

# Optimización y experiencias de aplicación de la metodología híbrida en el desarrollo de proyectos de software educativo.<sup>1</sup>

## Optimization and Applying Experiences of Hybrid Methodology in the Development of Educational Software.

Carlos Andrés Palma Suárez<sup>2</sup>, Wilfredo Ariel Gómez Bueno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo, Colombia.

Artículo recibido en el mes de Marzo de 2014; artículo aceptado en el mes de Abril de 2014

Citación del artículo: Palma, C. A. & Gómez, W. A. (2014). Optimización y experiencias de aplicación de la metodología híbrida en el desarrollo de proyectos de software educativo. *I+D Revista de Investigaciones*, 3(1), 30-39.

### Resumen

Se presentan resultados de un estudio tecnológico aplicado, en el cual se prueba la eficacia de la aplicación de la metodología híbrida para el desarrollo de software educativo en dos casos: Uno, de contenidos complejos en la enseñanza-aprendizaje de la inteligencia de enjambres, y el segundo, en la enseñanza-aprendizaje de nociones pre-numéricas en preescolares. Los resultados muestran que la metodología tiene efectos favorables para

conseguir aprendizajes, basada en los aspectos tanto pedagógicos como técnicos en la estructuración, diseño y ejecución de la mismas; así mismo, muestra su capacidad para funcionar adecuadamente tanto en niveles iniciales como avanzados de la educación formal (preescolar y pregrado). Se considera así una metodología útil para desarrollo de software con base en objetos virtuales de aprendizaje (OVA).

**Palabras clave:** Diseño instruccional, modelado instruccional, OVA, software.

<sup>1</sup>Artículo de investigación tecnológica, de enfoque cuantitativo, resultado de un proyecto de investigación desarrollado en el grupo de investigación GIDSAW de la Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI) (Colombia). Dirección: Calle 9 No. 23-55, PBX: (7)6352525, Bucaramanga (Colombia).

<sup>2</sup>Ingeniero de Sistemas, Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI) (Colombia). Magíster en Gestión, Aplicación y Desarrollo de software, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Docente-Investigador del grupo GIDSAW. Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI) (Colombia). Correo electrónico: carlospalma\_sistemas@hotmail.com

<sup>3</sup>Ingeniero de Sistemas, Universidad Industrial de Santander (UIS) (Colombia). Magíster en Ingeniería de Sistemas e Informática, Universidad Industrial de Santander (UIS). Docente-Investigador del grupo GIDSAW. Corporación Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI), Bucaramanga (Colombia). Correo-e: wilfredo.gomez@udi.edu.co

**Abstract**

In this study there are showed the findings of a technologic-applied study, which the efficacy of the application of hybrid technology for educational software development is tested. Two cases are shown: one, about complex contents in the teaching-learning of the swarm intelligence, and the second one, in the teaching-learning of pre-numerical notions in pre-school students. The results show that the methodology allows learning in the students as well in the pedagogic as in the technical aspects of it and in its design and implementation; this methodology works in pre-school and advanced levels of formal education. Thus it is a useful methodology to the software development based on virtual learning objects (VLO).

**Keywords:** instructional design, instructional modeling, VLO, software.

32

**Introducción**

Las metodologías tradicionales de desarrollo de software educativo, tienen entre otras debilidades, la de la escasa contemplación de los aspectos curriculares y pedagógicos en su diseño y estructura, privilegiando los aspectos técnicos para su puesta en marcha; además, algunas de ellas omiten aspectos que otras sí consideran, con lo cual se encuentra un panorama de incompletitud que resta eficacia a los recursos o dispositivos tecnológicos que se desarrollan. En virtud de esto y producto de un proceso de documentación y revisión metodológica, se desarrolló una metodología híbrida (Palma, Díaz & Lizcano, 2011) que suplía estas falencias,

robusteciendo además los diseños de software educativo en todos los niveles de la educación. De esta forma, se atendían aspectos que otras metodologías tradicionales no atendían, tales como los lineamientos curriculares (MEN, 2010) que pueda presentar el gobierno local, la metodología de enseñanza-aprendizaje virtual según la edad, el nivel académico y las condiciones de los estudiantes, la planificación para proponer prototipos de software operacionalmente eficientes.

Mediante estudios específicos impulsados a través de proyectos de grado en la Universitaria de Investigación y Desarrollo de la ciudad de Bucaramanga, el grupo de investigación GIDSAW profundizó en diferentes aspectos que fortalecieron la metodología híbrida planteada, tales como: Objeto virtual de aprendizaje sobre programación orientada a objetos en arquitectura de capas en aplicaciones orientadas a procesos (Sepúlveda & Jaimes, 2012); objeto virtual de aprendizaje sobre equivalencia de métodos de bases de datos y estructuras de datos (Alvarez, Espíndola & Mejía, 2012); objeto virtual de aprendizaje para la ejercitación basada en actividades lúdicas con letras, sílabas y palabras (Amaya & Barrera, 2012); pruebas de reingeniería de objeto virtual de aprendizaje para la gestión de experimentos en ciencias naturales para educación básica primaria (Granados & Ramírez, 2012); prototipo de objeto virtual de aprendizaje sobre el concepto en los seres vivos en el área de ciencias naturales para el grado tercero de primaria (Lizarazo & Mantilla, 2012); prototipo de juego educativo sobre equilibrio de ecosistemas como apoyo a la asignatura de biología en educación básica primaria (Fernández & Jaimes, 2012).

En estos trabajos se profundizó en la metodología híbrida tanto en los aspectos técnicos como educativos, dirigidos a todos los niveles de la educación en su proceso enseñanza-aprendizaje, mostrando buenos resultados.

Bajo la pregunta tecnológica de ¿Qué efectividad tiene la aplicación de la metodología híbrida en el aprendizaje de conceptos complejos en pregrado y de nociones básicas en preescolar?, se planteó el presente estudio.

## Método

### Tipo de estudio

Se siguió un tipo de investigación tecnológica aplicada de nivel evaluativo, sobre la efectividad y el funcionamiento óptimo de la metodología híbrida para la enseñanza-aprendizaje de conceptos complejos sobre inteligencia de enjambres en pregrado de ingeniería de sistemas, y de nociones pre numéricas en preescolar.

### Participantes

Muestra no probabilística de estudiantes de grado preescolar, y muestra de estudiantes de séptimo a décimo semestre de ingeniería de sistemas de la Universitaria de Investigación y Desarrollo (UDI), sede principal en la ciudad de Bucaramanga.

### Materiales e instrumentos

Guía de aprendizaje bajo el lineamiento de la metodología híbrida, para realizar el modelo instruccional en cada caso.

### diseño gráfico y audiovisual.

En cuanto al diseño gráfico y audiovisual, se propusieron varios diseños de interfaz, tanto de la guía como del componente, seleccionando el diseño adecuado con el fin de generar un aspecto visual funcional y agradable al estudiante. La implementación del OVA se realizó utilizando la herramienta *Adobe CS5.5®*, dado el nivel de interacción que ofrece a los usuarios y la facilidad de exportación a dispositivos móviles, mientras que el componente informático fue desarrollado en Visual C#®.

### Procedimiento

En la aplicación de la metodología híbrida para la enseñanza de inteligencia de enjambres en estudiantes de pregrado universitario en ingeniería de sistemas.

Se utilizó la metodología híbrida para la elaboración de una guía de enseñanza, teniendo en cuenta que el tema es complejo y no existen medios sencillos de enseñanza de éste mediante tecnología educativa de software (Jiménez & Peñuela, 2007). Para el caso, en el aspecto operativo, se estableció el perfil del usuario al que se le presentan estos temas, así como sus conductas de entrada; se establece el uso de medios interactivos, el uso de un entorno audiovisual y el planteamiento inicial de la navegación general a través del objeto de aprendizaje; en el aspecto educativo se identificaron las necesidades de aprendizaje que se generaban alrededor de estos nuevos conceptos, buscando incorporar algunos principios didácticos y pedagógicos aplicables, y también se revisó y delimitó el contenido

temático, buscando cumplir los objetivos generales de aprendizaje que se querían plasmar en la guía. Con el fin de comprender y “bajar de nivel” la técnica de optimización por cúmulo de partículas (PSO), se realizó, en la subfase de revisión de análisis, un proceso de apropiación de los nuevos conceptos, desarrollando una revisión del estado del arte. Se realizaron actividades adicionales tales como filtrado de material bibliográfico encontrado sobre el contenido temático, el cual se halló en trabajos de posgrado pero no en pregrado; se identificaron y aclararon conceptos, se determinaron requerimientos técnicos necesarios para desarrollar el sistema, teniendo en cuenta la comprensión y aplicación de los algoritmos especiales que se pretende enseñar con estas nuevas técnicas; posteriormente se determinaron los requerimientos preliminares para el desarrollo de la guía de aprendizaje, y adicionalmente para el desarrollo de un componente informático, con el fin de presentar los principios aplicados de inteligencia de enjambres que se trabajarían en la guía. Justamente en el modelado instruccional de la guía, se organizó el contenido didáctico y se creó una serie de elementos importantes encaminados a mejorar el proceso de aprendizaje, cuyo objetivo principal es permitir que el estudiante adquiera un conocimiento adecuado de conceptos importantes de la inteligencia de enjambres, incluso sin necesidad de que el educador esté presente en la tutoría. La disposición temática del OVA se planteó de la siguiente forma: (a) Tema 1. Presentación de bases, (b) Tema 2. Enjambres, (c) Tema 3. Optimización de partículas, (d) Tema 4. Pseudocódigo del Algoritmo PSO.

Dado lo novedoso del tema, los requerimientos iniciales tanto para la guía como para el componente informático, no se pudieron determinar completamente al inicio, pero fueron una base muy importante para desarrollar un prototipo inicial para cada elemento. Durante la fase de desarrollo de estos prototipos y en cada versión terminada, se iba generando nuevas ideas para implementar en versiones posteriores, las cuales fueron complementando el listado de requerimientos de los sistemas (SRS). Esto significó, que no se generó una versión alfa, sino versiones de prototipos que se iban mejorando en cada iteración; para este caso se realizaron dos prototipos para la guía, y tres prototipos para el componente informático. Para el diseño gráfico y audiovisual, se propusieron varios diseños de la interfaz, tanto de la guía como del componente, seleccionando el diseño adecuado con el fin de generar un aspecto visual funcional y agradable al estudiante. La implementación del OVA se realizó utilizando la herramienta *Adobe CS5.5*®, dado el nivel de interacción que ofrece a los usuarios y la facilidad de exportación a dispositivos móviles, mientras que el componente informático fue desarrollado en *Visual C#*®.

Luego del desarrollo de la guía y del componente informático, los estudiantes a cargo del proyecto (Arias & Cáceres, 2012) realizaron pruebas piloto con estudiantes de séptimo a décimo semestre de ingeniería de sistemas de la UDI para la validación de la guía, para lo cual se les presentó inicialmente el tema con la guía de aprendizaje para que lo estudiaran y luego fueron evaluados.

En la aplicación de la metodología híbrida para la enseñanza de conceptos prenuméricos y nociones espaciales en estudiantes de 3 a 6 años en etapa preescolar.

El objetivo fundamental de estos proyectos fue la apropiación tecnológica de la interfaz de comunicación que provee el sistema Kinect®, para implementarlo en prototipos de juego educativo, con el fin de enseñar a niños de edades entre 3 a 6 años, varios de los conceptos que se explican en la etapa preescolar, como lo son, en estos casos, los conceptos pre-numéricos y las nociones espaciales (Arciniegas & Estupiñán, 2013). Las primeras actividades se encaminaron a reconocer el sistema educativo en la enseñanza de conceptos pre-matemáticos y de nociones espaciales en preescolar, realizando consultas con respecto a la población objetivo (los niños de preescolar) con el fin de comprender y conocer el tipo de usuario particular y también con el fin de seleccionar metodologías de enseñanza apropiadas para enseñar dichos conceptos, mediante documentación en psicopedagogía y entrevistas con docentes (Díaz & Palma, 2011). Luego de planificar y preparar al equipo de trabajo, se procedió a revisar los recursos disponibles (HW, SW, conocimiento de herramientas, bibliotecas reutilizables, recurso humano). Para la determinación de las tecnologías existentes en la implementación de Kinect®, se realizó un proceso de apropiación de la nueva tecnología, desarrollando una revisión de información sobre las características de funcionamiento de Kinect® y su interacción con diversos ambientes de desarrollo, entre ellos con motores gráficos 2D como Flash y motores 3D como Unity.

En estos proyectos se presentó el mismo fenómeno del presentado anteriormente: no se pudo determinar completamente los requerimientos del software al inicio, pero fueron una base muy importante para desarrollar un prototipo inicial. Para estos proyectos se hizo una fase de desarrollo inicial llamada “fase de exploración”, que consistía en hacer un reconocimiento de los elementos HW y SW que comprendía el desarrollo de aplicaciones utilizando el sistema Kinect®. Además, se hizo una revisión del funcionamiento de los entornos de programación requeridos, los cuales fueron *Unity-3D* y *Flash*, dado que dentro de los recursos de programación presentados por Microsoft para este sistema, no estaba ninguno que estuviera asociado con Unity-3D o Flash, ya que cada ejemplo o tutorial estaba dado para lenguajes de programación como *XNA*, *C#*, *Visual Basic* y *C++*. En esta primera fase, y luego de realizar varias consultas sobre la conexión entre las herramientas, se encontraron las aplicaciones adecuadas, las cuales permitirían una conexión exitosa entre el Kinect® y los motores gráficos a utilizar. Luego de realizar la fase de exploración y de generar una aplicación ligera exclusivamente para comprobar la conexión exitosa entre los sistemas a integrar, se procedió a generar prototipos en los que, para cada versión terminada se iban generando nuevas ideas, para implementar en versiones posteriores que fueron complementando el listado de requerimientos de los objetos de aprendizaje. En estos proyectos tampoco se generó una versión alfa, sino prototipos que mejoraban en cada iteración.

**Resultados**

**Metodología híbrida de desarrollo de software educativo.**

Surgió de la revisión de actividades de planificación y gestión de proyectos de desarrollo de software (Whiten, 1996; Presman,

2002) de su población objetivo, características generales y procesos de enseñanza-aprendizaje, de tal forma que se identifiquen aspectos pedagógicos, técnicos, aplicables en un ámbito virtual (SICILIA, 2009), quedando planteada en fases como formulación posible, tal cual se observa en la tabla 1.

Tabla 1. *Metodología híbrida propuesta de reingeniería y desarrollo de software educativo.*

Fase	Planificación general del proyecto
Sub fases	(a)Reconocimiento del proyecto a desarrollar, (b) Reconocimiento del proyecto desarrollado (si existe software previo), (c)Planificación inicial del equipo de trabajo. (a)Propuesta del proyecto presentada (anteproyecto), (b) Generación de pruebas iniciales de software existente (si existe software previo). HITO: PRUEBAS DEL SW DOCUMENTADAS
Hitos	(a)Revisión exhaustiva del análisis en los aspectos operativos, educativos y tecnológicos (o replanteamiento del software si existe software previo), (b) Revisión de antecedentes (comparación con software similares) HITO: ESPECIFICACION DE REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA (SRS).
Fase	Desarrollo del proyecto
subfases	(a)Modelado educativo o instruccional, (b)Análisis computacional, (c)Diseño computacional, (d)Diseño de ambiente exploratorio o instruccional, (e)Diseño gráfico y audiovisual, (f)Programación, desarrollo del software y/o proceso de (re)ingeniería de código, (g)Implementación e integración de módulos y correcciones del software.
Hitos	HITO: VERSIÓN ALFA LISTA (a)Pruebas piloto, (b) Capacitación, pruebas de campo y evaluación del software (Pruebas con usuarios reales) HITO: VERSIÓN FINAL DEL SW LISTA
Fase	Documentación
subfases	(a)Documentación del proyecto,(b) Documentación del producto
Hitos	HITO: BITÁCORA LISTA (DOCUMENTO DE PROYECTO)

Fuente: Autor

### **Validación de la guía y componente informático diseñados con tecnología híbrida.**

El primer resultado obtenido, deja ver que los estudiantes por medio del OVA, al usar una interfaz dinámica y con diseño agradable, se sienten más cómodos, logrando que el contenido fuera asimilado de una mejor forma. También se pudo constatar que el contenido temático, a pesar ser nuevo en el ámbito educativo actual de la universidad, se presenta de una forma entendible, haciendo que comiencen a interesarse en este novedoso tema. Cabe resaltar que un tema de esta complejidad no se había presentado a nivel de pregrado; sin embargo, los estudiantes lograron entender los conceptos básicos que comprende este tópico y adicionalmente mostraron un interés por conocer más a fondo sobre las aplicaciones reales de este tipo de técnicas de inteligencia artificial en la vida real.

### **Validación de la metodología híbrida en la enseñanza de conceptos prenuméricos y nociones espaciales en estudiantes de 3 a 6 años en etapa preescolar.**

Los prototipos finales, resultado de los proyectos desarrollados, fueron puestos a prueba mediante evaluaciones piloto con varios estudiantes de 3 a 6 años. Dado lo novedoso de la herramienta, en ambos proyectos se hizo una introducción previa al juego a los niños, para que comprendieran en qué consistía el juego y que era lo que debían hacer; además, se les permitió interactuar con las aplicaciones en varias oportunidades, para que se familiarizaran con el nuevo esquema de trabajo. Por una parte, en el

proyecto de nociones espaciales se observó que el prototipo causó interés y atención positiva en estudiantes y docente por el personaje del juego, y el poder jugar sin tener que usar controles, sino solo su cuerpo; para quienes habían tenido experiencias previas, tuvieron mayor facilidad, pero finalmente todos superaron el primer nivel. En el proyecto de conceptos pre-matemáticos, los estudiantes manifestaron entusiasmo para interactuar con el juego, y mantuvieron el interés en el mismo al momento de ejecutar la aplicación, y al ver el dispositivo de captura de movimiento Kinect®, además de las actividades de ejercitación proporcionadas y la efectividad del aprendizaje de las lecciones, debido a que el recorrido por el juego fue guiado por una voz. Con mayor atención y poniendo cuidado a la explicación que da el juego, fueron desarrollando cada una de las actividades propuestas en cada escenario.

### **Discusión**

La metodología híbrida para el desarrollo del software educativo, implica considerar los componentes técnicos, tecnológicos y pedagógicos en los cuales se contextualiza su acción y desarrollo; de esta forma se consigue un desarrollo de fases y sub fases específicas, conducentes a su realización de manera específica y concisa, superando problemas de carencia de información disponible acerca de usos tecnológicos de diferentes recursos como el sistema Kinect®.

La innovación generada por el uso de estas tecnologías en la formación educativa, permite crear nuevos entornos y formas de enseñanza en que se puede generar un aprendizaje de mejor calidad. De acuerdo con el Ministerio de Educación, “Educar con pertinencia para lograr la innovación, supone formar ciudadanos dispuestos a aprovechar su capacidad de construcción de conocimiento para transformarla en innovaciones, con la finalidad de mejorar la calidad de vida. Es garantizar la formación de capital humano requerido, para aumentar la productividad del país y hacerlo competitivo”. Es muy importante tener en cuenta que el mejoramiento en la calidad de la educación es responsabilidad de todos nosotros, especialmente los que estamos encargados del desarrollo de herramientas educativas, quienes podemos utilizar estas tecnologías emergentes. Por ello, se exhorta a los estudiantes de últimos semestres académicos, no solo de ingeniería de sistemas, sino también de diseño gráfico, a que no escatimen esfuerzos para que sus proyectos de grado enfocados a la enseñanza utilicen nuevas herramientas y metodologías apropiadas para desarrollar software educativo de calidad y así contribuir en gran parte al progreso de este país. Una sabia frase de Simón Bolívar dice “Las naciones marchan hacia su grandeza al mismo paso que avanza su educación”.

38

### Referencias

Alvarez, D. A., Espíndola, N. S., & Mejía, F. G. (2012). Objeto virtual de aprendizaje sobre equivalencia de métodos de bases de datos y estructura de datos. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Amaya, L., Sanabria, L. C., & Villamizar, M. A. (2013). Prototipo de Juego Educativo para la Enseñanza de Nociones Espaciales en Niños de Precolar, Basada en Captura de Movimiento mediante el Dispositivo Kinect de Microsoft. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Amaya, M., & Barrera, O. I. (2012). Objeto virtual de aprendizaje para la ejercitación basada en actividades lúdicas con letras, sílabas y palabras. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Arciniegas, H. A., & Estupiñán, J. A. (2013). Prototipo de Juego Educativo sobre Conceptos Pre-numéricos usando Clasificación, Secuenciación, Seriación y Cuantificación, para Niños de Precolar, Basado en Captura de Movimiento mediante el Dispositivo Kinect de Microsoft. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Arias, E. A., & Cáceres, R. F. (2012). Guía con componente informático para el aprendizaje de los principios de inteligencia de enjambres. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Díaz, S., & Palma, C. A. (2011). Pruebas y Reingeniería para el Objeto Virtual de Aprendizaje orientado al Aprendizaje de Conceptos Pre-matemáticos para educación preescolar. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Fernández, G. A., & Jaimes, J. A. (2012). Prototipo de juego educativo sobre equilibrio de ecosistemas como apoyo a la asignatura de

biología en educación básica primaria . Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Granados, W. J., & Ramírez, D. C. (2012). Pruebas y reingeniería de objeto virtual de aprendizaje para la gestión de experimentos en ciencias naturales para educación básica primaria. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Jiménez, B., D. F., & Peñuela, D. F. (2007). Escenarios para el aprendizaje de tendencias bioinspiradas. Sistemas ACIS.

KinectEducation. (2011). About KinectEducation. Obtenido de Página corporativa:  
<http://www.kinecteducation.com/blog/kinect-in-education/>

Lizarazo, Y., & Mantilla, B. N. (2012). Prototipo de objeto virtual de aprendizaje sobre el concepto en los seres vivos en el área de ciencias naturales para el grado tercero de primaria. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

Ministerio de Educación Nacional (2010).

Objetos Virtuales de Aprendizaje e Informativos. Obtenido de Colombia Aprende. Recuperado de:  
<http://www.colombiaprende.edu.co/html/directivos/1598/article-172369.html>

Palma, C. A., Díaz, S., & Lizcano, A. R. (2011). Metodología híbrida para reingeniería y desarrollo de software educativo. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo - UDI.

Pressman, R. S. (2002). Ingeniería del Software: Un enfoque práctico. Madrid: McGraw-Hill.

Sepúlveda, I. D., & Jaimes, D. (2012). Objeto virtual de aprendizaje sobre aplicaciones orientadas a procesos en programación orientada a objetos en arquitectura de capas. Bucaramanga: Universitaria de Investigación y Desarrollo.

SICILIA, M. A. (2009). ¿Qué es Reingeniería del Software? . Recuperado de <http://cnx.org/content/m17438/latest/>

Whiten, J. L. (1996). Análisis y diseño de sistemas de información. Madrid: McGraw-Hill.