



Caso de estudio del desarrollo de un videojuego basado en BCI

Case study of the development of a BCI-based videogame

Erika Julieta Restrepo Zapata*
Alejandro Díaz Jaramillo**
Isabel Margarita Vega Rodríguez***
Sandra Milena Velásquez Restrepo****

(Recibido el 28-12-2018. Aprobado el 15-04-2019)

Estilo de citación de artículo:

E. J. Restrepo Zapata, A. Díaz Jaramillo, I. M. Vega Rodríguez, y S. M. Velásquez Restrepo, "Caso de estudio del desarrollo de un videojuego en BCI", *Lámpsakos*, (22), pp. 48-58 (julio-diciembre, 2019). doi : 10.21501/21454086.3074

Resumen

Este artículo describe la metodología de formación por proyectos del Servicio Nacional de Aprendizaje–SENA y su integración con un proyecto de investigación aplicada. Lo que representa uno de los retos más importantes del Centro de Servicios y Gestión Empresarial, enfocado en involucrar a los aprendices en actividades asociadas con la investigación que les permitan aplicar lo aprendido para solucionar un problema real o satisfacer una necesidad puntual. Se presenta un caso de estudio para ilustrar cómo la metodología de formación por proyectos es utilizada en el desarrollo de un videojuego basado en Interfaz Cerebro-Computador (BCI). El trabajo fue realizado por aprendices de la tecnología en Desarrollo de Videojuegos, se emplearon metodologías adicionales como Design Thinking y SCRUM. Los resultados evidenciaron que integrar el proceso de formación con los proyectos de investigación aplicada es pertinente para involucrar a los aprendices en la investigación, lo que da lugar a un mayor nivel de dinamismo y motivación en la formación de profesionales con competencias técnicas e investigativas.

Palabras clave: BCI; Desarrollo de videojuegos; Pensamiento de diseño; Juegos serios; Señales electroencefalográficas; Investigación aplicada; Metodología ágil; Metodología de formación por proyectos; Videojuego; SCRUM.

* Tecnóloga en Formulación de Proyectos. Investigadora, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Integrante del grupo de investigación GIGAT, Medellín-Colombia. Contacto: ejrestrepo28@misena.edu.co

** Tecnólogo en Desarrollo de Videojuegos. Instructor, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), semillero ITADIR, Medellín-Colombia. Contacto: alejandrodiazjillo@gmail.com

*** Msc. en Ingeniería- Automatización Industrial. Investigadora, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Medellín-Colombia. Contacto: isabelmar.vega@gmail.com

**** Msc. en Ingeniería. Investigadora, Centro de Servicios y Gestión Empresarial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Medellín-Colombia. Contacto: smvelasquez@sena.edu.co

DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.3074>

Abstract

This article describes the training methodology based on projects by Servicio Nacional de Aprendizaje–SENA, a national apprenticeship service, and its integration with an applied research project. This represents one of the most important challenges of the Center for Business Services and Management, focused on involving the apprentices in activities associated with research, which allows them to apply what they have learned; solving a real problem or satisfying a specific need. A case study is presented to illustrate how the project training methodology is used in the development of a video game based on brain-computer interface (BCI). The task was carried out by apprentices of technology in Video Game Development. Additional methodologies such as Design Thinking and SCRUM were used. The results showed that integrating the training process with the applied research projects is relevant to involve the apprentices in the research, which leads to a higher level of dynamism and motivation, training professionals with technical and research skills.

Keywords: BCI; Video game development; Design thinking; Serious games; Electroencephalographic signals; Applied research; Agile methodology; Project training methodology; Videogame; SCRUM.

1. INTRODUCCIÓN

La formación profesional que imparte el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA constituye un proceso educativo teórico-práctico de carácter integral, orientado al desarrollo de conocimientos técnicos, tecnológicos, de actitudes y valores para la convivencia social que le permiten a la persona actuar crítica y creativamente en el mundo del trabajo y de la vida [1].

Es por esto que el aprendizaje basado en proyectos planteado en el Estatuto de Formación Profesional Integral (FPI) lleva a que estudiantes e instructores planeen, implementen y evalúen proyectos que tienen aplicación en el mundo real, más allá del aula de clase, logrando que estos en muchas ocasiones se asemejen fuertemente a un proceso de investigación [2]. En este sentido, en el 2012 surgió la evolución del modelo pedagógico SENA en el que se suministró el derrotero conceptual y aplicado para el desarrollo de las competencias laborales [3]. Por lo tanto, en el estatuto de la FPI se presenta la estrategia de investigación aplicada, por medio del proyecto formativo, posibilitando en los aprendices la articulación de conocimientos mediante el análisis interdisciplinar, su planeación y desarrollo en función de la investigación aplicada.

En este sentido, para fortalecer este trabajo, el SENA crea también el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA), mediante el acuerdo 00016, el cual propende por el mejoramiento de la educación con la incorporación de nuevas tecnologías y/o conocimientos en los procesos propios de la investigación para la formación profesional integral y la formación para el trabajo [4].

Convencionalmente, durante los procesos de formación en el Centro de Servicios y Gestión Empresarial se utiliza la metodología de formación por proyectos del SENA. Sin embargo, se carece de un enfoque estructurado que permita integrar el proceso de formación con los proyectos de investigación aplicada en el que los aprendices apliquen lo aprendido, de tal forma que solucionen un problema o satisfagan una necesidad puntual al involucrarse en actividades asociadas con los proyectos de investigación que se llevan a cabo

en los semilleros. Según registros de la entidad, se evidenció que de las personas inscritas en el programa que cumplen con los requisitos de selección, el 47% se matricula, pero solo el 31% continúa con su proceso de formación, por lo tanto, es importante diseñar estrategias que motiven la participación de los aprendices en proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, los cuales faciliten la identificación de las múltiples alternativas de solución a las necesidades que demanda el sector productivo.

Teniendo en cuenta el acelerado crecimiento en el desarrollo de videojuegos y su versatilidad [5], el Centro de Servicios y Gestión Empresarial, con apoyo de Tecnoparque (nodo Medellín), formuló el proyecto de investigación "Serious Play con realidad virtual a través de señales electroencefalográficas (EEG) para la adaptación y manejo de prótesis de miembro superior", que en adelante se nombrará como "Serious Game EEG", con el fin de desarrollar una plataforma para el entrenamiento de usuarios finales de sistemas Interfaz Cerebro- Computador (BCI por sus siglas en inglés) [6], convirtiéndose en el proyecto de investigación aplicada que se integra con la metodología de formación por proyectos del SENA.

Este artículo presenta la integración entre la formación por proyectos y la investigación aplicada. Se proporciona un ejemplo donde aprendices de la ficha 1438041 de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos (los cuales hacen parte del semillero de investigación ITADIR) desarrollan un videojuego basado en BCI como apoyo al proyecto de investigación "Serious Game EEG".

Estructura conceptual de la metodología de formación por proyectos del SENA

En la metodología de formación del SENA los aprendices deben realizar un proyecto formativo, el cual les permite ejecutar actividades agrupadas en fases similares a las que desarrollarán en el sector productivo y que están alineadas con el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) [7]. Mediante la realización del proyecto formativo, se evalúa el proceso de aprendizaje y

DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.3074>

la adquisición de competencias laborales al considerar los resultados que los aprendices deben demostrar en sus actividades de formación. En este, se busca que los aprendices resuelvan una situación o problema siguiendo un paso a paso que les permite: (a) realizar el análisis de la situación a resolver e informarse sobre ella, (b) planear la mejor forma de llevar a cabo esa solución, (c) establecer planes de acción, (d) ejecutar las actividades planeadas y (e) evaluar el cumplimiento y efectividad para el logro del objetivo planteado. En el proyecto de formación se deben aplicar las competencias que agrupan los conceptos, principios y procesos que están asociados a los resultados de aprendizaje de las diferentes fases y actividades [8]; en la Fig. 1 se representan los componentes de la metodología de la formación por proyectos utilizada en el SENA.

2. MATERIALES Y MÉTODO

La metodología de formación por proyectos del SENA es la base de esta investigación; sin embargo, se incluyeron las metodologías Design Thinking [9], [10] y SCRUM (metodología de trabajo para definir los pasos a seguir en un proyecto) [11], [12], con el fin de garantizar la integración de la formación con la investigación. A continuación, se describen en detalle las fases de la metodología de formación por proyectos aplicadas al caso de estudio:

Proyecto

Situación

En el Centro de Servicios y Gestión Empresarial se llevan a cabo diferentes proyectos de investigación asociados a los semilleros con los que cuenta este centro de formación. El proyecto de investigación “Serious Game EEG” se formuló con el objetivo de desarrollar una plataforma de Serious Play para el entrenamiento de usuarios finales de sistemas BCI. Para el desarrollo del proyecto se planteó la necesidad de conformar un equipo de trabajo multidisciplinario compuesto por

investigadores, gestores, instructores, practicantes y aprendices de programas del SENA. Lo anterior evidencia un contexto propicio para la innovación y para proponer soluciones a partir de un micro-proyecto, en el cual los aprendices de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos fortalecen las habilidades y competencias relacionadas con el programa de formación.

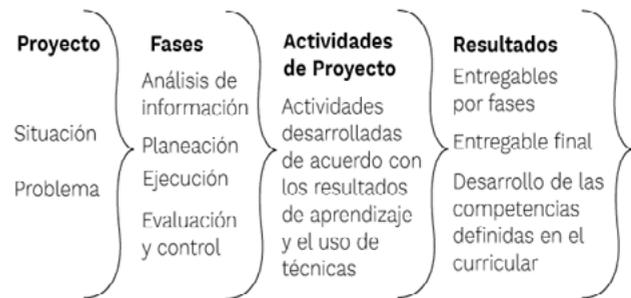


Fig. 1: Metodología de aprendizaje por proyectos [8]

Problema

El problema o reto a solucionar incluye dos aspectos: (1) el objetivo principal del proyecto de investigación y (2) la integración y articulación del proyecto de investigación con la formación por proyectos del SENA

Fases

Análisis de la información

Se realizó una reunión en donde se les presentó al instructor y a los aprendices de la ficha 1438041 de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos el proyecto “Serious Game EEG”. Se creó un micro-proyecto con los aprendices que manifestaron interés en participar y con base en los requerimientos definidos por el equipo de trabajo, se definió como objetivo desarrollar un videojuego que permita utilizar señales cerebrales como comandos de control. Para la búsqueda de la solución más apropiada, los aprendices llevaron a cabo un proceso de investigación relacionada con BCI y videojuegos, realizaron búsquedas en bases de datos como Scopus, Tree of Science, IEEE Xplore, Redalyc, Scielo,

Science Direct y Google Scholar, con el fin de identificar los requerimientos para el trabajo a realizar. Adicionalmente utilizaron la metodología Design Thinking [13], [14] con el propósito de generar ideas que permitieran diseñar y construir un videojuego bajo el concepto de *Serious Game*. Esta metodología que traduce "Pensamiento de Diseño" se puede utilizar como herramienta pedagógica para dar solución a las problemáticas que presenta un usuario, buscando innovar y centrarse en las necesidades de las personas al contemplar las diferentes opciones existentes, antes de elegir la que se considera más apropiada [10], [14]. Como resultado de esta actividad, se obtuvieron 10 concepciones diferentes de juego, como se describen en la Tabla 1. Al aplicar una matriz de ponderación como criterio para elegir el juego, se seleccionó el juego número 9 llamado Proeza; luego de esto, se procedió a elaborar los documentos The Game Concept Document (GCD), The Pitch Document (PD) y The Game Design Document (GDD); utilizando como referencia lo establecido en el programa de formación titulada elaborado por el SENA para la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos.

Planeación de las actividades

El instructor asignó las actividades a desempeñar por cada aprendiz dentro del proyecto, teniendo en cuenta las fortalezas, intereses y habilidades de cada participante. Fue necesario que los aprendices cumplieran con las funciones de programadores productores, diseñadores del juego, artistas gráficos y artistas sonoros, y de acuerdo con esto se establecieron las tareas y los tiempos de entrega [12], [15], [16]. Con el fin de realizar un trabajo colaborativo, se utilizó el software Trello como herramienta para la administración del proyecto, ya que permite identificar visualmente los procesos y proyectos a través de un tablero en el que se controlan las actividades por ejecutar, facilitando la corrección y optimización del proceso de producción [17], [18].

Tabla 1. Concepciones de juego

Nombre del juego	Objetivo del juego
Contingencia atmosférica	Este juego ofrece una forma interactiva y divertida de enseñar a las personas a identificar cuáles son los factores principales que influyen en la contaminación del aire y establecer cuáles son las acciones adecuadas que debe realizar, como actor de ciudad, para disminuir la contaminación. Con acciones correctas el jugador gana puntos que se reflejan en la cantidad de PM 2,5. PM 10 etc., que reportan las estaciones de SIATA y se aprecia un cambio positivo y automático en el entorno del juego. Si se pierden puntos, el usuario se enfrenta a situaciones contrarias.
Delitos electorales	Este juego es una simulación realista de una temporada de elecciones de autoridades territoriales que involucra partidos y movimientos políticos desacreditados, un orden público caótico y delitos electorales. Esta herramienta permite identificar los delitos electorales, lo cual puede ser útil en la disminución del abstencionismo y orientar a jóvenes que desean liderar proyectos sociales, económicos, etc.
Compras responsables	Este <i>Serious Game</i> se centra en la generación de conciencia de la importancia del consumo responsable y anima a los jugadores a tomar las decisiones correctas al momento de comprar, permitiendo el cambio de hábitos de consumo con base en sus necesidades y las de su entorno.
Learn while you run (Aprende mientras corres)	Este juego invita a los jugadores a pensar en soluciones para educar en aspectos tales como historia, comidas típicas, etc.
¿Quién quiere ser inteligente?	El objetivo de este juego es probar la habilidad de los jugadores en el conocimiento de la cultura y datos del país escogido dentro del listado propuesto en el juego.
Esquiva los obstáculos	Diseñado con el fin de identificar los inconvenientes que representa tener las calles llenas de obstáculos, como basuras por ejemplo.
Armando la frase	Este juego tiene como objetivo crear conciencia de que la educación sea vista como un juego. Los jugadores conocen sobre la región escogida lo que allí se consume, se exporta, su cultura, etc.
Perro Rockero	"Perro Rockero" invita al jugador a convertirse en un músico y desarrollar sus habilidades, enseñando notación musical, ritmo y cultura general de las ciudades o países que se visitan.
Proeza	Este juego tiene como objetivo atraer a los jugadores para que aprendan de botánica, mientras buscan proteger al personaje de los peligros y lo llevan a un lugar seguro.
Protegiendo a Toby	Este juego tiene como objetivo incentivar en los jugadores la importancia del cuidado y supervisión que debe tenerse con las mascotas para protegerlos de personas malintencionadas.

Ejecución

En la producción del videojuego se usó SCRUM, un método ágil de desarrollo de software que facilita la gestión de un equipo de trabajo para alcanzar la mayor productividad posible. Este marco de trabajo permite la coordinación de los programadores y otorga la flexibilidad de escoger la mejor opción para realizar el trabajo al dividir un proyecto en pequeñas actividades que componen un sprint, lo cual simplifica el seguimiento al progreso de la ejecución del cronograma planteado [11], [19]. Se asignaron los siguientes roles: el equipo desarrollador (Scrum Team), dueño del producto (Product Owner), el líder del equipo desarrollador o mentor (Scrum Master) [20]. El equipo desarrollador del videojuego Proeza fue descrito en el apartado anterior. El propietario del producto en este caso es el grupo de trabajo del proyecto "Serious Game EEG", quien participó de manera activa en el proceso de desarrollo con el fin de facilitar el trabajo de los desarrolladores, estando siempre atentos a resolver las inquietudes que se pudieran presentar en aspectos prioritarios y relevantes para el logro del resultado esperado. El instructor cumplió con el rol de Scrum Master o facilitador y fue quien direccionó al equipo hacia el cumplimiento de las actividades planeadas para garantizar la calidad en el trabajo [11], [21], [22]. En la Fig. 2 se ilustran los roles de la metodología SCRUM.

Evaluación y control

Los temas que incluye el programa de formación se desarrollaron de manera transversal a las actividades clave del trabajo de investigación; esto permitió que los aprendices pudieran aprender al hacer; por su parte, el instructor realizó seguimiento semanal al progreso del trabajo que se les había asignado de acuerdo a su rol. Luego de la revisión y visto bueno del instructor, se procedió a integrar el trabajo realizado por cada aprendiz con los avances grupales.

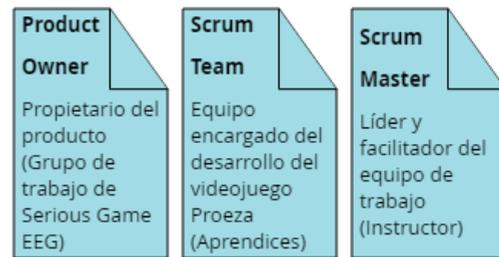


Fig. 2: Roles de la metodología SCRUM. Fuente: Elaboración propia a partir de [19]

Actividades de proyecto

A continuación se presentan las actividades realizadas en el proceso de producción del videojuego Proeza, que se encuentran contempladas en las competencias y resultados de aprendizaje planteados en el programa de formación titulada de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos del SENA [23]:

- Definir el género, la plataforma, la forma de distribución, el público, los personajes, los objetos, los controles, las interfaces, y las escenas (niveles, menús, cinemáticas, etc.), del videojuego según el concepto planteado.
- Determinar los requisitos técnicos de acuerdo con la plataforma.
- Especificar metodologías, métodos y herramientas de implementación.
- Clasificar la información sobre el estado del arte de desarrollo de videojuegos para buscar la metodología más apropiada según los requerimientos del cliente.
- Realizar el cronograma de trabajo para la construcción del videojuego.
- Elaborar el documento de diseño del videojuego.
- Definir las mecánicas del juego.

- Construir el prototipo de los niveles del videojuego con formas simples como cubos, pirámides, cilindros, entre otras.
- Crear los comportamientos de los elementos no controlables por el usuario, como los animales, sus animaciones y sus efectos al contacto con el jugador.
- Realizar las mecánicas, interfaces, controles del videojuego, crear las conexiones entre escenas (niveles, menús, cinemáticas, etc.), para este caso fue utilizado el lenguaje de programación C# (C Sharp).
- Documentar los desarrollos y cambios.
- Participar en la fase de pruebas para detectar errores, verificando la jugabilidad y los problemas de ejecución del videojuego para garantizar que corra fluidamente y sin bloquearse, realizando los ajustes necesarios.
- Optimizar los artes y los audios.
- Adecuar los modelos a los objetos del prototipo.
- Programar los sistemas de partículas de acuerdo con las texturas definidas.
- Programar acciones, blending de animaciones y visualización de cinemática.
- Preparar el videojuego para la distribución final.

3. RESULTADOS

Proeza es un videojuego que permite utilizar señales electroencefalográficas (EEG) como comandos de control en el juego. A continuación, se presenta un flujo de pantallas del juego resultante del trabajo realizado por los aprendices de la Tecnología en Desarrollo de Videojuegos con la orientación de su instructor.

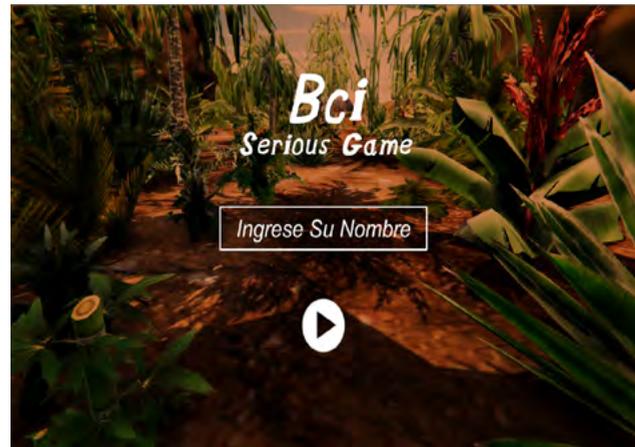


Fig. 3: Menú de registro

Inicialmente, se tiene el menú registro (Fig. 3). Se debe ingresar un nombre y presionar el botón de la flecha para avanzar al menú principal (Fig. 4).

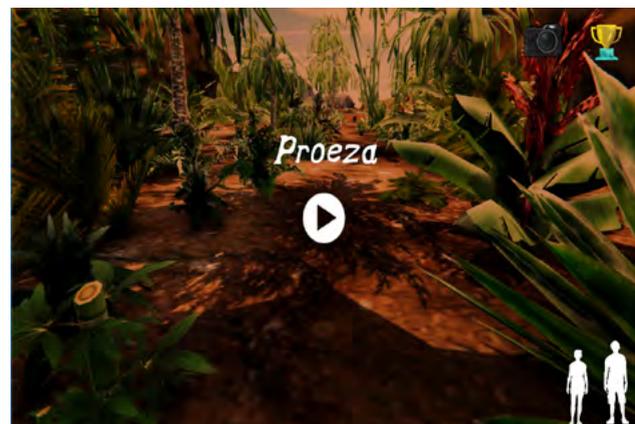


Fig. 4: Menú principal

El menú principal cuenta con los botones scores y galería en la esquina superior derecha; en la esquina inferior derecha se cuenta con el botón para ir al menú selección personajes (Fig. 5). En caso de que no se elija un personaje, el botón de play en el centro, igualmente enviará al menú selección personajes. Una vez se seleccione un personaje, aparecerá un botón en el centro con este dibujo (✓). Al ser accionado, este botón confirmará la selección del personaje y abrirá la ventana del juego (Fig. 6); el personaje elegido inicia estando inconsciente en la playa, pero en unos segundos se levanta y comienza a correr.

DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.3074>



Fig. 5: Menú selección personajes



Fig. 7: Juego Proeza



Fig. 6: Juego Proeza

En la ventana de juego se tiene la distancia recorrida por el jugador y su nombre de usuario en la esquina superior derecha; mientras que en la izquierda está la barra de vida del personaje y un botón provisional para cerrar el juego en la esquina inferior derecha (Fig. 7).

En la Fig. 8 se aprecia cómo el personaje comienza a encontrarse con los primeros obstáculos y a perder salud, hasta que finalmente esta llega a 0, el personaje deja de correr y cae inconsciente nuevamente al piso (Fig. 9).



Fig. 8: Juego Proeza



Fig. 9: Game over

En la Fig. 10 se encuentran las imágenes que se piensan desbloquear posteriormente a medida que el jugador puede llegar cada vez más lejos. Un botón con una X en la esquina superior derecha abre nuevamente el menú principal (Fig. 4). Por el momento solo se tiene

el diseño de esta tabla de score (Fig. 11), aún no muestra realmente el registro de los nombres de jugador ni de las distancias que recorrieron.



Fig. 10: Menú galería

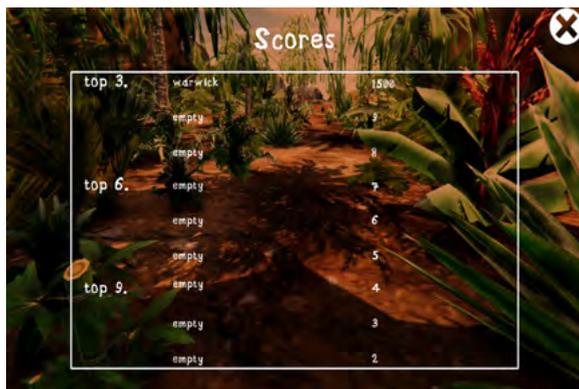


Fig. 11: Tabla de scores

4. CONCLUSIONES

Los proyectos de investigación alineados con la formación facilitan la generación de nuevos conocimientos de manera integral, sin importar el grado académico o rol de los aprendices en la institución; convierten las aulas de clase en espacios creativos, horizontales, de autoaprendizaje y permiten aprovechar el talento y las capacidades humanas de la comunidad SENNOVA (aprendices, instructores e investigadores).

A partir de este caso de estudio, se evidencia que el SENA requiere instructores abiertos a romper esquemas, a reevaluar diferentes procedimientos, organiza-

ción y priorización de cómo se está aprovechando la investigación desde los proyectos pedagógicos para formar capital humano con habilidades y destrezas que incrementen la capacidad de innovación de las empresas colombianas.

Los aprendices desarrolladores del videojuego manifestaron su satisfacción por haber participado en el proyecto “Serious Game EEG”, debido a que les permitió aportar con su creatividad e iniciativa a la elaboración de la propuesta para el videojuego; además, el tema trabajado fue innovador, permitió que ellos hicieran parte del equipo de trabajo del proyecto y laboraran en un ambiente muy similar al de una empresa de desarrollo de este tipo de software, lo que les dio una idea real de los retos a los que se enfrentarán en el mundo laboral.

El producto final fue un videojuego que utiliza las señales EEG como comandos de control, en el que los aprendices con la ayuda de su instructor y al poner en práctica la metodología de formación por proyectos del SENA, tuvieron la oportunidad de trabajar su proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera diferente, ya que los integrantes del grupo obtuvieron experiencias en el desarrollo de videojuegos basados en BCI y participaron de esta forma en la ejecución de un proyecto de investigación como complemento a su formación profesional integral.

Como trabajo futuro, se pretende integrar la formación de proyectos con propuestas de investigación relacionadas con otros programas impartidos por el SENA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), y en particular al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) a través del Centro de Servicios y Gestión Empresarial por financiar este trabajo, y a TECNOPARQUE SENA, Nodo Medellín, por el acompañamiento en el desarrollo.

DOI: <https://doi.org/10.21501/21454086.3074>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole.

REFERENCIAS

- [1] SENA, *Estatuto de la formación profesional integral del SENA*. Bogotá, 1997, pp. 1-44.
- [2] E. Londoño, D. Ruiz Navas, A. P. Mendoza, y V. Barbosa Robles, "Aprendizaje orientado a proyectos en la formación de técnicos y tecnólogos: Desarrollo de un fotocolorímetro digital en la Fundación Tecnológica Antonio De Arévalo, Colombia," *Saber, Ciencia y Libertad*, vol. 11, no. 1, pp. 211–222, 2016. doi: 10.18041/2382-3240/saber.2016v11n1.507
- [3] SENA, *Modelo pedagógico de la formación profesional integral del SENA*. Bogotá, 2012, pp. 1-18.
- [4] SENA, "Acuerdo 0016 de 2012: Por el cual se regula el programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación y se subrogan los Acuerdos 007 de 2006 y 004 de 2008," no. 1, pp. 2-11, 2012.
- [5] N. Switch, "State of the Game Industry 2018," 2018.
- [6] S. Göbel, "Serious Games Application Examples," in *Serious Games*, Springer, Ed. 2016, pp. 319–402.
- [7] J. M. Pardo Álvarez, *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid, 2017.
- [8] L. Zapata Pérez, "El instructor y la formación por proyectos en el SENA," *Open J. Syst. del SENA*, vol. 5, pp. 60–67, 2017.
- [9] L. R. Marra, K. Stanton-Nichols, Y. Hong, K. Gottschild, I. Pirzadeh, and S. Stamatis, "Design Thinking as a Strategic Planning Tool for Adapted Physical Activity Programs within a University Setting," *Palaestra*, vol. 32, no. 4, pp. 15–22, 2018. Available: <https://js.sagamorepub.com/palaestra/article/view/9523>
- [10] L. Cortés-Selva, and G. Wandosell-Fernández de Bobadilla, "Improving university students" results: A client-based experiment through design thinking and visual storytelling in communication," *Educación XX1*, vol. 21, no. 2, pp. 205–224, 2018. doi: 10.5944/educxx1.19981
- [11] E. S. Hidalgo, "Adapting the scrum framework for agile project management in science: case study of a distributed research initiative," *Heliyon*, vol. 5, no. 3, p. e01447, 2019. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e01447
- [12] F. Saenz Blanco, F. Gutiérrez Sierra, and J. C. Ramos Rivera, "Establishment of Agile Teams for Software Development", *Dimensión Empresarial.*, vol. 16, no. 2, pp. 39–54, 2017. doi: 10.15665/rde.v16i2.1042
- [13] D. Pierce, M. Davies, and B. Kryder, "Innovate with design thinking in the sport management capstone course", *Sport Management Education Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 26–34, 2019. doi: 10.1123/smej.2018-0018
- [14] F. Kobuti Ferreira, C. Elaine Oribe, H. Gomes, E. Bueno García, and L. Masako Ferreira, "New mindset in scientific method in the health field: Design Thinking," *Clinics*, vol. 70, no. 12, pp. 770–772, 2015.
- [15] R. A. Ramadan and A. V. Vasilakos, "Brain computer interface: control signals review," *Neurocomputing*, vol. 223, pp. 26–44, 2017.
- [16] N. B. Ahmad, S. A. Rahman Barakji, T. M. Abou Shahada, and Z. Ayman Anabtawi, "How to launch a successful video game: A framework," *Entertainment Computing*, vol. 23, pp. 1–11, 2017. doi: 10.1016/j.entcom.2017.08.001

- [17] N. Acerenza *et al.*, “Una metodología para desarrollo de videojuegos,” in *38° JAIIO–Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE 2009)*, 2009, no. Asse, pp. 171–176.
- [18] O. Granados and G. Reyes, “Kanban para el seguimiento de las observaciones rumbo a la re-acreditación del Programa Académico de Informática,” *Tecnol. Educ. Rev. CONAIC*, vol. V, no. 2, pp. 66–73, 2018. Disponible en: https://www.conaic.net/revista/publicaciones/Vol_V_Num2_MayAgo_2018/Articulo8.pdf
- [19] H. Lei, F. Ganjeizadeh, P. K. Jayachandran, and P. Ozcan, “A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects,” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 43, pp. 59–67, Feb. 2017. doi: 10.1016/j.rcim.2015.12.001
- [20] G. Sobrevilla, J. Hernández, P. Velasco-Elizondo, and S. Soriano, “Aplicando Scrum y Prácticas de Ingeniería de Software para la Mejora Continua del Desarrollo de un Sistema Ciber-Físico,” *Comput. e Informática*, vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2017.
- [21] P. Nidagundi, and L. Novickis, “Introducing Lean Canvas Model Adaptation in the Scrum Software Testing”, *Procedia Computer Science*, vol. 104, pp. 97-103, 2017. doi: 10.1016/j.procs.2017.01.078
- [22] O. Boude Figueredo, E. Sosa, y Andrés, “Juego serio: modelo teórico para su diseño y producción”, En C. Parra (Ed.). *Doctorado en Educación: temas y conceptos*, Chía, Colombia: Universidad de la Sabana, 2016, pp. 197-221.
- [23] Y. Sanabria, “Diseño tg en desarrollo de videojuegos,” SlideShare, 2013. Disponible en: <https://es.slideshare.net/yuyissanabria/diseo-tg-en-desarrollo-de-videojuegos>