



LA FORMACIÓN DE INGENIEROS:
UN COMPROMISO PARA EL
DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD

15 al 18
DE SEPTIEMBRE

20
20

www.acofi.edu.co/eiei2020

ENSEÑANZA EN LA CREACIÓN DE VIDEOJUEGOS CON HERRAMIENTAS LIBRES, INSPIRADOS EN EL AGRO COLOMBIANO, PARA INGENIEROS DE SISTEMAS

Óscar Camilo Valderrama Riveros, John Freddy Ramírez Casallas

**Universidad Cooperativa de Colombia
Ibagué, Colombia**

Resumen

La enseñanza en la ingeniería permite utilizar múltiples contextos para aterrizar o profundizar competencias. La Ingeniería de Sistemas permite una transversalidad frente a otras ingenierías, por lo que su aplicación permea múltiples contextos y/o escenarios. En el programa Ingeniería de Sistemas del Campus Ibagué-Espinal se dicta la asignatura Eléctrica Específica II. Desde el 2018 esta clase se ha enfocado en el desarrollo de videojuegos; ámbito que apasiona a los estudiantes y provoca una gran entrega a las actividades de la clase.

Anteriormente se permitía a los estudiantes seleccionar el escenario y temática de su videojuego. Pero articulados con el contexto local, nacional y los ODS (Objetivos de desarrollo sostenible) 2, 4 y 15: Hambre Cero e Industria, Educación de calidad, Vida de ecosistemas terrestres, se seleccionó el agro colombiano como contexto principal para su desarrollo. Adicionalmente, se proporcionaron instrucciones a los estudiantes acerca de cómo generar un videojuego que permita aprender sobre la agricultura.

Los temas propuestos por los estudiantes para los videojuegos fueron: Las plagas en los cultivos, conocer sobre los cultivos típicos por regiones y, de forma específica, cuál es el proceso para los cultivos de café y papa. Estos videojuegos se programaron utilizando herramientas libres, como Processing. Adicionalmente, se usó el uso de las placas Arduino para permitir una mayor interactividad con el videojuego.

En razón a la situación del Covid-19, este curso se migró a la modalidad virtual, lo cual permitió comprobar la posibilidad de dictar este curso de forma virtual y realizar una comparación con los

resultados de este, pero en modalidad presencial. Si bien el mayor reto fue el seguimiento del avance de los desarrollos en Arduino, los resultados finales fueron muy similares en ambas modalidades. Adicionalmente, es importante resaltar el interés desarrollado por los estudiantes en la creación de estos videojuegos, en donde fue necesario que investigaran sobre un tema atípico en la formación de ingenieros de sistemas, pero relevante para el desarrollo del país y de la humanidad.

Palabras clave: videojuego; agricultura colombiana; programación; ODS

Abstract

The engineering teaching allows multiple contexts to be used to achieve competencies. Systems Engineering allows transversality compared to other engineering. So, its application permeates multiple contexts and /or scenarios. In the Ibagué-Espinal Campus Systems Engineering program, the course Electiva II is taught. Since 2018 this class has focused on video game development; an area that students are passionate and causes great dedication to class activities.

Previously, students could select the setting and theme of their video game. But articulated with the local, national context and the SDGs (Sustainable Development Goals) 2, 4 and 15: Zero Hunger, Quality Education and Life and Land. Colombian agriculture was selected as the main context for its development. Additionally, students were instructed on how to generate a video game that allows them to learn about agriculture.

The themes proposed by the students for video games were: Pests in crops, learn about typical crops by region and, specifically, what is the process for coffee and potato crops. These video games were programmed using free tools, such as Processing. Additionally, it joins the use of Arduino boards to allow greater interactivity with the video game.

Due to the situation of the Covid-19, this course was migrated to the virtual modality. This allowed verifying the possibility of teaching this course virtually and making a comparison with the results. Although the biggest challenge was to follow the progress of the developments in Arduino, the results were very similar in both modalities. Thus, it is important to highlight the interest developed by students in the creation of these video games. Where it was necessary to investigate an atypical topic in the training of systems engineers, but relevant for the development of the country and humanity.

Keywords: videogames; colombian agriculture; programming; SDG

1. Introducción

El los dos últimos años, se ha podido mostrar que es posible avanzar exitosamente en la construcción de videojuegos en el marco de un modelo educativo crítico con enfoque de competencias (Valderrama Riveros & Ramírez Casallas, 2019). Se ha afirmado que la *formación*

integral de los estudiantes es posible gracias al conocimiento interdisciplinario que se deriva de la articulación sobre los conocimientos de los tres mundos en que se subdivide el Mundo de la Vida: el Objetivo (Naturaleza), el Subjetivo (La Persona), el Intersubjetivo (La Sociedad). Y esta formación integral se considera condición para ser en el Mundo de la Vida, mundo para el que se forma desde el proceso educativo (Unigarro, 2017). En este marco, se considera que el concepto de competencia puede enfocarse adecuadamente desde la perspectiva del ingeniero como Profesional Reflexivo.

En este contexto particular y para los propósitos de esta ponencia, se entiende que la competencia se puede escribir estructuralmente (Roegiers, 2010) como:

$$\text{Competencia} = \text{Capacidades} + \text{Contenidos} + \text{Situaciones}$$

Bajo estas condiciones, en esta ponencia se avanza en una revisión crítica de la formación integral de los estudiantes en función de tales componentes, afirmada con anterioridad. En primer lugar, superar la concepción técnica (Schön, 1998) del conocimiento, que aparece como predominante en la región (Ramírez-Arcila, Ramírez-Casallas, 2016; Ramírez-Casallas, Ramírez-Arcila, 2018), supone considerar las relaciones posibles entre capacidades y contenidos. Lo que ha llevado a afirmar que el proceso de creación de videojuegos aporta elementos para superar la ecuación tecnificadora del ser humano mediante las nuevas tecnologías (Ramírez-Casallas, 2015). Y esto es así porque integrar los contenidos necesarios para construir videojuegos en los que se deben poner en relación hardware y software (Valderrama Riveros & Ramírez Casallas, 2019), exige el desarrollo de unas capacidades complejas en las que el ingeniero de sistemas en formación pasa de ser usuario de lenguajes de programación e *inforealidades*¹ específicas sobre ámbitos particulares de la realidad (situaciones), a ser sujetos activos en el proceso de construcción de las mismas.

A pesar de todo, los hallazgos de experiencias anteriores, articulados a la construcción de videojuegos, exigen el cuestionamiento sobre el tipo de situaciones que han servido de base a este proceso de formación. En consecuencia, al notar que las situaciones que los estudiantes eligen para construir el videojuego son, precisamente, similares a las que existen comercialmente, entonces cabe preguntar: ¿de qué sirve formar a los estudiantes en la construcción de inforealidades específicas si terminan por imitar las que existen comercialmente?, ¿es necesario revisar las situaciones, de tal manera que se puedan integrar algunas de carácter auténtico, regionales, que contribuyan en su formación como sujetos activos, integrales y críticos? En esta línea, se propone como familia de situaciones aquellas que corresponden al agro colombiano y se evalúa el impacto que esta decisión tuvo en el desarrollo del curso, incluso con la novedad que apareció en su mismo desarrollo: la cuarentena por la emergencia alrededor del COVID-19.

¹ "Llamaremos *inforealidad* a la representación informática del conocimiento sobre un (algunos) sistema(s) de la realidad (biológicos, sociales, físicos, etc.), que requiere de *una programación* que permite estudiar *el cambio y la evolución* del sistema representado." (Ramírez-Casallas, 2015:104).

2. Problemáticas específicas

En el marco del mismo curso de Electiva II (tabla 1), se proponen como categorías de análisis para evaluar el trabajo formativo, las componentes de una competencia arriba enunciada, siguiendo los hallazgos de trabajo previo (Valderrama Riveros & Ramírez Casallas, 2019).

Curso: Electiva II (Semestre VIII del plan de estudios)		
Unidad de competencia: Analizar los requerimientos de los sistemas informáticos para diseñar software de acuerdo a las necesidades del usuario utilizando normas, estándares y metodologías vigentes		
Capacidades	Contenidos	Situaciones
Los estudiantes trabajan en desarrollo de software durante los diez semestres de la carrera, el uso de bases de datos cubre cursos que van desde el segundo hasta el décimo semestre. ¿Cuáles son las capacidades que los estudiantes deben poseer para desarrollar exitosamente el curso?	Se requieren conocimientos especializados, incluso de otras áreas de la ingeniería, como: programación de máquinas de estado, familiarización con las placas de desarrollo, programación del videojuego en sí. ¿Cómo se secuencian estos contenidos?	Creación de videojuegos alrededor del agro colombiano. ¿Se debe trabajar solamente el desarrollo de software o es conveniente trabajar también con el hardware?, ¿estas problemáticas contarán con la misma respuesta positiva de los estudiantes, como ocurrió anteriormente?

Tabla 1. Categorías de análisis. Modificadas a partir de Valderrama Riveros & Ramírez Casallas (2019)

En relación con las capacidades, se hace necesario revisar si el cambio de las situaciones en esta versión del curso permite ratificar o hace necesario revisar las capacidades ya obtenidas anteriormente. Respecto a los contenidos, es conveniente evaluar si la secuencia de contenidos ya identificada con anterioridad es posible en este caso. Teniendo en cuenta, además, que las condiciones de cuarentena obligatoria en el desarrollo de gran parte del semestre A de 2020, obligaron a reorganizar los espacios de trabajo y canales de comunicación que se venían empleando. Por último, el elemento más distintivo de este trabajo, la necesaria evaluación del papel del agro colombiano como una familia amplia de situaciones que sirvan de base en la construcción de los videojuegos. En el anterior trabajo, que los estudiantes tuviesen una actitud positiva hacia versiones comerciales que inspiraran su trabajo era, posiblemente, previsible. Pero ahora, la pregunta por el impacto de situaciones no tan tradicionales se convierte en un asunto de interés en la medida que -al menos desde la revisión teórica- es importante para potenciar la tesis de que se están formando estudiantes integrales y críticos.

3. Metodología

El curso empezó con las bases desarrolladas en Valderrama Riveros & Ramírez Casallas (2019). El objetivo era el desarrollo de un videojuego utilizando las herramientas libres de Processing (Processing Foundation, 2020) y las placas Arduino (Arduino, 2020). Pero con la diferencia de que en esta versión del curso el tema del videojuego es con respecto al agro. Por lo que el curso cambio su estructura (Figura 1) y se incluyó al principio del curso una clase sobre cuáles son los videojuegos con respecto al sector de la agricultura. Adicional a este cambio, el curso debía seguir la misma ruta de su predecesor. Pero por la contingencia del Covid-19, el curso cambió de modalidad y se vio limitada la opción de continuar con los Arduino, en razón a que muchos

estudiantes vieron afectadas sus economías, por lo que se decidió -en común acuerdo- dejarlo como un desarrollo opcional. En la figura 1 se observa como la ruta del Arduino se vio truncada.

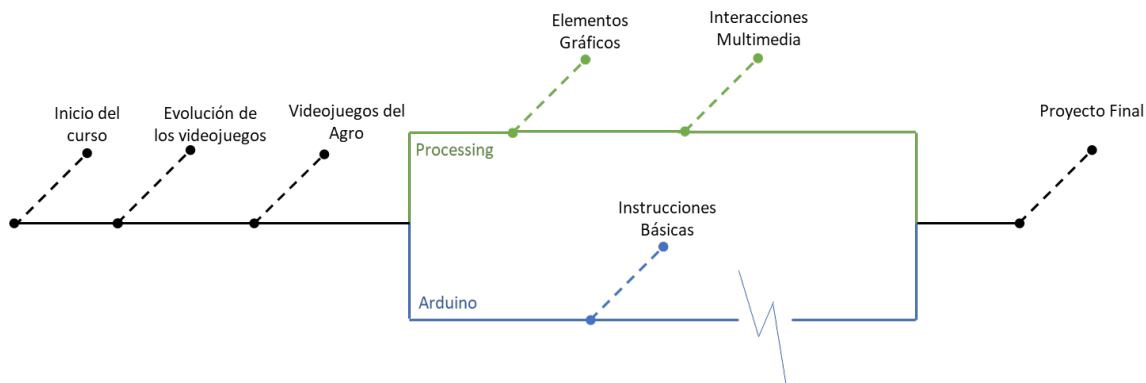


Figura 1. Desarrollo del curso

En base a lo expuesto la secuencia de contenidos (Tabla 2) cambió, por lo que el curso se enfocó más en el desarrollo con la herramienta de Processing. Adicionalmente, el curso se dictó de forma que el proyecto final fuera un desarrollo de software. Para este se les pidió a los estudiantes la entrega de un documento con los requerimientos funcionales, los cuales fueron la base para la evaluación del proyecto final. Se introdujo la metodología SCRUM (Schwaber & Sutherland, 2017) en su nivel más básico. En la tabla 3 se observa la secuencia desarrollada en SCRUM. Si bien no se aplicó la metodología en su forma estricta, el objetivo era una aproximación a un desarrollo de software aplicando la metodología de desarrollo ágil. Para el proyecto final, los estudiantes entregaban al final de cada sprint resultados parciales, los cuales estaban enlazados al cumplimiento de los requerimientos funcionales.

Semana	Actividad
1	Evolución de los Videojuegos
2	Videojuegos del Agro / Requerimientos Funcionales
3-5	Processing: Elementos Gráficos
6	Arduino: Instrucciones Basicas
7-9	Processing: Interacciones Multimedia
10-16	Proyecto Final

Tabla 2. Secuencia de contenidos

El desarrollo de las clases fue presencial, pero durante la cuarentena ordenada por la contingencia del COVID-19 y apoyados en los recursos tecnológicos y las directrices de la Universidad, durante las mismas horas de clase se realizaron encuentros sincrónicos mediante Microsoft Teams.

Semana	SCRUM
1-4	Product Backlog
5-7	Sprint 1
8-10	Sprint 2
11-13	Sprint 3
14-15	Sprint 4
16	Entrega

Tabla 3. Secuencia de SCRUM

Siguiendo los componentes expuestos, adecuados de acuerdo con experiencia anterior (Valderrama Riveros & Ramírez Casallas, 2019), se procedió a estudiar los resultados obtenidos de acuerdo a las categorías de análisis previstas (Tabla 1). Este análisis sigue una estructura propia a la de un estudio reflexivo sobre la práctica pedagógica, forma particular de la propuesta de profesional reflexivo de Donald Schön (1998) llevada al ámbito pedagógico. Operativamente, se tomaron las descripciones de las clases del semestre, elaboradas antes (Reflexión pre-activa), durante (reflexión durante la acción) y después de las clases (reflexión sobre la acción), para elaborar una síntesis que permita describir un panorama particular, apoyado en evidencias y que permita evaluar los interrogantes principales que se han tenido en el desarrollo del trabajo (Tabla 2).

4. Resultados

Como se mencionó anteriormente, el tema de los videojuegos se limitó al agro colombiano. Los desarrollos de los videojuegos se pueden agrupar en tres categorías: La primera es mediante la recolección de recursos de aprendizaje sobre los productos agrícolas según la región. La segunda categoría se basó en el cultivo como tal, para esta experiencia el café y la papa fueron los dos cultivos seleccionados. Y en la tercera categoría se encuentra el manejo de plagas y de los recursos necesarios para los cultivos. Durante la presentación a los estudiantes sobre lo relacionado a los videojuegos del sector de la agricultura, se evidenció el desconocimiento de los estudiantes sobre este género, y fue más la sorpresa de los estudiantes al conocer las cifras en ventas de los juegos y la gran variedad y demanda que existe en la actualidad por este género.

El enfoque con la metodología SCRUM garantiza un resultado de mayor calidad. En este semestre los estudiantes, en su totalidad, presentaron un producto final sin bugs de mayor impacto; además de una interfaz limpia, con unos gráficos si bien en 2D, muy limpios y de una calidad superior a las demás versiones del curso. Es importante aportar que al remover por la contingencia el componente de Arduino, los estudiantes se enfocaron en la calidad gráfica del producto. Si bien se dejó al lado la interactividad que aporta el control de Arduino, mediante simuladores se realizó una introducción al funcionamiento de la placa. En la Figura 2 se observan capturas de pantalla del resultado final de los videojuegos.

Las grabaciones realizadas en los encuentros sincrónicos, en principio tenían como objetivo garantizar una flexibilidad para los estudiantes con problemas de conexión a internet o fluido

eléctrico. Pero se convirtió en una herramienta para los estudiantes, porque en la clase se explicaba el tema mediante ejemplos de programación, y además de tener el código disponible, ellos tenían la explicación de este. Por lo que pudieron repasar la clase varias veces, lo que permitió un desarrollo más ágil de los proyectos finales. Comprobando la posibilidad de poder dictar esta clase de forma presencial o remota. Incluso se abre la puerta a una modalidad combinada.



Figura 2. Videojuegos Creados

Como requerimiento adicional, los videojuegos debían construirse como una inforealidad sobre el sector agrícola, y podrían usarse como apoyo educativo para conocer el sector agrícola, si bien no era el objetivo principal. En todos los videojuegos se logró que los temas fueran tomados de casos reales (plagas, cultivo, regiones, etc.) y se garantizara un mínimo aprendizaje sobre el sector o lograr despertar el interés o la curiosidad por parte del jugador sobre el Agro Colombiano. Sorprende que, a pesar de no coincidir con las inforealidades comerciales que normalmente conocen los estudiantes, la actitud y el compromiso de los estudiantes en la construcción de este tipo de inforealidades fue alta, al igual que en la experiencia anterior.

Estos resultados ratifican los obtenidos en la experiencia anterior (Valderrama Riveros & Ramírez Casallas, 2019), donde los estudiantes debieron exigirse en el proceso de construir hardware y software en el proceso de construcción de una inforealidad específica. Además, este resultado es consistente con los resultados de Angarita & Osorio (2017), Arnez et al. (2014) y Bourgeois et al. (2019) en lo que respecta al videojuego como excusa para promover el aprendizaje.

5. Conclusiones

En las implementaciones los estudiantes aprendieron a programar videojuegos mediante Processing, un programa simple, el cual no es propiamente para desarrollo de videojuegos, su simplicidad y bajo consumo de recursos facilitó en los estudiantes el desarrollo de las competencias requeridas. El uso de la metodología SCRUM, habiendo retirado el trabajo con el Arduino debido

a la cuarentena, permitió que los estudiantes produjeran inforealidades con una mayor calidad gráfica.

Durante los encuentros presenciales y remotos, la secuencia de los contenidos del curso fue muy similar; en gran parte debido a que el curso no necesitaba de recursos de cómputo muy altos y los estudiantes podían desarrollarlo en sus casas. Además, en caso de no poder asistir a los encuentros sincrónicos, las clases quedaban grabadas para su posterior consulta.

En relación con las situaciones, la elección del agro colombiano como referencia se ha mostrado como un ámbito relevante en el fortalecimiento de la formación integral de los estudiantes de ingeniería de sistemas, al potenciar su conocimiento crítico de la región aunado a una respuesta positiva ante el proceso de aprendizaje. En síntesis, una formación integral y crítica que va aparejada a los ODS (2, 4 y 15).

6. Referencias

- Angarita, L. B., & Osorio, L. H. (2017). Software prototype for learning of computer programming based on digital games [Prototipo Software para el Aprendizaje de Programación Computacional basado en Juegos Digitales]. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975867>
- Arduino. (2020). *Arduino - Home*. <https://www.arduino.cc/>
- Arnez, F., Pace, J., & Sung, K. (2014). Learning while building games for teaching. *Computer*, 47(4), 88–91. <https://doi.org/10.1109/MC.2014.91>
- Bourgeois, M., Cubillos, C., Mellado, R., Roncagliolo, S., & Sentis, F. (2019). Ashy.alRescate(): A videogame for developing basic object oriented programming skills. *Proceedings - International Conference of the Chilean Computer Science Society, SCCC, 2018-Novem*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2018.8705257>
- Processing Foundation. (2020). *Processing*. <https://processing.org/>
- Ramírez Arcila, H. y Ramírez Casallas, J.F. (2016). Práctico Profesional Reflexivo. Estudio de múltiples casos y progresión formativa. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 59-63. Recuperado de www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/620/288
- Ramírez Casallas, J.F. & Ramírez Arcila, H. (2018). Aportes en la construcción de competencias de la práctica profesional de ingenieros civiles en formación, desde el enfoque del profesional Reflexivo. Estudio de caso. *Revista Practicum*, 3(2), 1-21. Recuperado de <https://revistapracicum.com/index.php/iop/article/view/52>
- Ramírez Casallas, J.F. (2015). *Integración de las NTIC a los procesos de enseñanza-aprendizaje de la Física desde la perspectiva del Modelo de Investigación en la Escuela (MIE)*. Estudio de caso. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla (España), Vol. 1. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/72779>
- Roegiers, X. (2010). *Una pedagogía de la integración. Competencias e integración de los conocimientos en la enseñanza*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona, España: Paidós Ibérica.

- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2017). *The Scrum Guide™ The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*.
- Valderrama Riveros, O. C., & Ramírez Casallas, J. F. (2019). Creación de videojuegos en la enseñanza del uso placas de desarrollo de hardware para ingenieros de sistemas. *Encuentro Internacional de Educación En Ingeniería 2019*.

Sobre los autores

- **Óscar Camilo Valderrama Riveros**. Magister en Ingeniería. Ingeniero Electrónico. Profesor tiempo completo. oscar.valderramar@campusucc.edu.co
- **John Freddy Ramírez Casallas**. Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales. Profesor tiempo completo. john.ramirez@campusucc.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2020 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)