

Método para la creación de micromundos inmersivos

Method to create immersive microworlds

Rubier F. Valencia O.¹ Est. Víctor A. Riascos M.¹ Est. & Miguel A. Niño Z.² M.Sc.

1. Ingeniería de Sistemas, Universidad del Cauca.

2. Profesor Titular Universidad del Cauca.

Grupo de I+D en Tecnologías de la Información. Departamento de Sistemas. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.
Universidad del Cauca, Colombia

colombiarfabian@unicauca.edu.co, vriascos@unicauca.edu.co, manzamb@unicauca.edu.co

Recibido para revisión 29 de septiembre de 2010, aceptado 03 de enero de 2011, versión final 30 de junio de 2011

Resumen— Actualmente la sociedad está enfocada a formar personas competentes, donde no solo se enseñan habilidades y cúmulos de información, sino, que se enseña a crear, destruir, reacomodar y transmitir conocimiento de forma adecuada. Es por ello que surge el método para la creación de micromundos inmersivos (MCMI), un método que integra las actividades y características para el desarrollo de videojuegos y micromundos. MCMI, al ser un método ágil hace uso de los principios del manifiesto ágil, permitiendo así, crear Micromundos Inmersivos (MI) como herramientas de aprendizaje, de forma organizada, en los plazos estipulados, logrando de esta forma, satisfacer las necesidades lúdicas y pedagógicas a atender.

Palabras Clave— Educación, Método, Micromundo, Videojuego.

Abstract— Nowadays society is trying to forge competent individuals teaching them not only skills and clusters of information, but also how to create, rearrange and transmit knowledge adequately. That is the reason why the method for creating immersive microworlds (MCMI) emerges as an approach to integrate the activities and characteristics of video game development and microworlds. MCMI is an agile method which uses the principles of the agile manifesto allowing the creation of immersive microworlds (IM) as learning tools in an organized manner and within the time set, thus trying to achieve the fulfillment of the stipulated recreational and educational needs.

Keywords— Education, Method, Microworld, Videogame.

I. INTRODUCCIÓN

Existe un especial interés en el manejo de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en el ámbito de la educación, cuando la información es convertida en conceptos y procesos, se está hablando de conocimiento, el cual

se convierte en un recurso aún más valioso que la información, tanto es así, que el conocimiento puede establecer en gran medida la diferencia en el progreso o el estancamiento de las naciones del siglo XXI.

Estamos pasando de la era de la información a la era del conocimiento, esto conlleva a que la educación de las personas también debe adaptarse a los requerimientos del desarrollo del país, dónde no se enseñe sólo habilidades y cúmulos de información, sino que se enseñe a crear, destruir, reacomodar y transmitir conocimiento, para que éste posteriormente sirva como base para el desarrollo de la sociedad.

Para lograr lo anterior se han desarrollado diversos software de informática educativa, desde los materiales educativos computarizados (MEC) hasta los Sistemas Tutores Inteligentes [1][2][3], los Videojuegos educativos [4][5][6] y los Micromundos [7][8].

Las investigaciones que se han realizado en herramientas software como los videojuegos para la enseñanza [4][5][6] [9], han concluido que estos son una buena alternativa para la enseñanza y aprendizaje. De acuerdo a las características que poseen los videojuegos como: la inmersión, la lúdica como medio de aprendizaje, la interacción, y la versatilidad para proyectar al individuo en un mundo con sus propios objetos y reglas, han permitido mejorar los resultados en la enseñanza y el aprendizaje.

Otra herramienta software que ha venido cobrando importancia en la enseñanza y aprendizaje a través de las TIC, son los Micromundos. Un Micromundo puede ser desde un conjunto de textos e imágenes articuladas entre sí, hasta un sofisticado sistema multimedia de simulación de fenómenos de la realidad y de conceptos abstractos que interactúan con las personas, las cuales, participan activamente en una experiencia que les permite crear, destruir y reacomodar el conocimiento que éstas previamente poseen.

Dado el escenario anterior, se vio la oportunidad de aprovechar las fortalezas de los Micromundos y los Videojuegos, para crear lo que llamamos Micromundos Inmersivos (MI). En esta tarea, se decidió encontrar un conjunto de pasos que permitan a los investigadores en informática educativa crear los MI, para aprovechar al máximo esta herramienta en la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Por lo anterior, el objetivo principal de la presente investigación, es definir el método para la creación de Micromundos Inmersivos (MCMI), el cual integra las características de los videojuegos y los micromundos en cada una de las actividades propuestas; MCMI, además de componerse de las actividades más relevantes de las metodologías de videojuegos y micromundos, hace uso de los principios del manifiesto ágil, permitiendo así, crear Micromundos Inmersivos (MI) como herramientas de aprendizaje, de una forma organizada, en los plazos estipulados y cumpliendo con las necesidades lúdicas y pedagógicas.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A. Videojuegos

Los videojuegos hoy en día, tienen gran acogida a nivel mundial, debido a que despiertan diversas motivaciones como: proposición de retos, adquisición de experiencias, ocio, diversión, distracción, etc.

Además de las características anteriormente mencionadas, los videojuegos poseen características estructurales que facilitan la iniciación, desarrollo y mantenimiento del mismo. Una nueva taxonomía de las características de los videojuegos que propone Daniel King [10] son: sociales, manipulación y control, narrativa e identidad, presentación y recompensa-castigo.

Otros autores como Mary Jo Dondlinger [11], identifica elementos esenciales para el diseño de un videojuego, como: motivación, contexto narrativo, objetivos y reglas, interactividad y señales multisensoriales.

Las características mencionadas fueron tomadas en cuenta en el proceso de desarrollo presentado por MCMI.

1. Metodologías para videojuegos

El estudio de la problemática de los métodos compete a una disciplina antigua muy importante, poco sistematizada y muy relacionada con la lógica formal, denominada metodología, o simplemente, ciencia de los métodos. Una metodología se refiere al estudio de un conjunto de operaciones y procedimientos racionales y sistemáticos que utiliza el hombre para encontrar soluciones óptimas a problemas complejos, teóricos o prácticos [12]. De esta forma, existen muchas metodologías que se enfocan en áreas como la investigación, la enseñanza, planeamiento, producción industrial, software, etc.

Las metodologías de videojuegos estudiadas como principal fuente teórica para MCMI son: Game Waterfall Process (GWP) [13], Extreme Game Development (XGD) [14], Game Unified Process (GUP) [15] y Serious Games Design (SGD) [16].

a) *Game Waterfall Process (GWP)*: Se enfoca en desarrollar videojuegos de forma secuencial, sin realizar iteraciones en su ciclo de vida. Al no poseer iteraciones, GWP se comporta como un proceso de desarrollo software en cascada [17], lo cual, dificulta el retroceso a una fase anterior, por lo tanto implica, que todo proceso debe predecirse antes de realizarse, por ende, su desarrollo no es dinámico.

b) *Extreme Game Development (XGD)*: Es una metodología ágil de producción de videojuegos basado en el popular método de desarrollo software, Extreme Programming (XP).

XGD, permite cumplir el objetivo de realizar videojuegos en los lapsos de tiempo establecidos, manteniendo opciones abiertas que permitan cambios de estrategias y la adopción de tecnologías emergentes en etapas tempranas de desarrollo. En XGD, existe una estrecha colaboración entre el cliente y el desarrollador, en lugar, de la dependencia de contratos basados en negociaciones.

Una gran ventaja de XGD es poseer los principios de XP como: simplicidad, comunicación, retroalimentación y coraje.

c) *Game Unified Process (GUP)*: Es una metodología que nace después de aplicar dos metodologías tradicionales para el desarrollo de software, con la finalidad de implementar un videojuego tipo casino online. Una de las metodologías aplicadas fue el proceso unificado de racional (RUP), el cual ofrece características enfocadas en generar un diseño estricto, basado en la documentación rigurosa de cada actividad o funcionalidad a implementar. La otra metodología aplicada fue XP, del cual se basaron en los ciclos cortos que ayudaron a mejorar la comunicación entre los miembros del equipo de trabajo, por ende, el equipo artístico se sentía menos restringido que con RUP. Cabe resaltar que en fechas límites de entrega los equipos de trabajo tomaban la metodología de cascada para finalizar el proceso de desarrollo [17].

d) *Serious Games Design (SGD)*: A pesar de que su término es relativamente nuevo, su paradigma no lo es, esto se debe a que las fuerzas militares, las escuelas de medicina y la comunidad académica, han realizado videojuegos serios mucho antes de haberse definido este término. Los juegos serios, es un juego en el cual la educación es el objetivo principal, aun más, que el entretenimiento [18].

SGD se enfatiza en los documentos de diseño de juegos serios, debido a que no solo definen una configuración de entretenimiento, sino, que utiliza los personajes, temas y ambientes, para impartir conocimientos específicos, habilidades y actitudes a los jugadores.

B. Micromundos

El concepto de Micromundos fue introducido por Minsky y Papert (1971), definiendo los Micromundos como dominios o ambientes que pueden ser explorados de manera no lineal por usuarios expertos o principiantes [19]. Según Gonzalez, P. Vanyukov, and M.K. Martin [7], los Micromundos al ser utilizados como simulaciones complejas, permiten la capacidad de hacer experimentos controlados y son diseñados específicamente para la toma de decisiones.

El aprendizaje a través de los Micromundos, es un proceso de aprendizaje del flujo o de la actividad, que es un juego de interacciones o razonamiento construido, que puede o no, ser transferido en experiencias vividas, expresiones o salidas [20].

Un Micromundo, del cual se han desprendido diversas investigaciones es Turbo Turtle. Este micromundo se describe como una aplicación educativa que se diferencia de las demás, debido a que el aprendiz no aprende mediante la recepción de información emitida por el computador, por el contrario, este Micromundo facilita el desarrollo del sujeto y la construcción de aprendizaje mediante procesos de descubrimiento y exploración [19][21].

De acuerdo con Laurie D. Edwards [22], hay dos puntos de vista en cuanto a las características de un Micromundo, el enfoque estructural y el funcional. El enfoque desde el punto de vista estructural se centra en los elementos de diseño comunes en los entornos de aprendizaje. La visión funcional es la que destaca aspectos comunes relacionado al cómo aprenden los alumnos con los Micromundos.

Autores como Lloyd P. Rieber [23], plantean dos características de los micromundos. La primera característica concierne en presentarle al aprendiz un dominio simple, aunque por lo general, al aprendiz se le dan los medios para formar un micromundo, con el fin de explorar ideas cada vez más sofisticadas y complejas. En segundo lugar, un micromundo debe coincidir con el estado cognitivo y afectivo del alumno, es decir, los estudiantes inmediatamente saben qué hacer con las representaciones explícitas dentro del micromundo.

2. Metodologías para micromundos

Para obtener un Micromundo, se han propuesto marcos de referencia y metodologías que pretenden cumplir con las características anteriormente mencionadas. Estas metodologías son: Análisis y diseño de Micromundos Matemáticos (DAMM) [24], Ingeniería De Software Educativo con Modelaje Orientado a Objetos (ISE-OO) [25], Diseño de Micromundos enfocados en la teoría del juego (DMETJ) [26] y el Marco Conceptual para el Diseño de Micromundos para dominios de trabajo complejo (MCDM) [27].

a) *Análisis y diseño de Micromundos matemáticos (DAMM)*: Este marco conceptual se enfoca en construir Micromundos matemáticos, basándose en la representación de símbolos a través de objetos gráficos que se relacionan entre sí.

DAMM, posee características enfocadas al modelo pedagógico del constructivismo. DAMM se centra en crear conocimiento a través del contexto de resolución de problemas, logrando así, que el aprendiz tome el rol de participante activo en dar sentido a sus experiencias, más que un receptor pasivo de información.

b) *Ingeniería De Software Educativo con Modelaje Orientado a Objetos (ISE-OO)*: Pretende construir micromundos interactivos, que satisfagan y garanticen las necesidades educativas, a través, de la incorporación de aspectos didácticos y pedagógicos, incluyendo a los usuarios como miembros activos para conseguir e identificar necesidades a problemas específicos.

ISE-OO, ofrece mecanismos de análisis, diseño educativo y comunicacional, pruebas piloto y campo bastante sólidas, que a su vez, se fundamentan en principios educativos, comunicacionales y de tecnología educativa de validez comprobada. Las ventajas de ISE-OO se ven reflejadas en la calidad a lo largo del ciclo de vida de una aplicación, facilitando el mantenimiento, estabilidad, integridad y escalabilidad del micromundo interactivo, debido a que ISE-OO se enfoca en el paradigma orientado a objetos.

c) *Diseño de Micromundos enfocados en la teoría del juego (DMETJ)*: Este marco teórico describe tres tipos de abstracciones para el diseño de micromundos: la función, el comportamiento y la estructura. La función generalmente describe lo que la solución debería hacer sin mencionar las actividades físicas. El comportamiento conceptualmente describe, como la solución debería ejecutarse logrando las funciones. La estructura, físicamente describe que componentes debería abarcar la solución para lograr el comportamiento deseado. Con este método los diseñadores son capaces de modelar y explorar sus diversas perspectivas en el desarrollo de diseños conceptuales. Una vez concretado el diseño conceptual, los diseñadores giran su atención a las tareas de integración de micromundos.

d) *Marco Conceptual para el Diseño de Micromundos para dominios de trabajo complejo (MCDM)*: El objetivo clave de MCDM fue desarrollar un enfoque estructurado para el diseño de micromundos. Dos características fundamentales para el presente marco son: la identificación de las características específicas del dominio y el uso de una teoría del comportamiento humano.

La identificación de las características de dominio específico se refiere al aislamiento y la definición de las características típicas de un ambiente de trabajo específico.

La teoría del comportamiento humano se basa en el desarrollo del Micromundo a partir del marco teórico de la conducta, el cual, hace referencia a las predicciones específicas sobre el comportamiento de adaptación humana en consecuencia a los cambios de su entorno.

Teniendo en cuenta, los proyectos y metodologías antes descritas, en el siguiente apartado se procederá a describir la propuesta de un método para la creación de lo que se ha llamado Micromundos Inmersivos, pretendiendo aprovechar las principales ventajas de los Micromundos y de los Videojuegos.

III. MÉTODO PARA LA CREACIÓN DE MICROMUNDOS INMERSIVOS (MCMI)

El presente apartado se centra en describir las fases y actividades correspondientes al método para la creación de Micromundos Inmersivos (MCMI¹). Para su formalización, se aplicó el estándar SPEM 2.0² definido por el consorcio OMG³.

Cabe destacar, que MCMI se basa en las metodologías ágiles de desarrollo software, específicamente en Extreme Programming (XP), debido a las investigaciones realizadas sobre las metodologías de micromundos y videojuegos, se deduce que XP tiene en cuenta aspectos relativos a la creación de Micromundos y de Videojuegos, como: la colaboración continua, además de destacar la participación de los individuos pertenecientes al desarrollo del proyecto; se tiene en cuenta que los equipos de desarrollo al igual que los plazos de tiempo para obtener los productos, son bastante reducidos;

Los requisitos obtenidos en fases tempranas son volátiles y están basados en nuevas infraestructuras tecnológicas.

Por lo anterior, MCMI se definiría especialmente adecuado para proyectos donde los requisitos son imprecisos o cambiantes, además, de proyectos en los cuales exista un alto riesgo técnico y grupos reducidos para realizar el proyecto.

El objetivo principal de MCMI es tener un proceso estructurado de desarrollo que permita a los diseñadores y desarrolladores de Micromundos Inmersivos cambiar de opinión durante el proceso de desarrollo; que los Micromundos Inmersivos evolucionen a la par junto a la infraestructura tecnológica; que exista una estrecha colaboración entre el cliente y el equipo del proyecto, permitiendo así, la creación de Micromundos Inmersivos en los lapsos de tiempo estimados.

Además de promover las características anteriormente mencionadas, MCMI propone actividades que permiten que el Micromundo Inmersivo presente características de videojuegos y de micromundos que estén relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje.

1. La especificación de MCMI a través del estándar SPEM 2.0 se encuentra ubicada en: <http://prometeo.unicauca.edu.co/mcmi/index.html>
 2. Software Process Engineering Meta-Model, Versión 2.0. <http://www.omg.org/technology/documents/formal/spem.htm>
 3. Object Management Group, Inc. <http://www.omg.org/>

MCMI al ser un método orientado al paradigma de desarrollo ágil, se centra en satisfacer a través de los procesos realizados los principios del manifiesto ágil⁴:

- *Los individuos e interacciones sobre los procesos y herramientas.*
- *Software funcional sobre la exhaustiva documentación.*
- *Colaboración con el cliente sobre la negociación de contratos.*
- *Respuesta ante el cambio sobre seguimiento de un plan.*

En la Figura 1, se observa un esquema general del flujo desempeñado para crear Micromundos Inmersivos. Las actividades que realiza MCMI, es la asociación de las actividades que tienen en común, tanto los micromundos como los videojuegos, complementadas con actividades necesarias para obtener las características de ambos planteamientos teóricos.

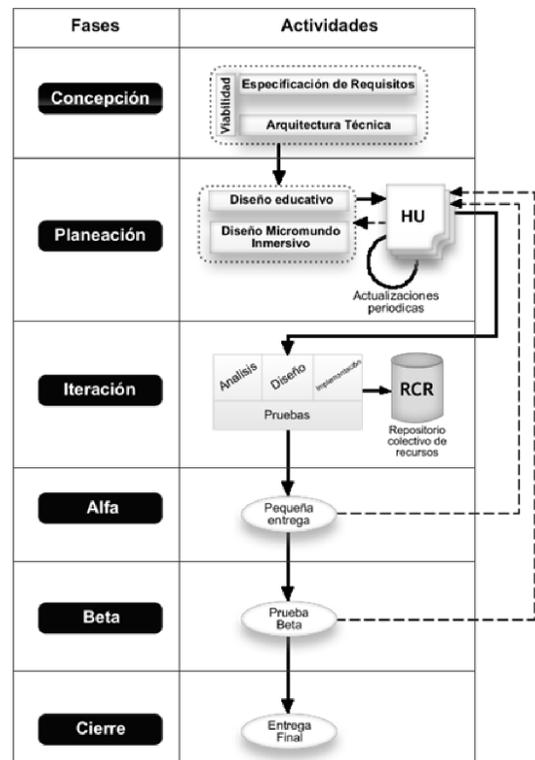


Figura 1. Ciclo de vida MCMI.

A continuación se procede a describir cada uno de las fases planteadas por el método:

Fase I: Concepción.

El propósito de esta fase, es tener una visión clara del contexto en el cual se va a enfocar el Micromundo Inmersivo. Para ello, es necesario definir y comprender las necesidades del cliente.

4. www.agilemanifesto.org

MCMI propone determinar el contexto del Micromundo Inmersivo a través de tres actividades: especificación de requisitos, arquitectura técnica y la viabilidad del proyecto.

a) *Especificación de requerimientos*: Se especifica de forma clara y concisa el problema o necesidad a atender a través del Micromundo Inmersivo, las características de la población objetivo, los principios pedagógicos y didácticos aplicables, la justificación del uso de un medio interactivo, la descripción y restricciones del Micromundo Inmersivo, finalizando, con la documentación de las cuestiones pendientes y supuestos, para así, realizar un plan de gestión de riesgos.

b) *Arquitectura técnica*: Se define un análisis de las tecnologías y las características de los recursos que se utilizarán para el desarrollo del proyecto, incluyendo características experimentales o elementos desconocidos que pueden representar riesgos a corto o largo plazo.

La arquitectura técnica aborda cuestiones como los requerimientos de plataforma, análisis técnico, interfaces externas, medios de distribución, redes y multijugador, persistencia de la información y un plan de seguridad de datos.

c) *Viabilidad del proyecto*: La viabilidad del proyecto se delimita a través de dos actividades, el alcance del proyecto y la factibilidad de realizarlo con las restricciones referentes al mismo.

En el alcance del proyecto se especifica las funciones que realizará el Micromundo Inmersivo, es decir, se define claramente lo que el producto ofrece y lo que no, para ello, se documenta cada uno de los servicios ofrecidos por el Micromundo Inmersivo, controlando así, las expectativas del cliente.

Para determinar el alcance se realiza la planificación y la definición del alcance en la fase de conceptualización, y a lo largo del ciclo de vida de MCMI, se verifica y se controla continuamente, con el fin, de ofrecer las funcionalidades definidas inicialmente al finalizar el ciclo de vida del proyecto.

La factibilidad del proyecto, es la actividad donde se evalúa objetivamente si el proyecto se puede realizar según las restricciones conceptuales y técnicas determinadas en la especificación de requisitos y en la definición de la arquitectura técnica.

Fase 2: Planeación.

El objetivo de la fase de planeación es plantear los elementos necesarios para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, realizando dos tipos de diseños, el diseño del Micromundo Inmersivo y el diseño educativo.

El diseño del Micromundo Inmersivo plantea el contenido y las reglas implícitas en este, para ello, se definen ciertos elementos software y hardware con los cuales el usuario interactuará, definiendo claramente las características explícitas e implícitas de cada uno de los elementos planteados.

El diseño educativo plantea una estructura formal en la que se especifica lo que se desea enseñar, qué conceptos están asociados a lo que se enseña y como se estructura visualmente este concepto, para que el público objetivo asocie e interiorice dicho conocimiento.

El diseño educativo está estrechamente ligado al diseño del Micromundo Inmersivo, debido a que si este último cambia, es probable que la estructura del diseño educativo cambie, más no, la función y el concepto asociado a este.

Una vez definidos ambos diseños, se realiza un conjunto de historias de usuario las cuales son evaluadas y priorizadas, para posteriormente, realizar su construcción.

Cabe destacar, que estas historias de usuario son retroalimentadas por las nuevas necesidades o funcionalidades que plantea el cliente en etapas posteriores, es por ello, que las historias de usuario son actualizadas y priorizadas periódicamente, con el fin de rediseñar el Micromundo Inmersivo de acuerdo a las expectativas y necesidades del cliente.

Fase 3: Iteración.

El objetivo de la iteración, es desarrollar las funcionalidades propias del Micromundo Inmersivo, generando al finalizar de cada iteración, un entregable funcional de las historias de usuario realizadas en la fase de planeación.

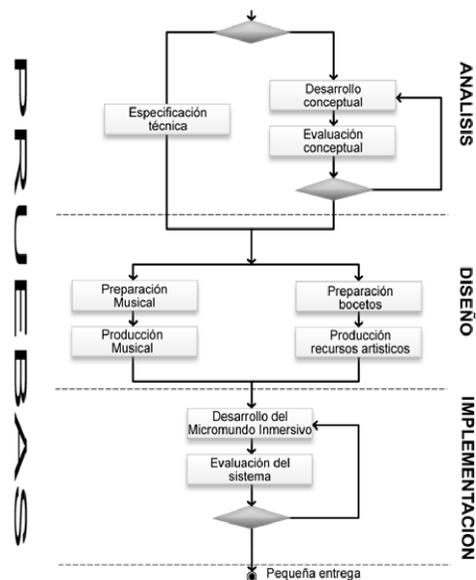


Figura 2. Iteración MCMI.

El cliente en esta fase del proyecto(ver Figura 2), ha cumplido con su labor fundamental de escoger las historias de usuario que van a ser abordadas en la presente iteración, además, provee información detallada de características o datos que se deben tener en cuenta al realizar el análisis; una vez realizado

el análisis de la historia de usuario, se realizan los diseños artísticos y musicales necesarios para satisfacer las necesidades plasmadas en la historia de usuario actual; por último, tomando la información adquirida en el análisis y los recursos desarrollados en el diseño, se define el diseño computacional del Micromundo Inmersivo a través de la construcción de un conjunto de clases.

Cabe destacar, que a lo largo del análisis, diseño e implementación, se realizan pruebas de cada uno de los artefactos generados en cada etapa de la iteración, para así, satisfacer las necesidades del cliente acorde a las historias de usuario abordadas en la presente iteración.

Puesto que cualquier miembro del equipo de desarrollo puede acceder a los recursos desarrollados por otro, se tiene un repositorio colectivo de recursos en el cual se almacenará el código generado por los desarrolladores, además, de los recursos artísticos realizados por los músicos y artistas.

La propiedad colectiva del código, permite que cualquier miembro del equipo de desarrollado cambie cualquier fragmento de código en cualquier momento. Esta práctica contribuye a generar nuevas ideas en todos los segmentos del sistema, corregir los problemas presentados, agregar funcionalidades o recodificarlas, evitando así, la sobre-especialización de un miembro del equipo sobre un modulo del sistema.

Los recursos artísticos generados deben ubicarse en el repositorio colectivo de recursos en el formato en que se realizaron, para luego, exportarlos al formato utilizado en el motor de desarrollo, para que así se simplifique su tratamiento, exportándolos al formato necesario cuando se realice una modificación sobre el original.

Fase 4: Alfa.

El objetivo de la fase alfa es dar a conocer el producto a un grupo selecto de evaluadores, los cuales, ofrecerán retroalimentación y sugerencias referentes al Micromundo Inmersivo. La información adquirida por el grupo de evaluadores, es necesaria para llevar a cabo cambios sustanciales sobre el producto.

La fase alfa es necesaria para obtener información útil acerca de la experiencia global del Micromundo Inmersivo, en aras de mejorar aspectos de enseñanza y aprendizaje, además de aspectos concernientes a la usabilidad y jugabilidad.

Esta evaluación se realiza solo sí el cliente está de acuerdo en que el Micromundo Inmersivo está en una versión estable, y que éste, contiene gran parte de las funcionalidades especificadas en el diseño del Micromundo Inmersivo.

Fase 5: Beta.

El objetivo de la fase beta es liberar el producto a un público más amplio que en la fase alfa, por lo general, con poco conocimiento acerca del Micromundo Inmersivo realizado. El grupo al cual se libera el producto, necesariamente corresponde al público objetivo establecido en la fase de concepción.

Es necesario recalcar que la versión beta del Micromundo Inmersivo, es aquella versión en la cual el producto no contiene errores conocidos por el equipo de desarrollo, es por ello, que una mala valoración de esta versión ocasionaría informes sobre fallos ya conocidos o informes duplicados de errores, obteniendo así, información irrelevante para el equipo de desarrollo.

Fase 6: Cierre.

El objetivo de la fase de cierre es evaluar los sucesos significativos a lo largo del transcurso del proyecto y entregar la versión final del Micromundo Inmersivo al cliente.

IV. APLICACIÓN DE MCMÍ – MICROMUNDO INMERSIVO EN MATEMÁTICAS

A continuación se describirán las actividades llevadas a cabo para obtener un Micromundo Inmersivo en el desarrollo del pensamiento Matemático, utilizando el método expuesto en la presente investigación.

Cabe destacar, que la herramienta desarrollada, está enfocada en apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje en el marco del convenio computadores para educar (CPE) y la Universidad del Cauca, región sur pacífico colombiano.

Fase 1: Concepción.

En esta fase se realizaron tres actividades: especificación de requerimientos, desarrollo del análisis técnico y comprobación de la viabilidad del proyecto.

En la actividad de la especificación de requerimientos, se determinó que el problema o necesidad a atender está relacionado con las falencias entorno a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en los niños de educación básica primaria. Por ello, el Micromundo Inmersivo a realizar se enfocó en los estándares básicos de competencias en matemáticas⁵, establecidos, por el ministerio de educación de Colombia.

Teniendo en cuenta que la iniciativa de CPE acondiciona las escuelas con equipos de cómputo reciclados de empresas e instituciones que ya no los usan, se desarrolló el análisis técnico con dicha premisa, obteniendo así las características hardware y software de los equipos utilizados por la población objetivo.

Por último, se evaluó la viabilidad de realizar dicho proyecto utilizando el documento de especificación de requisitos y el de análisis técnico, llegando a la conclusión de poder realizar el proyecto según las especificaciones conceptuales y técnicas determinadas.

Fase 2: Planeación.

En la fase de planeación, se realizó el diseño del

5. <http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresMatematicas2003.pdf>

Micromundo Inmersivo y el diseño educativo. Es necesario resaltar, que hubo un proceso de depuración conceptual en ambos diseños, según, la caracterización de la población objetivo y los principios pedagógicos aplicables en ellos.

El diseño del Micromundo Inmersivo, se enfocó en desarrollar el pensamiento lógico en niños de educación básica primaria. Para ello, se provee un entorno tridimensional en el que un robot interactúa con escenarios creados a partir de cubos, a través, de ciertas mecánicas de juego.

El diseño educativo, se enfocó en representar gráficamente los conceptos matemáticos, de forma adecuada y amigable, para que así, los niños interioricen el conocimiento impartido a través del Micromundo Inmersivo.

Una vez finalizados los diseños mencionados anteriormente, se dio paso a realizar y priorizar las historias de usuario, instauradas, bajo el diseño del Micromundo Inmersivo y el diseño educativo.

Fase 3: Iteraciones.

Para la creación del Micromundo Inmersivo enfocado en las matemáticas (Acommi⁶), se ejecutaron una serie de iteraciones que abarcaban un conjunto de historias de usuario para lograr dicho fin.

Además de realizar las iteraciones para crear Acommi, se realizó una iteración adicional para realizar los ajustes necesarios para mejorar aspectos funcionales del Micromundo Inmersivo hallados en la fase alfa.

En el análisis perteneciente a la iteración, se obtuvo información detallada de las características o datos históricos necesarios para satisfacer las necesidades funcionales del cliente, esta información, posteriormente se transforma en clases encargadas de cumplir con dichas funcionalidades.

Además, se realiza un desarrollo conceptual acerca de la historia de usuario actualmente abarcada, detallando, textual y gráficamente los elementos del Micromundo Inmersivo a desarrollar en la presente iteración.

Posteriormente, en el diseño, se realizan los productos audiovisuales requeridos para ambientar el Micromundo Inmersivo. Los elementos realizados, fueron evaluados por el cliente, el cual, verificó y aprobó que estos elementos fueran acordes al público objetivo, al Micromundo Inmersivo en desarrollo, además, que satisficieran la necesidad educativa a la cual está dirigido.

Como se observa en la figura 3, el diseño de los recursos artísticos se realizan a través de un proceso incremental e iterativo, que implica la realización de bocetos conceptuales en los cuales se representan el qué y el cómo se observarían gráficamente los elementos dentro del Micromundo Inmersivo,

luego, se desarrollan los recursos necesarios plasmados en la escena (modelos 3d, texturas, materiales, animaciones, etc.), que a su vez, en el transcurso de las interacciones son mejorados y enriquecidos según el estilo artístico que se empleará en el Micromundo Inmersivo.

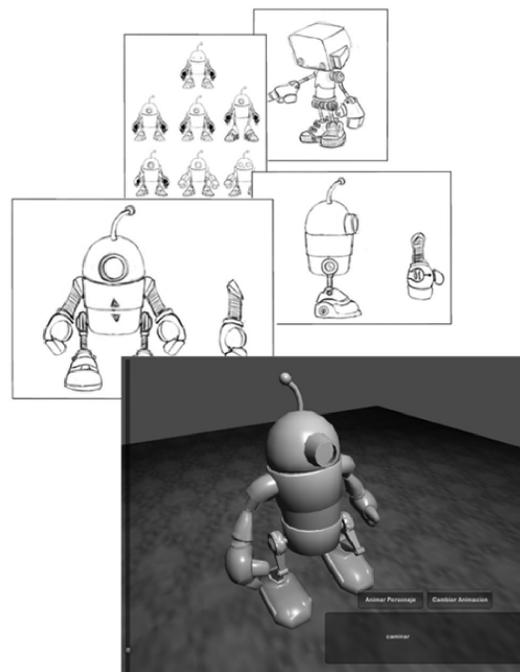


Figura 3. Preparación de bocetos y producción de recursos artísticos en MCMI.

En la etapa desarrollo de la iteración, se realiza la historia de usuario abarcada actualmente, a través, de los recursos artísticos adquiridos en las etapas antecedentes y la definición de la lógica del negocio.

Al finalizar la iteración, se obtiene un entregable funcional que implementa la historia de usuario asignada en la presente iteración. Este entregable, es contrastado con la historia de usuario abarcada, para así verificar que las funcionalidades descritas en ésta, sea la misma que el software obtenido, en caso contrario, se debe realizar los respectivos cambios con el fin de obtener el producto deseado.

Una vez el sistema ha sido evaluado satisfactoriamente, se integran los nuevos fragmentos de código generados en la última versión del sistema, verificando concienzudamente que este código no cause errores sobre módulos previamente realizados. Una vez realizada esta actividad, los recursos audiovisuales realizados se ubican en el repositorio colectivo de recursos en su formato binario y en el formato propio en el que fue creado.

Como producto del desarrollo de las historias de usuario generadas por el diseño del Micromundo Inmersivo y el diseño

educativo, además, de los ajustes funcionales establecidos en la fase alfa, se obtiene el Micromundo Inmersivo denominado Acommi expuesto en la figura 4.



Figura 4. Micromundo Inmersivo enfocado en desarrollar el pensamiento lógico en niños de educación básica primaria.

Fase 4: Alfa.

En la fase alfa se obtuvo información útil acerca de la experiencia global de Acommi, sobre todo, en aspectos de usabilidad de esta herramienta.

Para evaluar Acommi, se seleccionó un grupo de evaluadores que dieron a conocer de forma crítica y objetiva al equipo de desarrollo, los problemas pasados por alto en la evaluación del sistema, a través, de investigar y observar los comportamientos de los evaluadores, utilizando, prácticas como pensar en voz alta o el método del conductor, para así, conocer los pensamientos, sentimientos y opiniones del evaluador mientras interactuaba con Acommi.

Al analizar los resultados suministrados por los evaluadores, se determinó realizar ciertas funcionalidades sobre el Micromundo Inmersivo desarrollado, por ello, se crearon nuevas historias de usuario para satisfacer dichas necesidades.

Una vez aprobados los cambios por el cliente y verificado que el producto no contiene errores conocidos por el equipo de desarrollo, se da paso a la fase beta de MCMI.

Fase 5: Beta.

En la fase beta, Acommi fue liberado a un conjunto de escuelas pertenecientes al convenio CPE, región sur pacífico colombiano. Los evaluadores en la fase beta del Micromundo Inmersivo, correspondieron al público objetivo establecido en la fase de concepción.

Para el reporte de errores en esta fase, se estableció como herramienta el uso de un formulario web que les permitía a los

usuarios de Acommi, expresar sus experiencias alrededor de esta herramienta de aprendizaje. Otra herramienta de reporte de errores, fue la creación de un módulo encargado de enviar el reporte de errores generado por el motor sobre el cual se desarrolló Acommi.

Al analizar los resultados del producto en la fase beta, el cliente decidió liberar el producto, debido, a que la versión disponible estaba en una versión estable y sin errores reportados.

Fase 6: Cierre.

En la fase de cierre, Acommi fue debidamente empacado en un medio de distribución físico acorde a las necesidades del cliente, documentado, configurado y distribuido en las localidades dispuestas por el cliente.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso del Método para la creación de Micromundos Inmersivos (MCMI) permite planificar un proceso estructurado de desarrollo a los diseñadores y desarrolladores de Micromundos Inmersivos. Por lo anterior, las actividades que ofrece MCMI en cada una de sus fases, permiten obtener documentación estrictamente pertinente en cada etapa del ciclo de vida, software funcional en lapsos cortos de tiempo, estrecho vínculo con los interesados del proyecto, evolución a la par con las nuevas tecnologías, logrando así, que los productos obtenidos al aplicar este método se caractericen por poseer prácticas propias de los Micromundos y Videojuegos.

El Método como tal solo se ha probado con el Micromundo descrito en este mismo documento, sin embargo, se entiende que tiene aún debilidades en el tema de la evaluación de los objetivos de enseñanza y aprendizaje, para los cuales se deben proponer un conjunto de indicadores y herramientas de medición adecuadas.

VI. TRABAJO FUTURO

Actualmente, se está probando en Micromundo Acommi en las escuelas del convenio de computadores para educar y la Universidad del Cauca en la ciudad de Popayán. Se espera no solo hacer una evaluación de la funcionalidad del Micromundo, sino también una evaluación orientada hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje. Es posible que con esta realimentación se realicen ajustes en el método propuesto, sobre todo en la parte de la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje que generan los Micromundos Inmersivos construidos.

REFERENCIAS

- [1] L. Z. SUN Yu, "A Multi-Agent Intelligent Tutoring System," 2009.
- [2] S. H. Wang, *et al.*, "Towards a multi-agent framework for intelligent tutoring systems," *Ubi-Media Computing, 2008 First IEEE International Conference On*, 2008.

- [3] M. U. Loinaz and U. P. V. S., “Sistemas Inteligentes en el ámbito de la Educación,” *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*, 2001.
- [4] P. Moreno-Ger, *et al.*, “Educational game design for online education,” *Computers in Human Behavior*, vol. 24, pp. 2530-2540, 2008.
- [5] J. Torrente, *et al.*, “Instructor-oriented Authoring Tools for Educational Videogames for Educational Games,” *8th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2008.
- [6] R. Rosas, *et al.*, “Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students,” *Computers & Education*, vol. 40, pp. 71-94, 2003.
- [7] C. Gonzalez, *et al.*, “The use of microworlds to study dynamic decision making,” *Computers in Human Behavior*, vol. 21, pp. 273-286, 2005.
- [8] P. Gómez, “Tecnología y educación Matemática,” *Revista de Informática Educativa*, 1998.
- [9] J. L. G. Sánchez, “De la Usabilidad a la Jugabilidad: Diseño de Videojuegos Centrado en el Jugador.”
- [10] D. King, *et al.*, “Video Game Structural Characteristics: A New Psychological Taxonomy,” ... *Journal of Mental Health and Addiction*, 2010.
- [11] M. Dondlinger and D. Student, “Educational video game design: A review of the literature,” *Journal of Applied Educational Technology*, 2007.
- [12] V. Morles, “Sobre la metodología como ciencia y el método científico: un espacio polémico On methodology as a science and the scientific method: a controversial ...,” *scielo.org.ve*.
- [13] M. A. CJ Costa, “Computer Game – Discussing Development Process.”
- [14] T. Demachy, “Extreme Game Development,” 2003.
- [15] K. Flood, “Game Unified Process (GUP) “ 2003.
- [16] B. Bergeron, “Developing serious games,” *européen des systèmes automatisés*, 2009.
- [17] E. C. Zambrano, *et al.*, “Las metodologías de desarrollo en los videojuegos,” *serverlab.unab.edu.co*, 2009.
- [18] D. Michael and S. Chen, “Serious Games,” *Games that educate, train, and inform.*, 2006.
- [19] B. Gross, “La inteligencia artificial y su aplicación en la enseñanza,” *CL&E. Comunicación, Lenguaje y Educación*, 1992.
- [20] S. d. Freitas, “Learning in immersive worlds,” *Joint Information Systems Committee.*, 2006.
- [21] A. Cockburn and S. Greenberg, “TurboTurtle: A collaborative microworld for exploring Newtonian physics,” *The first international conference on Computer support for collaborative learning*, 1995.
- [22] L. Edwards, “Embodying mathematics and science: Microworlds as representations,” *The Journal of Mathematical Behavior*, 1998.
- [23] L. P. Rieber, “Seriously Considering Play,” *Article*.
- [24] L. D. Edwards, *The Design and Analysis of a Mathematical Microworld*: eric.ed.gov, 1991.
- [25] R. A. G. CASTRO, *et al.*, “Ingeniería De Software Educativo Con Modelaje Orientado Por Objetos: Un Medio Para Desarrollar Micromundos Interactivos,” 1998.
- [26] S. Sivaloganathan and P. T. J. Andrews, “Design for Excellence: Engineering Design Conference 2000,” 2000.
- [27] J. Sauer, “A conceptual framework for designing micro-worlds for complex work domains: a case study of the Cabin Air Management System,” *Computers in Human Behavior*, 2000/1/31/.

Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

Facultad de Minas

120 años 
TRABAJO Y RECTITUD

Escuela de Ingeniería de Sistemas

Misión

La misión de la Escuela de Ingeniería de Sistemas es fomentar y apoyar la generación o la apropiación de conocimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico en el área de ingeniería de sistemas e informática sobre una base científica, tecnológica, ética y humanística.



Visión

La formación integral de profesionales desde el punto de vista científico, tecnológico y social que les permita adoptar, aplicar e innovar conocimiento en el campo de los sistemas e informática en sus diferentes aspectos, aportando con su organización, estructuración, gestión, planeación, modelamiento, desarrollo, procesamiento, validación, transferencia y comunicación; para lograr un desempeño profesional, investigativo y académico que contribuya al desarrollo social, económico, científico y tecnológico del país.



Escuela de Ingeniería de Sistemas
Dirección Postal:
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A
Facultad de Minas. Medellín - Colombia
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365
Email: esistema@unalmed.edu.co
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

