativo el cual se encarga de llevar el control de actividades tales como definir el perfil y formación del personal docente, tabuladores de ingreso del personal docente, características físicas de las escuelas, calendario escolar y jornadas laborales entre otras. En esta área se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje asiático que se relacionan con actividades que el Sistema Educativo de la región asiática ejecuta para lograr dicho proceso de enseñanza aprendizaje.

- En Shanagi hasta el periodo 1996-2000, se puso el énfasis en la formación del profesorado y en la mejora del grado de maestro de educación. Si no eran titulados, tuvieron que completar un grado y si ya tenían un grado, se les animó a estudiar una carrera superior. Al mismo tiempo, las ideas de los profesores y las habilidades de enseñanza debían ser renovadas y mejoradas [14].
- En China, la educación obligatoria y gratuita consta de 9 años, estos incluyen 6 años de escolaridad primaria y 3 años de educación secundaria [14].
- Las editoriales comerciales de los libros de texto tiene que seguir estrictamente los fundamentos y contenidos del plan de estudios que están listados en la curricular del Departamento de Educación (ED) para poder ser aprobados por el ED [14].
- En Shangai, hasta 1993 se tenían varios planes de estudio y varios libros de texto, pero desde ese año, se consolidó un solo plan de estudios y se revisa a fondo el contenido de los libros. Si no existiera un control centralizado, no habría forma de garantizar que los maestros supieran lo qué se les enseñó a los estudiantes en los cursos anteriores; además, con este sistema todos los estudiantes compartirían un fondo común de conocimientos y técnicas y no resultarían castigados cuando sus padres se trasladaran de un distrito escolar a otro [14], [16].
- La uniformidad total en todas las escuelas se logra proporcionando una serie única de textos para cada asignatura. En Taiwan, así como en China, el propio gobierno publica o revisa todos los textos de estudio que se utilizan en las escuelas, con lo cual se asegura que su contenido cumpla con el currículo estándar. [16].
- En China, con su enorme población, los gobiernos regionales pueden producir series de textos diferentes, de tal modo que los textos que se utilizan en Guangzhou (provincia China) no son necesariamente los mismos que se utilizan en Beijing (provincia China). Sin embargo,

el gobierno es responsable del contenido de los textos y todos los que se utilizan en el país deben abarcar básicamente las mismas materias [16].

- Infraestructura: En Asia, se cree que la infraestructura es solo un apoyo para la educación, mientras que en EU existe la impresión de que sólo se puede lograr un alto rendimiento académico cuando las escuelas son modernas y están bien equipadas [16].
- Los estudiantes asiáticos terminan el sexto grado tras haber permanecido en la escuela el equivalente a uno o dos años más que los estudiantes norteamericanos. En las escuelas asiáticas, la jornada escolar es más larga y cada año escolar tiene más días [16].
- La forma en que están organizados los cursos (la distribución del tiempo). Los escolares norteamericanos resultaron ser los que pasaban menos tiempo realizando actividades académicas o de provecho para el aprendizaje en tiempo destinado a clases: de un 70% del tiempo en el primer grado a un 65% en el quinto grado. En los estudiantes chinos, el porcentaje subía de un ya elevado 85% a una proporción incluso superior de 92%, y en el de los estudiantes japoneses, de 79% a 87% [16].

Revisando en los puntos anteriormente listados, se pueden ver las características principales que se encontraron en la literatura acerca del método asiático de enseñanza-aprendizaje de matemáticas y es importante recalcar los siguientes hallazgos. Este método promueve que los estudiantes produzcan, aporten, expliquen y evalúen sus ideas en la resolución de problemas matemáticos y logren involucrarse en las actividades de matemáticas formulando diferentes respuestas a una cuestión y estas respuestas sean discutidas por el grupo, así también, que el mentor se enfoque más en el método que en alguna otra cosa, siempre representando un concepto matemático de varias maneras diferentes motivando en los estudiantes respuesta largas y reflexivas asignando el tiempo suficiente para cada problema matemático dando siempre comentarios de las respuestas e incluso dando las respuestas correctas, y todo esto para asegurar

la comprensión del concepto con el fin de lograr que el estudiante genere sus propios pensamientos matemáticos, contando también con la participación de los padres para realizar seguimiento de lo aprendido. Así mismo, el plan de estudios y los libros de texto usados en instituciones tanto públicas como privadas requieren seguir estrictamente los fundamentos y contenidos del plan de estudios que esta listado en el Departamento de Educación de su Gobierno.

### ***3.2 Características del proceso de enseñanza-aprendizaje de matemáticas en Singapur***

Singapur obtuvo el segundo lugar en los resultados del informe PISA 2012 [8]. Pero fue en el año de 1992, cuando cambió el método de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en sus aulas, convencidos que era necesario que todos ellos, independiente de sus habilidades, aprendieran una mejor manera de pensar en matemáticas; estos esfuerzos dieron resultados tres años después cuando sus estudiantes alcanzaron los primeros lugares en pruebas internacionales [19].

#### ***i. Método***

Un método es una serie de actividades a seguir enfocadas para el logro de un objetivo, en este caso el objetivo es el proceso de enseñanza- aprendizaje en Singapur. En esta area se describen las características que sirven como guía para el proceso de enseñanza-aprendizaje en Singapur.

- Consta de 8 pasos Básicos: 1, Se lee el problema. 2, Se decide ¿de qué? o ¿de quién se habla? 3, Se dibuja una barra unidad (rectángulos). 4, Releer el problema frase por frase. 5, Ilustrar la barra con las cantidades que se exponen en el problema. 6, Se identifica la

pregunta principal del problema. 7, Se realizan las operaciones correspondientes. 8, Se escribe la respuesta con su respectiva unidad [20].

- Enfoque CPA (Concreto>Pictórico>Abstracto). Postula que los estudiantes en etapas tempranas suelen comprender más naturalmente los conceptos por medio de objetos concretos. CPA alude a la progresión desde lo concreto a lo pictórico (imágenes), para finalizar con lo abstracto (símbolos). "Por ejemplo, para impulsar la idea de una resta, conviene representarlo a través de un cambio, como podría ser agrupar globos y reventar algunos" [19].
- Variación de ejercicios de forma sistemática. Los estudiantes debieran resolver un número de actividades de manera sistemática. Los ejemplos no deben ser excesivos, sino suficientes para cubrir las posibilidades y sus variantes. "Se trata de una ejercitación constante, pero con variaciones graduales en la dificultad en donde los estudiantes no hacen lo mismo siempre, porque no se le enseñan procedimientos, sino que se le ayuda a tomar las mejores decisiones en ciertas circunstancias" [19].
- La gran fortaleza del método consiste en lograr que "a los estudiantes promedio les vaya muy bien y a los estudiantes que les va mal, logren un nivel suficiente como para desenvolverse bien", obedeciendo a un currículum que se enfoca en habilidades y resolución de problemas matemáticos, porque se trata de promover el pensamiento adecuado [19].
- El método da énfasis en lo visual, acorde a la característica del cerebro humano de ser extremadamente visual. Así, en clases, cualquier objeto concreto, como una pelota, hasta un diagrama sirve para iniciar la experiencia del aprendizaje [19].
- Un enfoque en la resolución de los problemas, más que en las fórmulas y teoría. Lo que se consigue con una disposición gráfica de los datos o el manejo de algunos objetos, llamados

material concreto, como apoyo a la comprensión, explicación y respuesta que se da al problema [20].

- Todo conocimiento nuevo está asentado en el anterior, lo que evita la formación de lagunas en la mente y como va de lo concreto a lo abstracto, lo que no es necesariamente una idea nueva, los estudiantes pueden volver una y otra vez a lo concreto si es que los conceptos no les quedaron tan claros [20].
- En la presentación de los contenidos se discute con el estudiante acerca del conocimiento previo que se supone el estudiante tendría que tener, y así lograr conectar lo que sabe con lo que se va a aprender. El objetivo de cada unidad está claro y se cierra al final de dicha unidad, lo que es importante para que los estudiantes no dejen lagunas de conocimiento [20].

## ***ii. Mentor***

En esta área se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje de Singapur que involucran actividades relacionadas con el mentor el cual puede ser el maestro, docente, instructor, padre o tutor y el rol que juega cualquiera de los anteriores dentro del proceso.

- El profesor tiene el conocimiento de lo que está enseñando, y si no lo aprendió antes, lo puede hacer a través del libro, ya que los libros tiene una consistencia a lo largo de todo el texto [20].
- El Mentor es un orientador, un provocador y un conductor [17].
- El objetivo del mentor que el estudiante sea autónomo y libre para resolver los problemas, y no les da la solución del problema al instante.

## ***iii. Estudiante***

En esta área se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje de Singapur que involucran actividades relacionadas con el papel que desempeñan los estudiantes para lograr el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Mediante el uso del método Singapur los estudiantes de nivel promedio logran tener un muy buen nivel, mientras que los estudiantes que tiene un mal nivel, logren un nivel suficiente como para desenvolverse bien [19].
- El estudiante tiene varias oportunidades de aprender algo, pero sin repetición. Este enfoque busca el aprendizaje gradual de conceptos, y en el momento que el estudiante esté cognitivamente preparado. "Siempre debe haber algo nuevo, donde los contenidos se vayan retomando, pero cada vez con distintos grados de avance" [19].
- Los estudiantes aprenden conceptos matemáticos de una manera sencilla, a través de sus experiencias y captando su atención a través de elementos visuales y manipulativos. Los estudiantes intentan resolver sus propios problemas mediante algunas preguntas que el profesor les formula [17].
- El estudiante tiene una participación activa, ya que se está acostumbrado a que solo el profesor sea el protagonista del proceso de enseñanza-aprendizaje en dónde los estudiantes se limitan a escuchar al profesor y a realizar una serie de actividades sin que ellos interactúen con la materia [17].

#### ***iv. Sistema Educativo***

Existen algunas características del procesos de enseñanza-aprendizaje que están definidas para el funcionamiento del Sistema Educativo el cual se encarga de llevar el control de actividades tales como definir el perfil y formación del personal docente, tabuladores de ingreso del personal docente, características físicas de las escuelas, calendario escolar y jornadas laborales entre otras.

En esta sección se describen las características del proceso de enseñanza-aprendizaje de Singapur que se relacionan con actividades que el Sistema Educativo de la región ejecuta para lograr dicho proceso de enseñanza aprendizaje.

- El 95% de los estudiantes en Singapur utiliza el “Método Singapur” y los libros “My Pals Are Here” [20].
- Trata de integrar la manipulación de elementos visuales en la etapa donde el estudiante van conociendo su entorno investigando y tocando todo aquello que encuentren por su paso. según Piaget (1979), se encuentra en la fase pre-operatoria (de 2 a 7 años). [21].

Este país cuenta con un método bien definido de enseñanza de matemáticas el cual se enfoca en la resolución de problemas más que en las fórmulas y teoría, esto lo consigue con una disposición gráfica de los datos y lo acompaña con el manejo de algunos objetos como apoyo a la comprensión, explicación y respuesta que se da al problema. En este método todo conocimiento nuevo está asentado en el anterior lo que evita la formación de lagunas en la mente [20]. Los libros de texto oficiales para implementar este método se llaman My Pals are Here (MPaH) [22], [23]. En el habla hispana el país de Chile es pionero al realizar un esfuerzo por mejorar su método de enseñanza de matemáticas implementando en los planes de estudio de su educación básica el Método Singapur, este país realizó una traducción al español de los libros de texto originales de MPaH, esta traducción tiene como nombre Pienso sin Límites (Psl) [20]. Con respecto a este método de enseñanza-aprendizaje en matemáticas, en los puntos listados se puede observar que las características principales muestran un método bien definido y limitado, que consta de 8 pasos para que el estudiante resuelva los problemas, en donde todo conocimiento nuevo está asentado en el anterior, evitando lagunas de conocimiento en la mente. El método se centra en asegurar

que la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas tome muy en cuenta el pensamiento, la comprensión del concepto y la resolución de problemas matemáticos logrando ser completo e interesante ya que no solo se enseña desde una pizarra ni a partir de simples números sino que los estudiantes a través de sus experiencias aprenden los conceptos matemáticos por medio de elementos visuales y manipulativos. Se identifica la necesidad de que los estudiantes sean capaces de resolver sus propios problemas a través de algunas preguntas que el profesor les formula, siendo el profesor solo un orientador, un provocador y un conductor, no el protagonista del conocimiento a transmitir.

## 4 VIDEOJUEGOS PARA EL APRENDIZAJE

En la actualidad los videojuegos (VJ) no sólo representan una manera común de esparcimiento y ocio ya que debido a su rápida evolución, creciente aceptación y uso generalizado, han logrado traspasar límites sociales y culturales, esto ha generado una oleada de investigaciones de distintas áreas de conocimiento como lo son el área médica, sociología, psicología y educativa entre otras, para entender de qué manera influye en uso de VJ en el comportamiento de la sociedad [24]; al mismo tiempo se buscan las mejores maneras de integrar los avances en tecnología a los problemas del mundo real, para generar bases y herramientas y mejorar el aprendizaje [1] [10]. Desde una perspectiva educativa el uso de los VJ como excelentes herramientas educativas destaca algunos beneficios como la *mejora en rendimiento escolar* ya que algunos estudios e informes [25] [26] [27] los estudiantes que utilizaron VJ incrementaron su capacidad de comprensión lectora, *habilidades cognitivas* ya que los VJ proponen ambientes de aprendizaje basados en el descubrimiento y en la creatividad, *la motivación* puesto que los VJ suponen un estímulo para los niños, lo que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje aumentando considerablemente la asistencia a clase y la *atención y concentración* ya que los VJ logran la resolución de problemas concretos mediante su naturaleza lúdica [27].

En base a lo anterior es razonable decir que el uso de VJ educativos apoyan sustancialmente la tarea de enseñanza-aprendizaje y aunque existen diversos VJ cuyo objetivo es el proceso de enseñanza-aprendizaje de forma lúdica, estas propuestas no terminan de satisfacer las expectativas de ocio-diversión de los estudiantes ya que no existe un nivel adecuado de juego y entretenimiento y los estudiantes pierden la motivación asociada al ocio y a la diversión [25], esto es porque una de las dificultades marcadas durante el diseño de los VJ es la de lograr balancear de



CIMAT

CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

forma adecuada la diversión y la enseñanza-aprendizaje, teniendo que considerar el diseño de los niveles, su dificultad y combinarlos con las especificaciones de método de enseñanza-aprendizaje [28], por esto la necesidad de diseñar de manera correcta un VJ enfocado a la educación que al mismo tiempo le dé la importancia correcta y conjugue un buen diseño de cada elemento del VJ.

## **5 PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS (MAT-MX)**

Después de analizar los métodos asiático y de Singapur para la enseñanza de matemáticas y mostrar las características principales de cada uno, se realizó un proceso de separación, selección y conjunción para generar una división de reglas que puedan aplicarse como base para el diseño de un videojuego educativo contextualizado a la situación actual de México y separando lo que no se considera que pueda aplicar para el diseño de este videojuego.

R01 - El proceso de enseñanza-aprendizaje se basará en un método y un plan de estudios definido y autorizado por la autoridad competente, este plan de estudio servirá de guía para el desarrollo de todo el programa escolar.

R02 - El objetivo de cada unidad de enseñanza-aprendizaje será claro y se tendrá que cumplir con este objetivo al final de dicha unidad.

R03 - Todo conocimiento nuevo estará asentado en el anterior, el aprendizaje será gradual, siempre deberá de haber algo nuevo donde los contenidos anteriores se vayan retomando, pero cada vez con distintos grados de avance. (ej. Primero figuras en 2 dimensiones, después en 3 dimensiones).

R04 - El método definido para el proceso de enseñanza-aprendizaje se enfocará en lograr que los estudiantes generen y sugieran el mayor número posible de soluciones a un problema

para posteriormente lograr que ellos discutan las mejores soluciones para un mismo problema, argumentando el ¿por qué? de cada una.

R05 - El instructor seguirá el enfoque CPA para enseñar conceptos y conocimiento matemático en los ejercicios.

- Concreto (cubos, líneas, barras)
- Pictórico (dibujos, figuras, colores, globos, globos reventados)
- Abstracto (números, símbolos matemáticos)

R06 - Los ejemplos para entender un concepto matemático serán suficientes sin llegar a ser excesivos, para cubrir las posibles respuestas y las variantes del problema presentado, logrando que el estudiante tenga varias oportunidades de aprender un concepto matemático de la clase (ej. La suma esta con los conceptos “parte-todo” y “agregar”).

R07 - Para los ejercicios, se usarán materiales o elementos bien diseñados (sencillos, visuales, manipulables y coloridos) para ilustrar y enseñar los conceptos matemáticos básicos.

R08 - El estudiante seguirá los siguientes 8 pasos del para la resolución de los ejercicios.

- i. Se lee el problema.
- ii. Se decide de qué o de quién se habla.
- iii. Se dibuja una barra de unidad (un rectángulo).
- iv. Releer el problema frase por frase.
- v. Ilustrar la barra con las cantidades que se exponen en el problema.
- vi. Se identifica la pregunta.
- vii. Se realizan las operaciones correspondientes.
- viii. Se escribe la respuesta con su respectiva unidad.

R09 - El objetivo del instructor será lograr que el estudiante sea autónomo y libre para resolver los problemas, no le dará la solución del problema al instante.

R10 - El instructor siempre dará comentarios, ideas e incluso las respuestas correctas a los estudiantes, siempre intentando generar en el estudiante el pensamiento matemático.

R11 - Durante las evaluaciones, el instructor aplicará retroalimentación constructiva, la cual tiene como objetivo motivación en el estudiante para que intente sugerir posibles soluciones al problema presentado y así seguir aprendiendo.

R12 - Se tendrá un proceso de autoevaluación, en donde el estudiante podrá calificar mediante unas preguntas simples, como es que considera su propio desempeño y servirá al instructor para generar certeza de que el estudiante sigue los pasos definidos por el método (ej. "Entiendo de qué trata el problema", "Reconozco los datos del problema", "Identifico cómo se representa un problema").

R13 - El trabajo en casa será supervisado por el padre o tutor y este subproceso seguirá siendo guiado por el método definido, logrando así que el tiempo que el estudiante invierte el proceso de enseñanza-aprendizaje sea mayor, no limitándose a la jornada escolar ya establecida.

R14 - El instructor solo será un orientador, un provocador y un conductor, mientras que el estudiante será un participante y solucionador activo, resolviendo por sí mismo los problemas, solo con guía y ayuda del mentor.

La figura 1 es una propuesta del ciclo del proceso de enseñanza-aprendizaje que se define con el nombre de MAT-MX. MAT-MX involucra las actividades y buenas prácticas que se consideran importantes para poder implementar el método de enseñanza-aprendizaje asiático



CIMAT

CENTRO DE  
INVESTIGACIÓN EN  
MATEMÁTICAS, A.C.

como método de enseñanza-aprendizaje Singapur dentro de las condiciones actuales de la enseñanza en México. Para desarrollar este diagrama se asume que en el grado de primaria existe

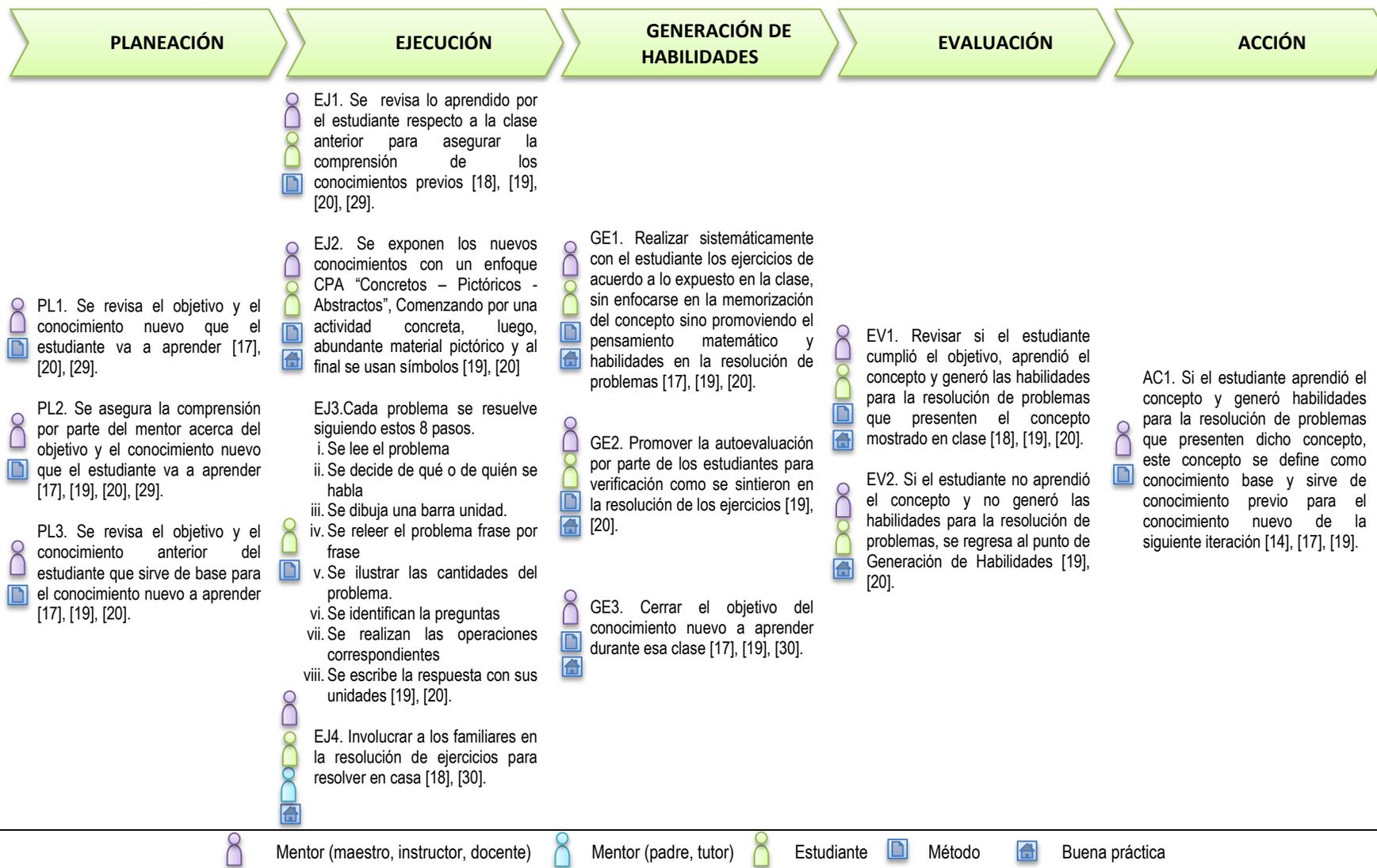


Figura 1. MAT-MX, Ciclo del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje

una división del plan de estudios, esta división contempla un curso de seis años, mismos que a su vez están divididos en 2 semestres para cada año y cada semestre se conforma de capítulos, integrando cada capítulo por subcapítulos, y cada subcapítulo se divide en objetivo y conceptos del aprendizaje nuevo a aprender. En el diagrama se muestran las tareas que componen el ciclo del proceso de enseñanza-aprendizaje, tareas que a su vez se conforman de actividades o de buenas prácticas del método asiático como del el método Singapur. A continuación se muestran las actividades del ciclo y se describen las actividades y buenas prácticas que conforman cada actividad.

### ***5.1 Planeación***

Esta fase tiene como propósito que el mentor delimite el conocimiento nuevo que el alumno tiene que aprender durante la siguiente sesión, así como la preparación del material de apoyo para que los estudiantes comprendan el concepto. Se compone de tres actividades que son previas a cada sesión y en las que el método asiático y el método Singapur coinciden. En la primer actividad es necesario que el mentor revise el plan de estudios, el cual indica el objetivo y el conocimiento nuevo que el estudiante va a aprender durante la sesión que se está preparando, después, corresponde al mismo mentor asegurarse que comprende tanto el objetivo y como el conocimiento nuevo que el estudiante va a aprender, de lo contrario el mentor tiene que apoyarse del libro de texto que usa como guía o de otros materiales para adquirir dicho conocimiento. Para terminar, el mentor tiene que revisar el objetivo y conocimiento de la sesión previa y asegurarse que es lo que la sesión que se está preparando tiene definido como conocimiento previo.

### ***5.2 Ejecución***

Esta fase tiene como objetivo la ejecución de la sesión en la cual se debe mostrar a el concepto del conocimiento nuevo a aprender y en donde se en marcha lo planeado durante la fase de *planeación*. Se compone de cuatro actividades y buenas prácticas las cuales se llevan a cabo durante las sesiones. La

primera actividad extraída del método Singapur indica que el mentor tiene que revisar lo aprendido por el estudiante respecto a la clase anterior mediante un repaso y algunas preguntas a los estudiantes, esto, para asegurar la comprensión de los conocimientos previos. Como segunda actividad es necesario que el mentor exponga los nuevos conocimientos hacia los estudiantes, pero como lo indica el método Singapur mediante un enfoque CPA (Concretos, Pictórico, y Abstracto) comenzando por una actividad concreta, después con abundante material pictórico y al final se usan símbolos. Como tercera actividad, el mentor tiene que aplicar a los estudiantes una serie de ejercicios respecto al objetivo y los conocimientos nuevos, dichos ejercicios tiene que ser diferentes entre sí y suficientes para lograr que el estudiante comprenda el concepto y pueda generar soluciones a problemáticas con la misma temática, los ejercicios tendrán que ser aplicados de acuerdo al método Singapur el cual marca 8 pasos para lograr que el estudiante genere el pensamiento matemático necesario para lograr razonar los problemas y pensar en múltiples soluciones para una misma problemática. Adicionalmente y como buena práctica del método asiático, se involucra directamente a los padres y se les asigna el rol de mentores durante la resolución de ejercicios para resolver en casa, y estos ejercicios que son la tarea, tienen que seguir la misma mecánica que se siguió en la sesión.

### ***5.3 Generación de habilidades***

El objetivo de esta fase es de gran importancia para el ciclo, ya que tiene como objetivo lograr en los estudiantes las habilidades necesarias para que ellos generen soluciones a cualquier problema presentado. Esta fase se compone de tres actividades y buenas prácticas las cuales se realizan para generar el pensamiento matemático en el estudiante. La primera actividad como lo marca el método Singapur, consiste en realizar sistemáticamente con el estudiante varios ejercicios de acuerdo a lo expuesto en la clase, sin enfocarse en la memorización del concepto, más bien, promoviendo el pensamiento matemático y habilidades en la resolución de problemas. Como segunda actividad, se marca la necesidad de generar en el estudiante la autoevaluación, esto, para verificar como el estudiante se

sintió durante la clase y el proceso de enseñanza aprendizaje que acaban de vivir. Por último, el docente tiene la obligación de asegurar el cumplimiento del objetivo del conocimiento nuevo a aprender durante esa sesión.

#### ***5.4 Evaluación***

El objetivo de esta fase es lograr que el mentor obtenga una evolución respecto a si el estudiante logro comprender el método y si generó en el las habilidades para aplicar el método en los problemas presentados. Se compone de dos actividades y buenas prácticas las cuales tiene como meta establecer si el estudiante adquirió las habilidades matemáticas que eran necesarias para esa sesión. Durante la primera actividad, el mentor tiene la obligación de revisar mediante la observación, cuestionamientos u otras actividades, si se logró el cumplimiento del objetivo y revisar si el estudiante aprendió el concepto, generando las habilidades para la resolución de problemas, de lo contrario, si el estudiante no genero las habilidades correctas, es necesario que el mentor regrese a la tarea de Generación de Habilidades para cumplir con el objetivo de la sesión.

#### ***5.5 Acción***

Esta fase se compone de una actividad y cierra el ciclo del proceso de enseñanza-aprendizaje propuesto. El objetivo es definir si es necesario volver a mostrar el concepto del conocimiento nuevo o de lo contrario definir si es posible continuar con la siguiente iteración del proceso. La actividad de esta actividad depende de si el estudiante aprendió el concepto y generó habilidades para la resolución de problemas, en este caso, el concepto recién aprendido y las habilidades del estudiante se definen como conocimiento base y sirve de conocimiento previo para el conocimiento nuevo de la siguiente iteración del ciclo.

Basado en la idea de que un patrón de producto tiene que satisfacer precondiciones para poder ser ejecutado en donde un patrón puede ser la instancia de una práctica o actividad de un modelo de proceso

[31], se genera la tabla 2 para mostrar las actividades de cada fase y las reglas que funcionan como pre o post condiciones.

		ACTIVIDADES												
		PL1	PL2	PL3	EJ1	EJ2	EJ3	EJ4	GE1	GE2	GE3	EV1	EV2	AC1
REGLAS	R01	PRE		PRE	PRE						PRE	PRE	PRE	PRE
	R02	PRE	PRE	PRE							POST	POST	PRE	PRE
	R03	POST		POST	POST						POST	POST	POST	POST
	R04					POST	PRE		PRE					
	R05					PRE	PRE							
	R06		POST			PRE		PRE	PRE	PRE				
	R07		POST			PRE		PRE	PRE	PRE				
	R08							PRE	PRE	PRE				
	R09						POST		POST					
	R10		POST				PRE		POST					
	R11										POST		PRE	
	R12									POST				
	R13							POST						
	R14							POST						

Tabla 2. Actividades por fase y su función como pre o pos condiciones.

## **6 INTEGRACION DEL PROCESO MAT-MX EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE VIDEOJUEGOS EDUCATIVOS**

En esta sección se discute acerca de la importancia del diseño de los VJ, describiendo una propuesta de Documento del Diseño del VJ (GDD, *Game Design Document*) enfocada a la creación de VJ con fines lúdicos, y posteriormente, se muestran las adecuaciones y mejoras del GDD para enfocarlo al área de enseñanza-aprendizaje, y por último se presenta una propuesta de Gestión de las Experiencias del VJ (GemExDAD, *Game Experience Driven Agile Development*) la cual se adecua para evaluar los objetivos del diseño del VJ.

El uso de un VJ (videojuego) puede ser una buena herramienta pedagógica si se tienen en cuenta los factores que afectan directamente al jugador, estos factores son la *motivación, atención, concentración y emoción*, y deben potenciarse durante el diseño del VJ para hacer el proceso de aprendizaje lo más efectivo posible. El diseño del VJ juega un papel fundamental en el desarrollo y producción dentro del ciclo de vida de un VJ, este ciclo de vida contempla tres etapas principales, la preproducción, en donde se genera el GDD, la producción, en donde se diseña, desarrolla y valida el VJ, y postproducción en donde el VJ se distribuye y monitorea[3].

### **6.1 DISEÑO DE UN VIDEOJUEGO EDUCATIVO**

La propuesta del diseño de un videojuego educativo se basa en un GDD que contempla la perspectiva de la Ingeniería de Software, este GDD involucra las principales secciones y estructuras encontradas en la literatura proponiendo además una mejora con características y buenas prácticas de una Especificación de Requerimientos de Software (SRS, *Software Requirements Specification*) enfocado al diseño de un VJ [3]. Este GDD propone las siguientes secciones:

*Información General (resumen):* Esta sección resume los elementos clave, las metas y objetivos del VJ para mantenerlos con claridad durante todo el ciclo de vida. También contempla una lista de todas las referencias a otros documentos relevantes para el ciclo de vida del VJ y la inclusión de definiciones, abreviaturas y siglas usadas dentro del documento.

*Mecánica:* Esta sección invita a describir los elementos del juego, como personajes u objetos y las posibles interacciones entre estos elementos, sugiriendo una clasificarlos en categorías para poder especificar atributos generales y comportamientos que comparte los elementos de cada categoría.

*Dinámicas:* Esta sección se refiere a las interacciones de juego y propone describir como los elementos del juego interactúan entre ellos y el jugador, tales como respuesta, jerarquía funcional y modo del sistema, en base al perfil del jugador. Aquí se describen situaciones como retos, motivaciones y recompensas, con el fin de construir escenarios o niveles para el videojuego.

*Estética:* Lo que en videojuego quiere expresar y que el jugador percibe por sus sentidos visual y el auditivo.

*Restricciones:* Se divide en técnicas y de negocio. Las técnicas son limitaciones que se derivan de la propia tecnología de desarrollo o de ejecución, mientras que las negociación hacen referencia a los objetivos de desarrollar el videojuego.

*Experiencias:* En esta sección se definen las sensaciones que se pretenden sean experimentadas mediante los sentidos y grabadas en la memoria del jugador, ya que la creación de experiencias agradables para el jugador es fundamental para el éxito del VJ, proponiendo integrar atributos de calidad.

*Supuestos:* Esta sección promueve la descripción de diferentes suposiciones con las cuales se va a desarrollar el VJ.

Esta propuesta para el diseño de un VJ educativo arranca con la idea de que el principal objetivo del estudiante tiene que ser el jugar y divertirse pero intrínsecamente es necesario que los conocimientos de alguna materia en particular, en este caso matemáticas, tienen que ser adquiridos de forma permanente por el estudiante a través de jugar el VJ, y para lograr esto es necesario incorporar relaciones predeterminadas al GDD descrito anteriormente, específicamente en la sección de dinámicas, para la parte de retos y recompensas.

**Retos:** Un video VJ para la enseñanza tiene que estar directamente relacionado a una metodología de enseñanza-aprendizaje propia de una materia en específico, por lo que cada objetivo de aprendizaje de la metodología seleccionada se tiene que relacionar y apegar directamente retos de los VJ.

**Recompensas:** Esta parte del diseño del VJ tiene que generar en el estudiante una mejora en el tiempo de aprendizaje sin perder la calidad del aprendizaje; esto tiene que ver con lo que el estudiante en su rol de jugador va a ganar mientras resuelve el reto y al momento de resolverlo. Es decir, mientras mejor y más rápido se resuelva el reto se obtendrán mejores recompensas y el estudiante obtendrá enseñanza de calidad en un tiempo menor.

**Motivaciones:** Las motivaciones no son una parte de las dinámicas y se propone sean agregadas y tomadas en cuenta en el diseño de un VJ para la enseñanza, para evaluar qué tipo de experiencias que en VJ pueda generar, son las más adecuadas para que el estudiante en su rol de jugador aprenda antes de un reto, durante el reto y después del reto.

La tabla 3 muestra la relación que tiene de cada una de las reglas obtenidas del análisis del método asiático y método Singapur en la enseñanza de matemáticas, contra las fases de GDD. Esta relación se realiza pensando en el desarrollo de un GDD con fines educativos.

Secciones de GDD

		Resumen	Mecánicas	Dinámicas	Estéticas	Rest. téc.	Rest. de neg.	Asunciones
Reglas	R01			•			•	
	R02			•			•	
	R03			•			•	
	R04			•				
	R05		•	•				
	R06			•			•	
	R07		•			•		
	R08			•			•	
	R09						•	
	R10			•				
	R11			•			•	
	R12						•	
	R13						•	
	R14			•				

Tabla 3. Relación de reglas del método asiático y de Singapur contra las actividades del ciclo MAT-MX.

Como se puede observar, para tomar en cuenta estas reglas dentro del diseño del videojuego educativo se marca una fuerte relación hacia las sección *dinámicas* y la sección de *restricciones de negocio* y un poco hacia las secciones de *mecánicas*, *estéticas* y *restricciones técnicas*. La R01, la R02 y la R03 se marcan como restricciones de negocio, ya que hacen referencia desarrollar el diseño del videojuego educativo basado en un plan de estudios definido y esto afecta directamente el objetivo de negocio que es mejorarla competencia matemática y el tiempo de aprendizaje, así también se marcan como dinámicas ya que este mismo plan de estudios sigue el proceso de enseñanza-aprendizaje en una secuencia específica con objetivos claros y específicos. La R04 se marca como dinámica por que se tiene que especificar las múltiples soluciones a un solo reto o problema y en esta sección es la correcta para estas definiciones. La R05 se marca como mecánica ya que se hace referencia a la definición de objetos o elementos del juego, sus características y cómo interactúan entre ellos, y esta regla también se relaciona con la sección de dinámicas por que el enfoque CPA sigue un orden específico que establece el modo de enseñanza de un concepto. La R06 se

relaciona con la sección de dinámica y la sección de restricciones de negocio ya que se tiene que referir que de acuerdo al método, el estudiante tiene varias oportunidades de repasar un concepto. La R07 tiene su relaciones con las secciones de mecánicas y estéticas, puesto que esta regla hace referencia al uso de materiales o elementos bien diseñados, sencillos, visuales, manipulables y coloridos para ilustrar y enseñar los conceptos matemáticos, y dichas definiciones se realizan en las secciones mencionadas, resaltando que en la sección de estéticas se tiene que definir qué es lo que se requiere que el estudiante perciba con estos elementos. La R08 se marca como dinámica ya que se tiene un orden específico y limitado de pasos para la resolución de problemas y también se marca como restricción de negocio ya que estos pasos son definidos por el método usado. La R09 se identifica como una restricción de negocio ya que es una inclinación marcada hacia como el diseño del videojuego tiene que realizarse pensando generar en el estudiante la autonomía y libertad para resolver los problemas. La R10 se relaciona con la sección de dinámicas ya se tiene que diseñar pensando en definir en los comentarios, ideas y respuesta para cada reto que representa un objetivo del videojuego. La R11 se marca como dinámica y como restricción de negocio ya que por regla se requiere de una evaluación del desempeño del jugador dependiendo del reto específico. La R12 se referencia a una restricción de negocio ya que como parte del método es necesaria la autoevaluación del estudiante durante al final de cada unidad del programa escolar. La R13 se relaciona principalmente con una restricción técnica ya que para el diseño de un videojuego educativo, es necesario dar algún tipo de accesibilidad a los retos o conceptos para fuera del salón de clases. La R14 se marca como una dinámica ya que se tiene que diseñar el videojuego pensando en enseñar a generar un pensamiento matemático en el jugador o estudiante y el juego solo será un orientador, un provocador, un conductor o una guía de conocimiento.

## ***6.2 EVALUACIÓN DE LAS EXPERIENCIAS***

Los VJ siempre tienen un propósito, ganar dinero, transmitir una idea, entrenar, educar o resolver un problema. Este propósito tiene que ser transformado en objetivos que necesitan ser evaluados y en algún

momento tiene que ser garantizados. Es importante definir tanto los conocimientos que se pretenden sean aprendidos por el estudiante, así como definir las correctas experiencias de usuario (UX, User eXperiences) que el VJ tiene que generar en el estudiante. La experiencia de usuario puede ser definida como [32]:

*“la percepción de una persona y las respuestas que resultan de la utilización y el uso previsto de un producto, sistema o producto”.*

Para poder evaluar el diseño del VJ enfocado a la enseñanza-aprendizaje se tienen que integrar las reglas del proceso de enseñanza-aprendizaje MAT-MX con el diseño de las mecánicas y dinámicas del juego, esta integración se debe reflejar claramente dentro del GDD. A su vez las experiencias del usuario final o estudiante deben fomentar la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje MAT-MX. Actualmente existen varias herramientas para evaluar estas experiencias del usuario en los videojuegos, pero se propone usar la herramienta GemExDad (*Game Experience Driven Agile Development*) ya que motiva a utilizar los objetivo del juego para definir la UX deseada desde el inicio del desarrollo del videojuego lo cual se alinea con los objetivos a alcanzar del MAT-MX. Otro aspecto a resaltar del GEM es que permite el rastreo de los elementos que se pretende brinden la experiencia deseada directamente al GDD, lo cual ayuda a tener trazabilidad de la experiencia deseada desde el diseño de los elementos del juego que se pretende la brinden. Finalmente, se toma en cuenta que el uso del GEM ya fue validado por un equipo de investigación del Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT) y los resultados obtenidos, reflejan que se logra una buena evaluación de las UX con la herramienta GEM.

*Identificar los **controladores** del diseño del VJ.* Esta primera actividad está enfocada en encontrar los controladores que deben guiar el diseño del VJ. Los controladores de diseño del juego son propiedades de alto nivel que el juego debe tener a fin de generar la experiencia planeada y esperada. El primer paso es tener en cuenta la forma de presentar e introducir el concepto del VJ, así como la motivación de realizar el VJ. El segundo paso se basa en elaborar una presentación general y se presentan los temas principales como los

objetivos del juego, el concepto del juego, el público al que va dirigido, las características del juego (número de jugadores, el género, las plataformas al que va dirigido, tema del juego, entre otros), las limitaciones iniciales, el núcleo del juego. La información recopilada es una lista inicial de posibles controladores de diseño de VJ. El tercer paso es generar una lista con los controladores del diseño, los cuales serán votados para obtener los más relevantes. La lista final de controladores puede ser relacionada en la evaluación de la UX.

*Crear **directrices** del diseño del VJ.* Una directriz es una descripción de cómo los elementos del juego deben de ser creados con el fin de lograr la experiencia prevista y establecida en los *controladores* de diseño del VJ. Una directriz es similar a una heurística, pero es creada por las personas involucradas específicamente en el VJ que se creará. Esta actividad comprende las siguientes etapas. 1) Utilizar una lluvia de ideas para definir directrices para cada conductor en el diseño del juego. 2) Consolidar directrices fusionando similares y eliminando directrices que puedan entrar en conflicto. 3) Dar prioridad a directrices. 4) Identificar las relaciones entre las directrices y elementos de juego, asociando directrices a los elementos del juego.

***Validar** las directrices del diseño del VJ.* Siempre que un elemento de juego es terminado, la etapa de validación se ejecuta con el fin de verificar el cumplimiento de las directrices asociadas a dicho elemento.

*Generar **Casos de Prueba**.* Esta actividad consta de los siguientes pasos. 1) Enfocarse en los casos de prueba mediante la evaluación de las directrices con el propósito de cumplir sus objetivos, 2) Enfocarse en los casos de prueba evaluando si se logran las propiedades del juego que se describe en los controladores, 3) Enfocarse en los casos de prueba mediante la evaluación de la UX global generada por el VJ. Cabe señalar que estos casos de prueba no están ideados para encontrar errores de juego más bien para asegurar el cumplimiento de los objetivos.

**Ejecutar los Casos de Prueba.** Esta actividad consiste en ejecutar los Casos de Prueba creados anteriormente, y se podrían aplicar cuestionarios a un grupo de específico que sólo juega algunas secciones del juego; o dejar que el juego recoger algunas métricas.

### **6.2.1 Validación del GamExDAD**

La validación de la propuesta GemExDAD se realizó mediante un caso de estudio el cual tiene como objetivos el medir si esta propuesta puede reducir el retrabajo durante el desarrollo de un videojuego, y medir si la propuesta puede mejorar la experiencia de usuario que el videojuego genera, esta última es la que se considera relevante para el presente documento. En el caso de estudio se mide la experiencia de usuario mediante el establecimiento de la experiencia deseada al inicio del desarrollo del videojuego y rastreando cada elemento de este videojuego.

Para el caso de estudio se crearon dos equipos, el primer equipo conformado por los desarrolladores encargados de crear el videojuego y de recoger las métricas de productividad y experiencia de usuario, este primer equipo se dividió en dos grupos, el grupo A que usó como herramientas durante el desarrollo del videojuego el GemExDAD el cual contempla el uso del *Game Design Document (GDD)*, *Game Experience Management (GEM)* y una adaptación para videojuegos del Software Development Project Pattern (SDPP) para el control de los dos primeros, y el grupo B que usó como herramientas durante el desarrollo del videojuego el GDD de Taylor [33], un modelo para la evaluación y gestión de la experiencia del jugador llamado Core Elementos de la Experiencia de Juego [34]. El segundo equipo fue conformado por los jugadores, niños en el proceso de aprender a multiplicar y encargados de probar los videojuegos.

En relación a los resultados respecto a la experiencia del jugador, esta se obtuvo añadiendo variables que pueden definir cada experiencia, estas son

- Disfrute: Experiencia positiva que presenta el jugador al jugar el videojuego.
- Frustración: Experiencia negativa de los jugadores como resultado de fallar en superar los retos en el juego.
- Control: Acciones o eventos que el juego tiene disponibles para el jugador.
- Facilitador: La cantidad de tiempo que el jugador está dispuesto a jugar, las experiencias previas con juegos similares u otros juegos, y los valores estéticos del juego.
- Propiedad: Es cuando el jugador asume la responsabilidad de las acciones del juego, las siente como suyas porque son el resultado de sus acciones conscientes y el juego reconoce estas acciones mediante la recompensarlo.
- Entorno: Es la manera en la que el juego se presenta al jugador, o sea, como se implementa físicamente en gráficos y sonidos.
- Jugabilidad: Como se define de lo que trata el juego, sus reglas y escenarios.

Para validar la experiencia de usuario que generó el videojuego desarrollado por el grupo A y el B, se aplicó una prueba Wilcoxon que ayuda a determinar que la diferencia al comparar la mediana de dos muestras relacionadas es estadísticamente significativas y no se deben al azar.

Variables	W	P-value
Disfrute	124.00	0.30600
Frustración	159.50	0.02541
Control	157.50	0.03208
Facilidad	84.00	0.88630
Propiedad	153.00	0.04817
Entorno	114.50	0.47410
Jugabilidad	120.00	0.38510
Experiencia de Usuario	149.00	0.06756

**Tabla 4. Valores Wilcoxon Observables de la Experiencia de los Jugadores**

Esta prueba aplicada a cada una de las variables antes definidas generó los resultados mostrados en la tabla 4, en donde se obtuvo que dos de estas variables, control y propiedad resultaron estadísticamente superiores en el grupo A que en el B, y donde los resultados de la prueba Wilcoxon arrojan un valor P-value = 0.03208 para control y un valor P-value = 0.04817 para propiedad; según Wilcoxon el P-value tiene que ser menor a 0.05 para ser considerado significativo. Las variables de facilitador, entorno y jugabilidad tienen un P-value mayor a 0.05 cada una. La frustración llega a ser superior en el grupo A que en el grupo B por tener

un P-value = 0.02541. El disfrute no provee un resultado significativo. Estos resultados no pueden ser prueba de que el desarrollo del grupo A es mejor que el desarrollo de grupo B ya que el P-value de la prueba es 0.06756 y este valor se encuentra lejos de ser menor a 0.05, Sin embargo si se elimina la variable facilitador, la cual se destaca como las más subjetiva de las variables [34] ya que más de la mitad de las preguntas están fuera de la relación juego-jugador, los resultados de la prueba generan un P-value = 0.004181 y se puede validar el objetivo de medir una mejor experiencia de usuario con el uso de la herramienta GemExDAD usada por el grupo A.

## 7 **CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

En este reporte se analizan los resultados de informe PISA y se identifican las regiones que obtuvieron las mejores puntuaciones en el área de matemáticas. Se genera un marco de trabajo que contempla cuatro áreas (*método, mentor, estudiante y sistema educativo*) y se investigan las características generales del proceso de enseñanza-aprendizaje exitoso en las regiones de Asia y en Singapur. En base a las características y buenas prácticas, este documento propone un ciclo de proceso de enseñanza-aprendizaje (MAT-MX), este ciclo de proceso se conforma de 5 fases, *Planeación, Ejecución, Generación de Habilidades, Evaluación y Acción*, y tiene como objetivo principal la mejora de la competencia matemática y el tiempo de aprendizaje de los estudiantes dentro de la situación actual educativa a nivel básico en México. Después se alinearon las reglas del ciclo de proceso MAT-MX dentro de un GDD el cual sirve como lineamiento para el diseño de videojuegos educativos para finalmente las reglas depositadas en el GDD se relacionan con la herramienta GEM de análisis de experiencias del usuario para evaluar el diseño de un videojuego educativo basado en el proceso MAT-MX.

Actualmente este reporte forma parte de la línea de investigación Hombre-Máquina del Centro de Investigación en Matemáticas, A.C. (CIMAT) y servirá como entrada para el diseño de un prototipo de videojuego educativo para el proyecto "ZAC 2013 C03 226098" titulado "Fortalecimiento del programa de Maestría en Ingeniería del Software con la Integración de la línea de Investigación Interacción Hombre-Máquina" del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Zacatecas convocatoria 2013-03, proyecto que tiene la finalidad de mejorar el diseño, interacción, evaluación de la experiencia y análisis de los resultados generados del hombre y su interacción con la máquina.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. Turkay, D. Hoffman, C. K. Kinzer, P. Chantes, and C. Vicari, "Toward Understanding the Potential of Games for Learning: Learning Theory, Game Design Characteristics, and Situating Video Games in Classrooms," *Comput. Sch.*, vol. 31, no. 1–2, pp. 2–22, Apr. 2014.
- [2] Clinton Keith, *Praise for Agile Game Development with Scrum*. Addison-Wesley Professional, 2010, p. 340.
- [3] M. G. Salazar, H. A. Mitre, J. Luis, and G. Sánchez, "Proposal of Game Design Document from Software Engineering Requirements Perspective," *CGAMES 2012*, pp. 81–85, 2012.
- [4] P. Resultados, D. E. L. Programa, O. Para, L. A. Cooperación, and Y. E. L. Desarrollo, *Conocimientos y aptitudes para la vida*. 2000.
- [5] OCDE, "Informe PISA 2003," 2003.
- [6] OCDE, "Informe PISA 2006," 2006.
- [7] OCDE, "PISA 2009 Results : Executive Summary," p. 31, 2012.
- [8] OCDE, "PISA 2012 Results in Focus," 2012.
- [9] OCDE, "Resultados claves - Notas País - México," 2013.
- [10] E. Morales, "El uso de los videojuegos como recurso de aprendizaje en educación primaria y Teoría de la Comunicación," *REVISTA ACADÉMICA DE LA FEDERACIÓN LATINOAMERICANA DE FACULTADES DE COMUNICACIÓN SOCIAL*, Madrid España, pp. 1–12, Jul-2009.
- [11] OCDE, "About PISA, Resume," 2014. [Online]. Available: <http://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/>. [Accessed: 21-Jul-2014].
- [12] SEP, "ENLACE - Evaluación Nacional de Logro Académico en Centros Escolares," p. 45, 2013.
- [13] SEP, "ENLACE - ¿Que es?," 2013. [Online]. Available: [http://www.enlace.sep.gob.mx/que\\_es\\_enlace/](http://www.enlace.sep.gob.mx/que_es_enlace/).
- [14] 黃榮金 R. H., "Mathematics teaching in Hong Kong and Shanghai: A Classroom analysis from the perspective of variation," *Zhurnal Eksp. i Teor. Fiz.*, p. 309, 2002.
- [15] J. Chow, "Why Asians Are Good At Mat," 2010. [Online]. Available: <http://www.johnchow.com/why-asians-are-good-at-math/>.
- [16] H. W. Stevenson and J. W. Stigler, "¿Por qué los escolares de asia oriental tienen alto rendimiento académico?," 1999.

- [17] L. F. and Y. Zhu, "Representation of problem-solving procedures: A comparative look at China, Singapore, and US mathematics textbooks," *Educ. Stud. in Mathematics.*, vol. 66, no. 1, pp. 61–75, 2014.
- [18] Thomas L. Friedman, "The Shanghai Secret," *TNY*, 22-Oct-2013.
- [19] Educarchile, "Método Singapur en enseñanza matemática," *educarchile*, Chile, 2011.
- [20] "La revolución de las Matemáticas: El Método Singapur," *Revista Educar*, Chile, pp. 17–18, May-2011.
- [21] J. Bransford, A. Brown, and R. Cocking, "How people learn," 2000.
- [22] "Gobierno de Singapur." [Online]. Available: <http://www.moe.gov.sg/>. [Accessed: 10-Aug-2014].
- [23] Chile, "Pensar Sin Límites," 2015. [Online]. Available: <http://www.pensarsinlimites.cl/>. [Accessed: 10-Aug-2014].
- [24] F. Etxeberría, "Videojuegos y educación," *Teoría la Educ. Educ. y Cult. en la Soc. la Inf.*, pp. 1–22, 2009.
- [25] A. McFarlane, A. Sparrowhawk, and Y. Heald, *Report on the educational use of games*. 2002.
- [26] M. Nussbaum, R. Rosas, P. Rodríguez, Y. Sun, and V. Valdivia, "Diseño, desarrollo y evaluación de videojuegos portátiles educativos y autorregulados," *Cienc. al día*, pp. 1–20, 1999.
- [27] N. Zea, J. Sánchez, and F. Gutiérrez, "Diseño de Videojuegos Colaborativos y Educativos Centrado en la Jugabilidad.," *IEEE-RITA*, vol. 213, 2009.
- [28] J. Y. Kim and J. H. Bae, "A Study on Serious Game Technology Based on BCI for ADHD Treatment Typical Types of Serious Games," vol. 46, pp. 208–211, 2014.
- [29] Y. Yang, "How a Chinese teacher improved classroom teaching in Teaching Research Group: a case study on Pythagoras theorem teaching in Shanghai," *Zdm*, vol. 41, no. 3, pp. 279–296, Feb. 2009.
- [30] M. Pont, "Sistema educativo de la República Popular China," *Av. en supervisión Educ. Rev. la ...*, pp. 1–19, 2012.
- [31] M.-I. Sanchez-Segura, F. Medina-Dominguez, A. de Amescua, and A. Mora-Soto, "Improving the efficiency of use of software engineering practices using product patterns," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 180, no. 14, pp. 2721–2742, Jul. 2010.
- [32] M. G. Salazar, H. A. Mitre, J. Luis, and G. Sánchez, "Playability Handling Proposal," 2013.
- [33] Chris Taylor, "Design Template." pp. 1–22.
- [34] E. H. Calvillo-gámez, P. Cairns, and A. L. Cox, "Evaluating User Experience in Games," 2010.

## 9 *ANEXOS*