



INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS EN LOS VIDEOJUEGOS

Artificial Intelligence for Feeling Analysis in Video Games

URIEL GARCIA REGALADO, YENORI CARBALLO VALVERDE

Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

KEYWORDS

*Computer vision
Machine learning
Design thinking
Lean start-up
Scrum
Artificial Intelligence*

ABSTRACT

Students from the State Distance University of Costa Rica develop video games then the feelings they transmit are evaluated. The objectives of this research are focused on determining a solution that, through artificial intelligence, automates its review. For this reason, relevant concepts are addressed, those that are related to Artificial Intelligence and its domain area: "Machine Learning". Regarding the methodological framework, it is made up of agile methodologies that through its tools allow establishing a business plan and a solution model. Finally, conclusions and recommendations are detailed according to the results of the analysis.

PALABRAS CLAVE

*Visión artificial
machine learning
design thinking
lean start-up
scrum
Inteligencia Artificial*

RESUMEN

Los estudiantes de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica desarrollan videojuegos que, posteriormente se evalúa cuáles sentimientos transmiten. Los objetivos de la investigación están enfocados en determinar una solución que, a través de la Inteligencia artificial, automatice la revisión. Por tal razón, se abordan conceptos relevantes relacionados con la Inteligencia Artificial y su área de dominio machine learning. En relación al marco metodológico, está compuesto por metodologías ágiles que, por medio de sus herramientas, permiten establecer un plan de negocio y un modelo de solución. Por último, se detallan conclusiones y recomendaciones según los resultados del análisis.

Recibido: 22/ 08 / 2022

Aceptado: 10/ 10 / 2022

1. Introducción

Los videojuegos nos ayudan a reprimir nuestras emociones negativas en el momento que jugamos, pero no nos hacen inmunes a la frustración. Lo que sucede es que nuestro cerebro, en el momento que iniciamos un juego, la amígdala se relaja y, como resultado, nuestras emociones negativas se reprimen, aunque no del todo, es como un estado de espera. En el momento que fallamos en el juego, las emociones se manifiestan como frustraciones, haciendo que nos enojemos, estemos tristes, contentos o asustados.

Con la ayuda de la Inteligencia Artificial, es posible extraer esas emociones aplicando técnicas científicas del campo de visión artificial, y extendiendo que la información resultante, podría ser utilizada para diversas investigaciones que permitan comprender mejor el comportamiento humano.

Un estudio de noviembre del 2020 realizado por la revista PLOS Biology, titulado «Computational imaging during video game playing shows dynamic synchronization of cortical and subcortical networks of emotions» [Las imágenes computacionales durante la reproducción de videojuegos muestran una sincronización dinámica de las redes de emociones corticales y subcorticales.] (Leitão et al., 2020, Sección título) menciona que diferentes componentes emocionales activan varias redes neuronales en paralelo distribuidas por todo el cerebro, y que su sincronización transitoria genera un estado emocional.

La investigación de este artículo tuvo como interés apoyar a la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, conocida como UNED, con un estudio e implementación de un modelo de Inteligencia Artificial, basado en el *Machine Learning*, específicamente, en el área de estudio de la Visión Artificial, que permita implementar Redes Neuronales Convoluciones (CNN), esta es una red neuronal artificial con aprendizaje supervisado que nos permitirá detectar las emociones de tristeza, asombro, alegría o enojo de un jugador de videojuegos.

Parte de lo que se realiza en el proceso de evaluación es que por medio de la observación reconocer las expresiones faciales de emociones, con el fin de tomarlo como parte de la evaluación, sin embargo, con la ayuda de estas tecnologías se podría automatizar este proceso. La disciplina de la visión artificial, permite por medio de sus métodos poder adquirir, procesar, analizar y comprender imágenes para poder tomar decisiones.

Un sistema es inteligente cuando es capaz de percibir el entorno, además, entiende y tiene capacidad de actuar, y puede aprender de manera automática. El concepto de Inteligencia Artificial se refiere a «Capacidad de un sistema informático de imitar funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje y la solución de problema» (Martens et al., 2022, Párr. 1).

La Unión Europea ha determinado en conjunto con algunas empresas e instituciones siete principios de regulaciones para la Inteligencia Artificial fiable, que permita respetar la autonomía y derechos de los ciudadanos en afán de prevenir discriminación y la imparcialidad.

1. Intervención y supervisión humanas
2. Robustez y seguridad técnica
3. Privacidad y Gestión de Datos
4. Transparencia
5. Diversidad, no discriminación y equidad
6. Bienestar social y medioambiental
7. Rendición de cuentas

2. Objetivo

2.1. Objetivo general

Aplicar Inteligencia Artificial para analizar aspectos faciales que permitan el reconocimiento de sentimientos de emociones en los videojuegos.

3. Desarrollo

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario comprender algunos conceptos relacionados con la Inteligencia Artificial, debido a que las herramientas que cuentan con esta característica, desarrollan soluciones para evolucionar y aprender de los datos con los que trabajan. De este modo, se

automatizan muchos procesos en los que no se necesita intervención humana. Es decir, esta solución automatiza la generación de modelos analíticos para el estudio de datos.

La Inteligencia Artificial, en sus múltiples definiciones, engloba cualquier sistema que intente entender y replicar el comportamiento del cerebro humano. El *machine learning* o aprendizaje automático es el área de la Inteligencia Artificial que se encarga del procesamiento de los datos para identificar grupos de comportamiento similares, tendencias, predicciones entre otros.

El proceso de aprendizaje se logra entrenando el sistema con un conjunto de datos y, como resultado, sería un modelo que clasifique o identifique la nueva información, de tal manera que se pueda disponer de un modelo y mejorarlo con futuros entrenamientos. La definición para *machine learning* se ha definido de la siguiente manera «es una rama de la inteligencia artificial (IA) y la ciencia de computación que se centra en el uso de datos y algoritmos para imitar la forma en que los seres humanos aprenden, con una mejora gradual de su precisión» (IBM, 2020, Párr. 2).

Con el uso de algunos métodos estadísticos, los algoritmos pasan por una fase de entrenamiento para hacer clasificaciones o predicciones, descubriendo información clave dentro de los proyectos de minería de datos. Posteriormente, estos conocimientos impulsan la toma de decisiones dentro de las aplicaciones y las empresas, lo que idealmente afecta las métricas clave de crecimiento.

Otro concepto que se aplica es el aprendizaje profundo o *Deep learning*, (Microsoft, 2022), se ha referido a esta definición de la siguiente forma:

Is a subset of machine learning that's based on artificial neural networks. The learning process is deep because the structure of artificial neural networks consists of multiple input, output, and hidden layers. Each layer contains units that transform the input data into information that the next layer can use for a certain predictive task. Thanks to this structure, a machine can learn through its own data processing. [Es un subconjunto del aprendizaje automático que se basa en redes neuronales artificiales. El proceso de aprendizaje es profundo porque la estructura de las redes neuronales artificiales consiste en múltiples capas de entrada, salida y ocultas. Cada capa contiene unidades que transforman los datos de entrada en información que la siguiente capa puede utilizar para una determinada tarea predictiva. Gracias a esta estructura, una máquina puede aprender a través de su propio procesamiento de datos]. (Párr. 2).

En aprendizaje profundo, el algoritmo puede aprender e inclusive predecir por sí mismo, según los datos que haya procesado, minimizando la intervención humana, dando como resultado un «aprendizaje automático escalable» (IBM, 2020, Párr. 2).

Por otro lado, la visión artificial es un área de la Inteligencia Artificial que va en aumento. Esta se enfoca en el desarrollo y el perfeccionamiento de técnicas que les dan a las máquinas las facilidades para ver, identificar y procesar imágenes de la misma manera como lo hacemos los humanos. Asimismo, se consideran los procesos de adquirir, procesar, analizar y entender las imágenes.

Las Redes Neuronales Convoluciones, CNN o bien ConvNets, son utilizadas dentro del *machine learning* o aprendizaje automatizado. Estas se caracterizan por aprender en las primeras capas, y han permitido solventar los problemas de visión por computadora. El reconocimiento de objetos ha sido su mayor ventaja, por ejemplo, el reconocimiento de la detección de rostros, detección o categorización de objetos, clasificación de escenas y de imágenes en general. Utilizan distintos tipos de capas. La capa más importante, y la que da nombre a la red, es la capa convolucional. La convolución es una matriz que considera las mismas dimensiones de la imagen original. Está determinada por filtros de tres dimensiones de pequeño tamaño que van desplazándose por la imagen, obteniendo las salidas de la capa. Este tipo de redes se divide en dos etapas, una es la convolucional y la otra es la etapa de clasificación.

La Inteligencia Artificial, con el desarrollo del *machine learning* y el *Deep Learning*, han permitido que se puedan identificar expresiones por medio del reconocimiento facial. En donde las disciplinas como el procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones y visión artificial, así como las redes neuronales, permiten realizar un análisis de sentimientos, en las que las emociones puedan influir positiva o negativamente en el aprendizaje y sobre todo en la motivación para aprender.

En cuanto a la inferencia, esta es la capacidad racional que tiene un individuo de obtener información o conclusiones que no han sido manifestadas de forma explícita. Se puede dar de manera

escrita, oral o en cualquier forma de comunicación. Se podría sacar una conclusión, a partir de algo que se supone que es verdadero o falso.

Trasladando el concepto a la Inteligencia Artificial, podemos afirmar que la inferencia consiste en poner en práctica lo que la IA ha aprendido en el entrenamiento. Una vez que la IA aprende el modelo, crea un modelo de inferencia que utilizará para resolver y / o clasificar el problema.

Uno de los diferentes proyectos de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica es observar las competencias adquiridas por los estudiantes del diplomado de la carrera de Ingeniería Informática de la Escuela, mediante el proceso de programación de videojuegos, el cual pertenece a la Cátedra de Tecnología de Sistemas.

Lograr que un alumno se sienta o no motivado a aprender «algo», es una de las claves del aprendizaje autónomo. Se plantea una investigación en la implementación de la Inteligencia Artificial, para analizar las emociones de una persona considerando sentimientos como enojo, felicidad, sorpresa y tristeza, cuando juega videojuegos que se han desarrollado por ellos mismos, y que permita realizar un informe de emociones.

4. Metodología

Como un plan de negocio, se ha utilizado una metodología investigativa que, por medio de la recopilación de datos, lecturas científicas y prácticas, entre otras herramientas que han permitido diseñar una prueba de concepto funcional, que logre evidenciar los beneficios de implementar la Inteligencia Artificial, en el ámbito educativo, específicamente cuando se trata de las labores que ejecutan los docentes con respecto a las evaluaciones.

Es importante destacar que, parte de la investigación, se concentró en el desarrollo del concepto de computación afectiva, que se basa en «el estudio y el desarrollo de sistemas y dispositivos que pueden reconocer, interpretar, procesar y estimular las emociones humanas» (BBVA, 2022, Párr. 1) y se ha enfocado en la visión artificial, utilizando patrones científicos para el análisis de expresiones faciales.

Este proceso de reconocimiento trae consigo otras áreas de estudio como lo que son la psicología y la ciencia cognitiva. Se trata de que los sistemas informáticos puedan interpretar el estado de emociones de las personas, para las diferentes tomas de decisiones en el campo que corresponda.

Esto se logra por medio de los sensores, micrófonos, cámaras, y la Inteligencia Artificial. Según las investigaciones de los expertos, se han determinado que existen dos maneras de categorizar las emociones en las máquinas, la primera es el discurso emocional y, la segunda, es la detección de las expresiones faciales.

Uno de los retos de la investigación fue demostrar el uso de la Inteligencia Artificial para el reconocimiento de las emociones aplicado a las personas que usan los videojuegos. Y es en este punto, donde se propone la creación de una prueba de concepto funcional, que permita evaluar los gestos de la persona jugadora, y que, extraiga los sentimientos de emociones, según una clasificación que se haya determinado.

La Universidad Estatal a Distancia dispone de una plataforma *UNED Games*. En la cual, los estudiantes pueden demostrar el ingenio creativo mediante el diseño de prototipos de videojuegos. Uno de los objetivos del curso, es incentivar a que el estudiante experimente y ponga en práctica los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Informática, con el fin de generar productos interactivos, ese proceso considera todas las etapas de desarrollo de un videojuego, desde el análisis, diseño, desarrollo, pruebas, hasta su producción y potencial lanzamiento.

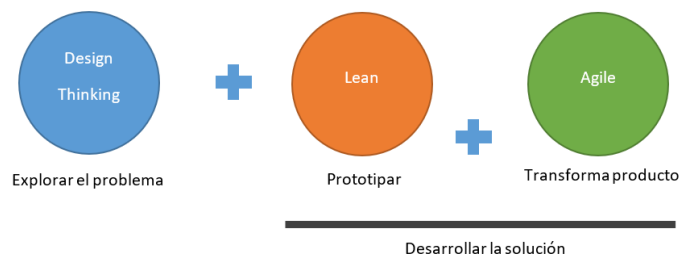
Según el sitio web de la UNED (2021), el curso tiene un enfoque de formación de emprendedores, donde se enseñan los siguientes principios:

- Formación y constitución de empresas en Costa Rica.
- Generación de Negocios.
- Identificación de nichos de mercado y diseño del producto.
- Formalidades, contratos y acuerdos legales.

Como parte de la elaboración de un proyecto de Inteligencia Artificial, se recomienda tomar en cuenta el modelo de Gartner, la cual hace énfasis a las metodologías ágiles como lo son *Design thinking*, *Lean Start-up*, *Scrum*, para desarrollar una propuesta de solución ante un problema complejo, estas metodologías ofrecen herramientas que sientan las bases para la obtención de información. De esta forma, nos permite conocer a la persona o institución, hay otras como el mapa de empatía, el mapa de

stakeholder, insights, customer journey, bussines model canvas, posibles *pains*, los cuales nos dan una mejor visión de lo que se espera, y determinar algunas propuestas de solución.

Figura 1. Basado en el Modelo de Gartner



Fuente: autoría propia

4.1. Design thinking

Es una metodología o un proceso que facilita soluciones a los problemas que se han planteado. Por tal razón, se realiza una labor de recopilación de datos y generación de empatía para lograr comprender la situación.

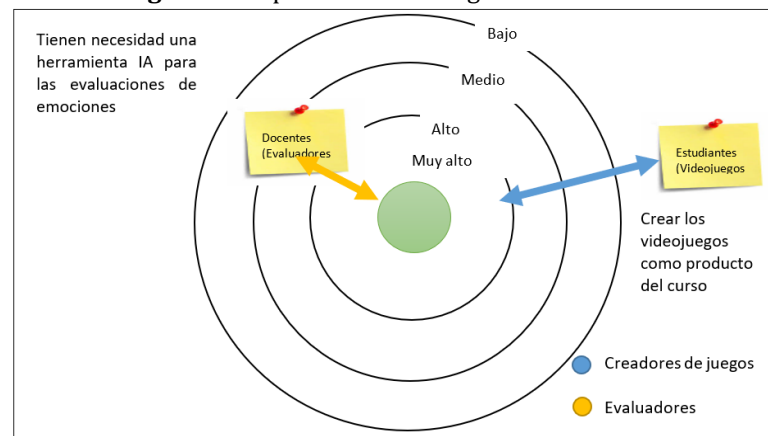
El paso a paso de esta metodología considera diferentes fases, tales como; empatizar que se enfoca en comprender a la persona para conocer su verdadero problema; definir que se enfoca en la recopilación de la información más importante; idear ayuda a generar ideas de todos los involucrados que permita llegar a una solución, luego sigue prototipar que hace un filtro de las diferentes ideas y se enfoca en creación de un diseño de solución; y por último tenemos probar que evalúa la solución planteada con todos los involucrados.

Durante la investigación se consideró cada una de las fases, algunas de las herramientas que se utilizaron se mencionan a continuación,

4.1.1. Herramientas de análisis y exploración del entorno

Mapa de stakeholders: por medio de una representación visual, se pueden identificar los grupos y personas de intereses que puedan colaborar e influir en el proyecto. Esto permite evaluar las relaciones con las partes involucradas en esta investigación.

Figura 2. Mapa *stakeholder* según Edward Freeman



Fuente: autoría propia

Insights: son la clave para encontrar la solución a un problema. Se aclara que no es la solución, pero sí se logra identificar la información que fue relevante como generador de valor para la investigación:

- Los profesores evaluadores deben invertir mucho tiempo en la revisión de los videos de un estudiante jugando, o bien en sesiones de *streaming* en vivo. Estas permiten identificar las emociones que los juegos les producen.
- El tiempo que los profesores evaluadores dedican a esa revisión, puede ser dedicado hacia otra actividad que permita enriquecer el proceso de enseñanza- aprendizaje.
- Se sugiere que se utilice un software con Inteligencia Artificial que pueda analizar la evaluación.
- Durante la evaluación, para la detección de las emociones, se debe descubrir de manera manual cada emoción que el estudiante emita, lo que podría tener una alta probabilidad de que, en algunos momentos, no se determine alguna de ellas.
- El tiempo en evaluar a cada estudiante por cada profesor es de 10 minutos, si consideramos que cada profesor tiene aproximadamente 30 estudiantes. Se estiman 300 minutos lo que equivale a 5 horas.

4.1.2. Herramientas de generación de empatía

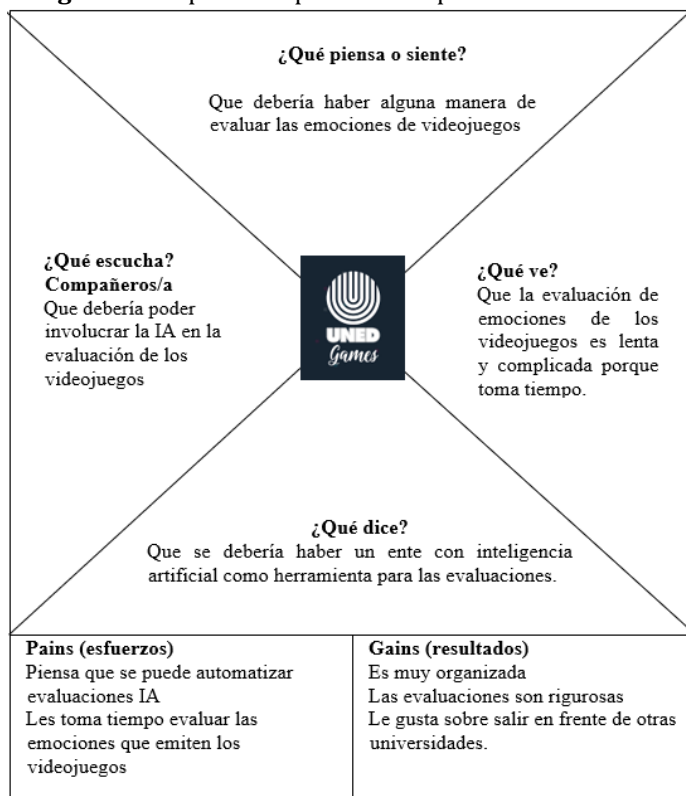
Están orientadas descubrir que sienten los involucrados, y que estos se sientan que se han atendido sus necesidades por medio de la tecnología en nuestro caso. Es por ello que se utilizan las herramientas que se indican a continuación:

Entrevistas: se realizan algunas entrevistas con las personas interesadas para entender el contexto del reto para esta investigación.

Mapa de empatía: se utilizó esta herramienta para plasmar, de manera gráfica, las necesidades de poder contar con el apoyo de la tecnología para las evaluaciones de emociones de los videojuegos.

El mapa de empatía es una herramienta que permite comprender en detalle y conocer a las distintas aristas, para determinar las necesidades, sus motivaciones y sus frustraciones. En el siguiente mapa de empatía, se puede observar la necesidad de contar con una herramienta de Inteligencia Artificial para la evaluación de los videojuegos, con el fin de determinar las emociones que estos emiten a las personas que los juegan.

Figura 3. Mapa de empatía de los profesores evaluadores



Fuente: autoría propia

Método persona: es una técnica que, a partir de la descripción de una persona, permite aportar información sobre las características de la parte interesada. Se utilizan los *insights* que se obtuvieron para dotar a la persona UNED de todos los atributos necesarios para empatizar con ella: comportamientos, motivaciones, *pains* y *gains*, y aspiraciones.

Figura 4. Herramienta persona UNED

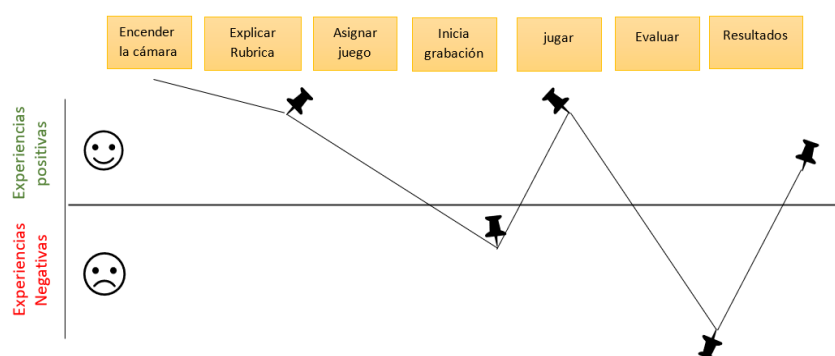
	<p>Datos demográficos Localización Costa Rica Es una universidad pública Matricula promedio 36.222 Sedes 44 Centros Universitarios Conferencias videojuegos</p>	<p>Servicios enseñanza-aprendizaje Ofrece carreras diferentes áreas Ofrece curso de videojuegos Incentiva la industria ingeniería Becas para estudiantes Capacita a los docentes</p>
<p>Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Curso de videojuegos.</p>	<p>Aspectos Organizada Responsable Incentiva la participación cursos Es colaborativa</p>	<p>Otra información relevante Primera en ofrecer cursos Tiene un puesto de liderazgo Incentiva al estudiante Dispone de su propia plataforma</p>
<p>Pains Piensa que se puede automatizar evaluaciones IA Les toma tiempo evaluar las emociones que emiten los videojuegos</p>	<p style="text-align: right;">Gains</p> <p style="text-align: center;">Es muy organizada Las evaluaciones son rigurosas Le gusta sobre salir en frente de otras universidades.</p>	

Fuente: autoría propia

Customer Journey map: Con esta herramienta, se plasman las etapas, interacciones, canales y elementos que se realizan durante la evaluación de un estudiante como resultado de un videojuego.

En la siguiente imagen, se evidencia que la parte de evaluación, es uno de los aspectos que generan experiencias negativas. En cambio, hay otras actividades que sí son necesarias que se realicen, por ejemplo, encender la cámara, explicar la rúbrica y la asignación del videojuego. En el proceso de iniciar la grabación y realizar la evaluación, es donde se nota un aspecto que genera una experiencia negativa.

Figura 5. Herramienta customer journey map profesores evaluadores



Fuente: autoría propia

Con esto se demuestra que se requiere de una herramienta de Inteligencia Artificial para que la evaluación se realice de manera automatizada.

Pains: se pudieron extraer los principales *pains* o aspectos no tan positivos. Primero, hay una parte de las actividades que se deben realizar porque son necesarias para la explicación. La segunda parte es la evaluación que determina que la falta de un mecanismo inteligente, por medio del *machine learning*, puede realizar la evaluación para determinar las emociones de una persona mientras juega. Además, se implementa la visión artificial para que reconozca emociones en el rostro de las personas que interactúan con los juegos.

En este caso, nos vamos a enfocar en el *pain* (segundo punto mencionado). Una solución es que exista un software que implemente *machine learning* para la actividad de evaluación, el cual determina aspectos faciales para el reconocimiento de sentimientos de emociones en videojuegos. Estos son desarrollados por los estudiantes de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

Scamper: se eligió una idea y se exploraron las posibles opciones alrededor de la idea, la cual consiste en la construcción de una herramienta de Inteligencia Artificial para apoyo en las evaluaciones.

Lean start-up: esta metodología ayuda a determinar o definir el producto, por medio de métricas que permiten determinar si se va por un buen camino. El ciclo se basa en tres procesos: crear, medir y aprender. Lo que se busca es crear un modelo de negocio que pueda ser escalado de manera interactiva, para que las nuevas necesidades que se vayan determinando, se puedan ir adaptando.

Business model canvas: Según la definición para el *business model canvas* o modelo canvas es «es un modelo muy visual con el que podremos ordenar nuestras ideas a la hora de definir cuál será nuestro modelo de negocio.» (IEBSchool, 2021, Párr. 2).

Esta herramienta ayuda a comprender mejor el modelo de negocio del tema de los videojuegos. Además, permite describir, visualizar, evaluar y cambiar los modelos de negocio, según las necesidades.

En el siguiente cuadro se puede observar el modelo *business canvas* para el tema de los videojuegos en la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.

Tabla 1. Business model canvas, UNED

Business model canvas (Modelo de negocio canvas)				
UNED Costa Rica				
¿Quiénes te ayudan?	¿Qué haces?	¿Cómo ayudas?	¿Cómo interactúas?	¿A quiénes ayudas?
Los estudiantes que matriculan curso que la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica les ofrece.	Enseñar a realizar videojuegos, cubre la enseñanza sobre las necesidades técnicas de un artista gráfico o compositor musical a la hora de trabajar en conjunto.	Formación y constitución de empresas en Costa Rica. Generación de Negocios. Identificación de nichos de mercado y diseño del producto. Formalidades, contratos y acuerdos legales.	Servicio propio de manera gratuita para el proceso de enseñanza aprendizaje	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Informática, el estudiante debe pasar un examen de admisión donde se medirán sus habilidades adquiridas como ingeniero informático
	¿Quién eres y que tienes? Una universidad estatal de Costa Rica que ofrece la carrea de Ingeniería Informática	Generación de Negocios Proceso de producción	¿Cómo te conocen y cómo haces llegar lo que ofreces? a. Plataforma web b. Televisión c. Periódicos d. Boletines UNED e. Afiches	
	¿Qué das?	¿Qué obtienes?		
	Curso es gratuito para enseñar a realizar videojuegos para todos los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica.	Videojuegos hechos por estudiantes de la Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica. Los prototipos o proyectos vienen del Curso de Creación de Videojuegos del Bachillerato en Ingeniería Informática de la UNED		

Fuente: autoría propia

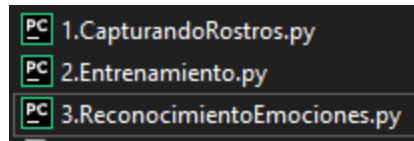
Ahora bien, otro aspecto importante en la investigación fue la utilización de lenguajes de programación y otras herramientas de prototipado para poder dar una propuesta. Estas permitieron la interacción con las diferentes técnicas para las soluciones de la Inteligencia Artificial, a continuación, se detalla el uso de ellas:

Prototipado: para la implementación del prototipo, se utilizaron algunas herramientas basadas en el desarrollo e implementación de librerías de Inteligencia Artificial. En el campo de la visión artificial, se escogió el lenguaje de programación Python, basado en el entorno científico llamado Spyder versión 5.0.5. Este es un apoyo en librerías basado en una biblioteca de código abierto para el tratamiento de la visión artificial como lo es *OpenCV*, *Matplotlib*. Además, clasificadores *Haar Cascade* es un método propuesto por Paul Viola y Michael Jones [7], el cual permite la detección de objetos que, para nuestro propósito de investigación, es reconocer acciones faciales de una persona para determinar su estado de emociones. Ahora bien, los clasificadores *Haar Cascade* se basan en *machine learning*, en el que se pueden utilizar imágenes para el entrenamiento del clasificador.

Python: se han creado tres clases en el lenguaje de programación Python, que tienen funcionalidades determinadas para la captura de los rostros y, en particular, en las emociones de enojo, felicidad, sorpresa y tristeza. Además de un entrenamiento, según tres modelos a considerar: *EigenFaces* que es un conjunto de vectores propios. *FisherFaces* se encarga del reconocimiento de

caras, teniendo en cuenta el reflejo de la luz y las expresiones faciales. Por último, *LBPH* es un operador de textura simple que reconoce, ya sea en *streaming* o en videos grabados.

Figura 4. Clases desarrolladas en Python



Fuente: autoría propia

Clase Python para captura de rostros: se ha creado la base de datos con la captura de rostros, según los tipos de emociones que son de interés tales como enojo, felicidad, sorpresa y tristeza.

Clase Python para el entrenamiento: modelos a implementar entrenamiento se realiza para determinar posteriormente la identificación de los rostros con sus las posibles emociones que se habían determinado en la captura, es importante indicar que se entrenará con tres modelos mencionados

Clase Python para probar los modelos: se realizan pruebas para determinar cuál de los tres modelos es el más óptimo. Estos modelos son EigenFaces, FisherFaces y LBPH, los cuales se utilizaron en el reconocimiento de emociones faciales. Además, determina, por medio de resultados, las veces que encontró las diferentes emociones: enojo, felicidad, sorpresa y tristeza.

Spyder: se ha utilizado la versión 5.0.5 como un entorno científico de Python que permite, fácilmente, desarrollar el código de Python.

OpenCV: para este proyecto se ha utilizado esta biblioteca de código abierto que permite la visión artificial y, por su defecto, *machine learning*. Es por ello que se han instalado las siguientes librerías:

- `pip install opencv-contrib-python`
- `pip install opencv-contrib-python --upgrade`
- `pip install opencv-contrib-python --user`

Luego, se debe importar dentro del proyecto como `cv2`, debido a que se tiene que interactuar con la clase `CascadeClassifier`.

Clasificadores Haar Cascade: estos clasificadores se basan en *machine learning* en los que se pueden utilizar imágenes para el entrenamiento del clasificador. Para lograr la implementación de esta funcionalidad, se necesita tener Python, Matplotlib y OpenCV.

Conjunto de datos: se realiza la captura de las emociones como base de conocimiento, para luego realizar entrenamiento y crear los modelos. Los pasos involucrados son la recolección de los datos de emociones por medio de OpenCV. Preparar los datos de este paso, involucra la obtención de trescientas imágenes como base para preparar el modelo, luego se debe elegir un modelo acorde a la mejor puntuación que este haya determinado. Por último, se debe evaluar el modelo y determinar su eficiencia.

Asimismo, se prepara la limpieza y selección del conjunto de datos para el entrenamiento. Se han seguido una serie de pasos, según la metodología de enseñanza de *machine learning*, siguiendo las siguientes fases:

Recolectar los datos: son cuatro sentimientos de emociones que se han determinado para este proyecto. Es por ello que, por medio de OpenCV, se ha capturado la información por imágenes tanto en *streaming* como en video grabados.

Preparar los datos: para cada una de las emociones, se han recolectado un total de 300 imágenes que serán el insumo necesario para preparar el modelo.

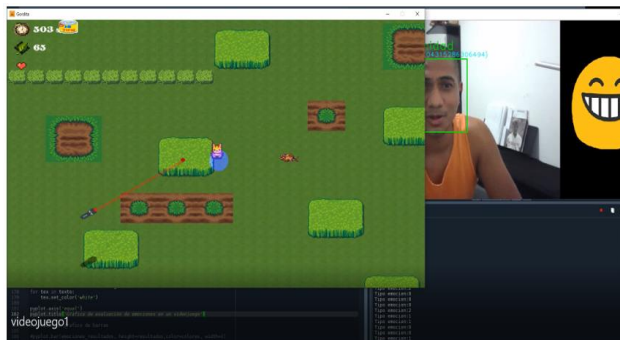
Elegir el modelo: como se ha mencionado en las etapas del entrenamiento, se han determinado los siguientes modelos:

- *EigenFaces* que es conjunto de vectores propios
- *FisherFaces* que se encarga del reconocimiento de caras, teniendo en cuenta como se refleja la luz y las expresiones faciales

- *LBPH* o *Local Binary Patterns Histograms*, que es un operador de textura simple, pero muy eficiente. Este operador etiqueta los píxeles de una imagen mediante el umbral de la vecindad de cada píxel, y considera el resultado como un número binario.

Evaluación de los modelos: un aspecto que es importante mencionar, es que se debió seleccionar el modelo que determinara mejor rendimiento y puntuación para la evaluación. En este proyecto se probaron todos los modelos.

Figura 5. Evaluando el modelo LBPH con OpenCV



Fuente: autoría propia

El modelo que mejor se ajustó a la evaluación fue Local Binary Patterns Histograms (LBPH), debido a que su reconocimiento de rostros, en sus diferentes emociones, dio mejores resultados. A continuación, se indican datos relevantes de este modelo en un juego que tuvo una duración de 40 segundos.

Según la revisión, se pudo determinar que el 73.17% pertenecía a la emoción felicidad, que corresponde a 30 caras que determinaron esa emoción. Estas fueron detectadas por el modelo de *machine learning*.

Tabla 2. Datos evaluación del modelo LBPH

Detección de emociones en los videojuegos realizados por los estudiantes		Resultados
Emociones detectadas	Cantidad	Porcentaje
Felicidad	30	73.17%
Enojo	1	2.44%
Sorpresa	2	4.88%
Tristeza	8	19.51%
Desconocidas	0	0%
Total	41	100%

Fuente: autoría propia

Otro modelo que se probó fue el de *FisherFaces*. A continuación, se indican datos relevantes de este modelo en un juego que tuvo una duración de 40 segundos.

Según la revisión, se pudo determinar que el 68.97% pertenecía a la emoción tristeza, que corresponde a 30 caras que determinaron esa emoción. Estas fueron detectadas por el modelo de *machine learning*.

Tabla 3. Datos evaluación del modelo FisherFaces

Detección de emociones en los videojuegos realizados por los estudiantes		Resultados
Emociones detectadas	Cantidad	Porcentaje
Felicidad	12	1.43%
Enojo	240	28.64%
Sorpresa	8	0.95%
Tristeza	578	68.97%
Desconocidas	0	0%
Total	838	100%

Fuente: autoría propia

Por último, se probó el modelo EigenFaces. A continuación, se indican los datos relevantes de este modelo en un juego que tuvo una duración de 40 segundos. Según la revisión, se pudo determinar que el 73.17% pertenecía a la emoción felicidad, que corresponde a 30 caras que determinaron esa emoción. Estas fueron detectadas por el modelo de *machine learning*.

Tabla 4. Datos evaluación del modelo EigenFaces

Detección de emociones en los videojuegos realizados por los estudiantes		Resultados
Emociones detectadas	Cantidad	Porcentaje
Felicidad	2	0.52%
Enojo	3	0.78%
Sorpresa	0	0.00%
Tristeza	380	98.70%
Desconocidas	0	0.00%
Total	385	100%

Fuente: autoría propia

5. Experiencias aprendidas

La utilización de diferentes metodologías ágiles, tal y como lo son Design Thinking, Lean Start-up y Scrum, ayudan a determinar las necesidades de los interesados. Por medio de prototipados concretos y objetivos, determinan que la inclusión de la Inteligencia Artificial y, específicamente el campo de la visión artificial, ayuda a mejorar los procesos en el entorno enseñanza-aprendizaje.

6. Conclusiones

El objetivo fundamental de esta investigación se centró en la aplicación de Inteligencia Artificial, que permitieran analizar aspectos faciales para el reconocimiento de emociones, con el fin de valorar mejoras en el proceso de evaluación de los videojuegos que desarrollan los estudiantes de la UNED.

Las conclusiones que se derivan de esta investigación buscan la retroalimentación para la universidad, acerca de la importancia de los proyectos de Inteligencia Artificial que se podrían realizar.

El aprendizaje automático o *machine learning* son técnicas que día con día son utilizadas para mejorar nuestra manera de vivir, asimismo, los algoritmos mejoran la interacción de las máquinas para la coloración hacia los trabajos o tareas que realizamos las personas.

Como todo en la vida, tenemos que tener mesura a la hora de elegir el mejor modelo y ajuste que se pueda realizar a este, porque tampoco podemos caer en el sobre ajuste. A mayor número de muestras en las fases de entrenamiento, menos probabilidad hay de que los modelos tengan sobre ajuste.

Por último, se evidencia que una herramienta de Inteligencia Artificial ayuda en el proceso de enseñanza-aprendizaje para determinar las emociones que un jugador pueda experimentar en un videojuego.

7. Recomendaciones

Que la universidad considere la importancia de los proyectos de Inteligencia Artificial para incorporarse en el modelo de enseñanza-aprendizaje.

Se deben crear espacios de oportunidad para conocer herramientas que puedan incentivar a los docentes y estudiantes en la incorporación de la Inteligencia Artificial.

Que la institución debería considerar en su presupuesto anual recursos económicos y humanos para la investigación de proyectos innovadores que se pueda implementar *machine learning*.

Dar continuidad al prototipo realizado durante este proyecto, para que se considere como importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Referencias

- Bagnato, J. (2020, 25 junio). Convolutional Neural Networks: La Teoría explicada en Español. *Aprende Machine Learning*. <https://bit.ly/2YeTADy>
- BBVA. (2022, 21 agosto). ¿Qué es la computación afectiva?. *OpenMind*. <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/que-es-la-computacion-afectiva>
- Fridman, L. (2019, 11 enero). Deep Learning Basics: Introduction and Overview. *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=O5xevoRL95U>
- IBM. (2021, 12 agosto). Machine Learning. *IBM Cloud Education*. <https://www.ibm.com/pe-es/cloud/learn/machine-learning>
- Kuksov, I. (2019, 2 diciembre). Sentido y sensibilidad: ¿debería la IA dominar las emociones?. *Kaspersky*. <https://www.kaspersky.es/blog/emotional-ai/20735/>
- Leitão, J, Meleuman, B., Van de Ville, D., & Vuilleumier, P. (2020, 12 noviembre). Computational imaging during video game playing shows dynamic synchronization of cortical and subcortical networks of emotions. *PLoS Biol*. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000900>
- Martens, J. (2021, 12 abril). ¿Qué es la inteligencia artificial? *Microsoft Docs*. <https://onx.la/1ce4d>
- Martens, J. (2022, 11 abril). Aprendizaje profundo frente a aprendizaje automático en Azure Machine Learning. *Microsoft Docs*. <https://n9.cl/dc1uq>
- Ochoa, M. (2021, 25 septiembre). Machine learning. Qué es Automated Machine Learning: la próxima generación de Inteligencia Artificial. *ITMasters*. <https://bit.ly/3FvSxCy>
- OpenCV. Machine Learning Overview. (s. f.). *Opencv*. Recuperado 10 de octubre de 2021, de https://docs.opencv.org/master/dc/dd6/ml_intro.html
- SPRH LABS. (2019, 21 marzo). Understanding Deep Learning: DNN, RNN, LSTM, CNN and R-CNN. *Medium*. <https://medium.com/@sprhlab>
- Torralla, P. P. (2021, 21 mayo). Qué son las Redes Neuronales Convolucionales. Thinking for Innovation. *IEBSchool*. <https://www.iebschool.com/blog/redes-neuronales-convolucionales/>
- Molina, D. (2022, 15 abril). Qué es el Modelo Canvas y ejemplos de Canvas reales. *IEBSchool*. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-el-modelo-canvas-y-como-aplicarlo-a-tu-negocio-agile-scrum>
- UNED (2021). ¿Qué es Uned Games? (s. f.). *UNED Games*. Recuperado 13 de octubre de 2021, de <https://www.unedgames.com/que-es-uned-games>