

Sistema que facilita la autonomía de los estudiantes de pregrado en entornos virtuales de educación universitaria

Artículo de Proyecto de Grado del Departamento de Diseño

Juan Sebastian Gil, *8sebasgil@gmail.com* y María Alejandra Renjifo, *marialejarenjifo@hotmail.com* Tutor(a): Andrés Felipe Naranjo, *afnaranjo@icesi.edu.co*

Abstract

Purpose - The purpose of this project is to increase the autonomy of undergraduate students who take classes virtually through a platform that encourages interaction, collaboration and motivation among users. Currently, new technologies have emerged as support elements within the learning process, even creating new learning methods such as e-learning. These new ways of learning are consolidated as strategies that can solve current problems in education, such as physical barriers and global access to knowledge. However, due to the little change that education has had and the lack of adaptation processes, students and teachers have had a hard time adapting and using these new technologies. Therefore, this project investigates the main problems of virtual education, such as the lack of autonomy and engagement in platforms, to generate a system, using virtual reality, that creates an interactive, collaborative and gamification-based ecosystem for the future of education...Curve.

Design/methodology/approach - The project was divided into 2 stages. During the first stage, a theoretical framework, interviews with professors and a focus group with university students were carried out to determine the main problems of virtual education and establish the focus of the research. Observations and analysis of a virtual class and a classroom lesson were also made to compare them and determine what were the benefits of each one, in order to apply them to the final solution. In the second stage, the scrum methodology (Denning, S., 2011) was used to make the minimum viable product of 2 prototypes: a web platform and a virtual reality interactive space. To evaluate these prototypes, usability tests were performed and autonomy was measured with the parameters of the IMI - Intrinsic Motivation Inventory - (Self Determination Theory, nd) using questionnaires with a Likert scale.

Findings - Collaborative interactions and interactive activities created with virtual reality were found to positively influence the learning process between students and teachers. The creation of a virtual space also generated more relatedness between users, which increased the engagement with the platform. Also, the proposed gamified activities positively influenced the student, and the functions in general gave him more control and perceived competence. For the teacher, it is a tool that allows them to have more control and security over their classes, as well as giving them ways to make them more dynamic. Finally, a 32% growth was noted in the autonomy of undergraduate students on the Curve platform compared to the platforms that are currently being used.

Practical implications - Educational institutions have begun to use new technological tools to generate new virtual education strategies. However, these platforms do not generate enough engagement to motivate students in their educational process. The use of Curve will allow these institutions to have technological support that will lead to the creation of new learning dynamics and interactive virtual classes, in a way that is appropriately adapted to both students and teachers. Thus, institutions will have both physical and virtual high quality learning environments that complement each other and promote the autonomy, creativity and motivation of students and teachers when using this new tool.

Originality/Value – Curve's innovation lies in providing a flexible and dynamic structure for virtual classes that combines and adapts elements of face-to-face education to give users greater control and ownership of the platform. Likewise, all its functions are based on the theory of active learning and gamification to generate greater motivation through collaborative work. In addition, Curve is a versatile environment that can be adapted to many types of classes providing different tools in a single platform, saving costs and offering facilities to the user.

Keywords

autonomy, active learning, virtual reality, motivation, gamification, virtual education

I. INTRODUCCIÓN

A través de la historia, la educación ha jugado un rol fundamental en la formación integral de niños, jóvenes y adolescentes, dando directrices que permiten la adquisición de conocimientos de diversa índole. De esta forma, la educación ha estado delimitada por un modelo de enseñanza que se originó hace más de 16 siglos en las antiguas academias de la Alta Edad Media (Rovira, 2018). El modelo educativo tradicional se caracteriza por la estandarización del conocimiento a partir de la relación existente entre un profesor y sus estudiantes. La metodología pedagógica tradicional ocurre dentro de un salón de clases, aula en la cual el profesor transmite sus conocimientos a un grupo de estudiantes que reciben la información con la que posteriormente serán evaluados. Sin embargo, poco a poco este sistema se ha ido deteriorando debido a que es “considerado como un modelo predecible, poco estimulante y que necesita una adaptación urgente a los nuevos tiempos” (Rovira, 2018) que ahora están siendo determinados por el uso de las nuevas tecnologías.

De esta forma, la educación tradicional representa un modelo centrado en el profesor, en el cual el sistema se enfoca en las enseñanzas en sí misma y su contenido, y no en los estudiantes y sus distintas necesidades y capacidades por lo que se motiva el aprendizaje de memoria (Li, Qi, Wang & Wang, 2014). Por tanto, diversos autores han propuesto una transformación a este sistema educativo por medio del aprendizaje activo, metodología centrada en el estudiante en la cual él mismo construye su conocimiento y toma un rol importante dentro de su propio aprendizaje siendo más independiente y autónomo (Johnson & Johnson, 2008; Papaja, 2011). Algunas estrategias utilizadas para adaptar a las estudiantes de un modelo pasivo a uno activo son la interacción entre estudiantes y su colaboración que “resulta en mayor rendimiento, mayor retención, más sensaciones positivas entre estudiantes y hacia la materia, y mayor autoestima académica” (Johnson & Johnson, 2008). Como resultado, el uso de las nuevas tecnologías ha generado nuevas formas de aprender que facilitan y potencian el carácter activo de los estudiantes, tales como el e-learning y el uso de herramientas de realidad virtual en la educación.

Según Sharma, Bhardwaj & Bhardwaj (2017) “la educación en línea es un enfoque moderno que usa herramientas multimediales efectivas y una red interactiva para mejorar la experiencia educativa”, lo cual permite generar nuevos modelos de aprendizaje basados en la educación abierta y centrados en el estudiante. En la última década, se ha dado un significativo aumento en el uso de estas plataformas, teniendo un 900% de crecimiento a nivel global desde el año 2000 hasta el 2017 (ExpoLearning, 2017), debido a sus beneficios como la accesibilidad y flexibilidad. Sin embargo, al ser un recurso educativo tan reciente, aún hay un camino largo por recorrer ya que no se ha generado un curso que adapte de manera correcta a los jóvenes, acostumbrados a la educación tradicional, y les potencie algunas habilidades necesarias como la organización y

autonomía. Por otro lado, se ha demostrado que el uso de herramientas como la realidad virtual y aumentada, dentro de la educación, ha impactado positivamente a los estudiantes mejorando sus capacidades de analizar problemas y nuevos conceptos a través del uso de espacios virtuales interactivos e inmersivos (Pan, Cheok, Yang, Zhu, & Shi, 2006). De este modo, el uso de estas tecnologías, junto a estímulos de diversa índole, permite mayor interactividad lo cual posibilita el aprendizaje activo, ya que el estudiante puede aprender a través de una experiencia que parece real, y tendrá aproximadamente un 90% más de retención a partir de ésta (Davis & Summers, 2015; Pan et al., 2006).

De manera que, la presente investigación pretende abordar la temática de la educación virtual y las formas como las herramientas de realidad virtual pueden aumentar la inmersión, la interactividad y la colaboración entre usuarios de estas plataformas, con el fin de potenciar el aprendizaje activo para facilitar la independencia, autonomía y motivación, las cuales son las principales falencias de los cursos virtuales actualmente (Arkorkor & Abaidoo, 2015).

A. Autonomía

Según Ryan & Powelson (1991), la autonomía es la capacidad de “regular el propio comportamiento y la experiencia y dirigir la iniciación y la dirección de la acción”, es decir, es la capacidad de regirse por sí mismo tomando decisiones e iniciativa propia. De manera semejante, Reeve y Jang (2006) afirman que la autonomía representa aquel sentimiento de tomar decisiones por sí mismo y de tener motivación que es intrínseca y se desarrolla con el tiempo, siendo poca su influencia por factores externos. La autonomía es un factor crucial a tener en cuenta dentro del marco de la educación ya que mediante profesores o actividades, que faciliten dicha competencia, se puede tener un impacto positivo en “el enganche del salón, la emocionalidad, creatividad, motivación intrínseca, bienestar psicológico, entendimiento conceptual, logros académicos y persistencia académico (Reeve & Jang, 2006). De manera que durante el diseño de una nueva estrategia de aprendizaje, mediante nuevas tecnologías, es imperante introducir, entender y aplicar el concepto de autonomía ya que su correcta facilitación otorga beneficios a los estudiantes en su proceso educativo.

Se examinará brevemente ahora las características de las personas autónomas con el fin de poseer indicadores que más adelante serán útiles durante la experimentación y evaluación del proyecto. Fazey y Fazey (2001) afirman que las personas autónomas se sienten autogestionadas en su toma de decisiones, se responsabilizan de los resultados de sus acciones y están intrínsecamente motivados. Para Deci y Ryan (1987), una persona autónoma se diferencia de una que no lo es, a partir de

la procedencia de su intención (Reeve & Jang, 2006). De modo que señalan que si la intención de una persona, es decir, su motivación para actuar se origina desde adentro, y no por causalidades externas, entonces la persona refleja una alta autonomía y tendrá diferentes tipos de motivación (Reeve & Jang, 2006). Bajo estas condiciones, Fazey y Fazey (2001) determinaron tres componentes psicológicos para determinar el nivel de autonomía de un estudiante: competencia percibida, control percibido y motivación. La competencia percibida se define como la forma en la que un estudiante tiene expectativas respecto a qué tan competente es, basado en sus habilidades, en un entorno determinado (Fazey & Fazey, 2001). La motivación se refiere a la iniciativa propia e intrínseca de actuar mientras que el control percibido significa la capacidad del estudiante para determinar que sus acciones y comportamientos tienen consecuencias tanto en su éxito como en su fracaso (Fazey & Fazey, 2001). Estos 3 conceptos psicológicos deben ser tomados en cuenta a la hora de realizar un entorno virtual educativo ya que “las necesidades de autonomía y relación son fundamentales para los procesos educativos y la motivación para participar en las actividades académicas” (Ryan & Powelson, 1991).

Hay que mencionar además que algunos factores que aumentan el nivel de autonomía ya están presentes en cada individuo pero pueden ser facilitados en el contexto académico (Ryan & Powelson, 1991). De esta manera, es importante analizar de qué forma las nuevas tecnologías pueden aportar en el desarrollo de la autonomía dentro de la educación ya que diversos estudios han podido demostrar que la experiencia de una persona puede verse afectada por recompensas, estilos de comunicación y estructuras sociales (Ryan & Powelson, 1991). Por ende, la experiencia a desarrollar debe poder influir en dichos factores para impactar positivamente la autonomía de los estudiantes. Finalmente, es importante analizar el rol que poseen los educadores en la autonomía de los estudiantes ya que mediante las experiencias en entornos virtuales se puede potenciar este rol. Reeve y Jang (2006) plantean que los profesores apoyan la autonomía cuando éstos conocen las necesidades de los estudiantes, dan un tiempo para trabajar en la solución de problemas y proporcionan explicaciones acerca de las metodologías utilizadas para que los estudiantes conozcan el valor de su aprendizaje. La figura 1 muestra las 11 formas en las que un profesor puede apoyar la autonomía según Reeve y Jang (2006).

Los profesores son entonces en gran medida artífices de la autonomía de los estudiantes, están por encima de las capacidades de las instituciones para promover dicha habilidad. Esto se debe a que la autonomía de los estudiante está ligada a

las interacciones estudiante profesor y estudiante estudiante y a la actitud que se presenta en dichas interacciones (Usuki, 2001). Para Usuki (2001), es indispensable, hacer reflexionar al estudiante sobre cómo está realizando su aprendizaje, y desarrollar autoconfianza y conciencia del progreso que tiene cada uno de los estudiantes.

El tipo de actividades que se propongan es de suma importancia si crear autonomía es a lo que se aspira, por lo que se debe trabajar dentro del marco de trabajo mediado por la experiencia y la colaboración. El entorno debe crear una atmósfera colaborativa, el profesor debe aumentar la confianza y la motivación del estudiante, a través de su intervención y el uso del trabajo en equipo (Usuki, 2001). De esta manera, el aprendizaje se crea en conjunto con perspectivas individuales y se comparte entre los colaboradores (Chen, 2013). El trabajo en equipo facilita la creación de una cultura autónoma, especialmente en grupos pequeños, donde los estudiantes deben tomar la responsabilidad como parte esencial del equipo y sus decisiones afectarán a todos y, al hacerlo, desarrollan una relación de propiedad por su propio aprendizaje. Así mismo, se le otorga la importancia necesaria a la forma en que se realicen estas actividades, ya que, “se cree que cuando los estudiantes sienten que están descubriendo algo que es importante y útil para ellos, utilizando su propio poder de observación y habilidades interpersonales, todo cambia” (Chen, 2013). Lo anterior ocurre debido a que el aprendizaje no se queda en un recuerdo o un concepto, sino que éste se vuelve un compuesto entre la experiencia individual y la información, volviéndolo algo significativo y útil (Chen, 2013).

Como resultado, los entornos virtuales educativos deben tener en cuenta el rol actual del profesor, en la facilitación de la autonomía, los tipos de actividades y la forma en la que se planean y ejecutan dichas actividades. Para de esta manera poder generar experiencias completas, con un contenido bien estructurado y que genere interacciones fluidas. Todo esto haciendo uso de las interacciones que ofrecen las herramientas de realidad virtual, permitiendo así una facilitación en el proceso educativo, llenándolo de un valor y un objetivo guiado hacia el aprendizaje y su posterior apropiación.

| | |
|---|--|
| 11 hypothesized autonomy-supportive instructional behaviors | |
| Time listening | Cumulative number of seconds the teacher carefully and fully attended to the student's speech, as evidenced by verbal or nonverbal signals of active, contingent, and responsive information processing. |
| Asking what student wants | Frequency of questions asking specifically about what the student wanted or desired, such as "Which pattern do you want to start with?" |
| Time allowing student to work in own way | Cumulative number of seconds the teacher invited or allowed the student to work independently and to solve the puzzle in his or her own way. |
| Time student talking | Cumulative number of seconds the student talked. |
| Seating arrangements | Whether or not the teacher invited the student to sit in the chair nearest to the learning materials. |
| Providing rationales | Frequency of explanatory statements as to why a particular course of action might be useful, such as "How about we try the cube, because it is the easiest one." |
| Praise as informational feedback | Frequency of statements to communicate positive affectance feedback about the student's improvement or mastery, such as "Good job" and "That's great." |
| Offering encouragements | Frequency of statements to boost or sustain the student's engagement, such as "Almost," "You're close," and "You can do it." |
| Offering hints | Frequency of suggestions about how to make progress when the student seemed to be stuck, such as "Holding the puzzle in your hands seems to work better than laying it on the table" and "It might be easier to work on the base first." |
| Being responsive to student-generated questions | Frequency of contingent replies to a student-generated comment or question, such as "Yes, you have a good point" and "Yes, right, that was the second one." |
| Communicating perspective-taking statements | Frequency of empathic statements to acknowledge the student's perspective or experience, such as "Yes, this one is difficult" and "I know it is a sort of difficult one." |

Fig 1. Reeve y Jang (2006). 11 comportamientos que aportan a la autonomía

B. Gamificación

A través del uso de la tecnología se pueden diseñar nuevas formas de aprendizaje que se adaptan y cambian los modelos de enseñanza tradicionales. Una de estas formas ha sido la gamificación que se define como el uso de elementos de juegos en contextos diferentes a éstos con el fin de "mejorar la experiencia y el enganche del usuario, la lealtad y la diversión" (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011; Deterding, Sicart, Nacke, O'Hara, & Dixon, 2011; Lee & Hammer, 2011; Muntean, 2011, citados por Richter, Raban, & Rafaeli 2015). De esta forma, la gamificación se ha utilizado en diversos contextos, como el de la educación, con el fin aumentar la motivación y participación del estudiante, incrementar su creatividad y productividad y proporcionar beneficios emocionales, cognitivos y sociales (Turan, Avinc, Kara, & Goktas, 2016).

Dichos beneficios se obtienen a partir el uso de elementos de juego como los incentivos, la competencia, las recompensas, los logros, los puntos y las insignias, los cuales igualmente permiten aumentar la habilidad de resolución de problemas y facilitar la forma para enfrentarse al fracaso durante su aprendizaje (Turan et al., 2016; Richter et al., 2015). Turan et al. (2016) de igual forma señalan que es imprescindible tener en cuenta tanto las ventajas como las desventajas de la

gamificación para poder diseñar un entorno adecuado para el aprendizaje. Así, identifican que algunas desventajas para tomar en cuenta son el estrés y la ansiedad que puede ocasionar la competencia y las ganas de ganar del estudiante, lo cual desvirtúa la meta inicial del aprendizaje y genera mayor carga cognitiva (Turan et al., 2016).

La carga cognitiva es ocasionada debido a que los estudiantes no solo se enfocan en aprender, y adquirir nuevos conocimientos, sino que de manera análoga intentan cumplir todas las tareas de los juegos. Para disminuir dicha carga, Turan et al. (2016) proponen algunas estrategias tales como diseñar juegos con actividades que no posean metas, calcular el impacto de los elementos competitivos en la ansiedad de los estudiantes y proponer las actividades complejas de juego fuera del salón de clases. Por las razones anteriormente descritas, es de gran relevancia identificar las características adecuadas para implementar el uso de la gamificación, dentro de un entorno virtual educativo, con el fin de "proveer incentivos para obtener ciertos comportamientos educativos y asegurar que estos comportamientos ayudan a los estudiantes a obtener los resultados de aprendizaje esperados" (Lee & Hammer, 2011; Simões, Redondo, & Vilas, 2013 citos por Turan et al., 2016).

Conviene subrayar ahora algunos conceptos teóricos que permiten entender de qué manera funciona la gamificación y cuáles son los elementos que la componen. En su estudio,

Ritcher et al. (2015) señalan que una de las aplicaciones que posee la gamificación es el diseño de los “juegos serios” los cuales permiten incentivar una acción determinada; en este caso, se analizaría la forma apropiada de promover la autonomía en estudiantes durante su formación virtual. De manera análoga, los autores recalcan (Ritcher et al., 2015) que existen factores a trabajar, como la motivación, la definición de metas y la confianza del jugador en la plataforma, teorías psicológicas que se deben estudiar y tener en cuenta para obtener los resultados esperados durante la implementación del proceso. Garris et al. (2002) define la motivación como la decisión de una persona para involucrarse en alguna actividad y la intensidad con la que realiza la misma (Ritcher et al., 2015). De igual modo, diversos estudios proponen la categorización de la motivación en motivación intrínseca (proviene desde la persona misma) y motivación extrínseca (facilitada por factores externos), las cuales se fusionan en la gamificación por medio del uso de elementos externos como premios, puntos, insignias para motivar la autonomía y apropiación. (Deci, Koestner, & Ryan, 1999; Ryan & Deci, 2000; Muntean, 2011, citados por Ritcher et al., 2015).

Según la Teoría de definición de metas (Ling et al., 2005 citados por Ritcher et al., 2015), las metas que son específicas, inmediatas y apropiadas al contexto motivan más a terminarlas que aquellas metas que se definen a largo plazo. La definición de metas es de gran importancia dentro de la gamificación ya que su adecuada implementación permite guiar y hacer seguimiento al proceso del estudiante además de “mejorar su desempeño de tareas, cuando las metas son específicas y los suficientemente desafiantes, y cuando a los sujetos se les provee retroalimentación respecto a su progreso, se les otorga recompensas por la completación de metas y cuando las metas son aceptadas por el individuo ” (Locke et al., 1981, citados por Ritcher et al., 2015). Por consiguiente, una meta estará bien definida cuando describe una tarea en particular y su completación aporta a la retroalimentación total del progreso del estudiante; además, debe ser aceptada por el estudiante para que éste tenga motivación para trabajar en el desafío presentado dentro del juego. La confianza en el juego es otro factor a tener en cuenta al diseñar un proceso de gamificación ya que este permite que el usuario juegue de manera satisfactoria y esté motivado a cumplir con las tareas específicas que le son otorgadas (Pavlas, 2010 citado por Ritcher et al., 2015). Si el jugador/estudiante siente confianza en sus habilidades para jugar entonces se facilitará su proceso dentro de la plataforma ya que su completación de tareas se realizará por medio de la motivación intrínseca a partir de factores externos como la muestra de su progreso y las nuevas habilidades que ha

aprendido dentro del juego. Algunos ejemplos de incentivos utilizados para influenciar la confianza del jugador son “la posibilidad de añadir o cambiar elementos rápidamente, explorar diferentes ambientes y cambiar el ambiente o el personaje”. Como se puede evidenciar, dichos incentivos pueden implementarse y mejorarse dentro de un entorno de realidad virtual en el cual pueden diseñarse mejores posibilidades de interacción con el ambiente y el personaje.

Por lo que se refiere a las teorías psicológicas relacionadas con la gamificación se estudiarán 3 específicamente: Teoría de la Comparación Social, Teoría de Inversión Personal y Teoría de la autodeterminación. De acuerdo con Festinger (1954), la teoría de comparación social se refiere a la forma cómo evaluamos nuestras habilidades, acciones y demás, comparándonos con los otros con el fin de construir nuestra propia identidad. Esto permite, entre otras cosas, que cada individuo se esfuerce por mejorar y, por ende, ascender a una mejor posición que las demás personas (Ritcher et al., 2015). Los juegos aplican esta teoría cuando ofrecen retroalimentación a un jugador sobre su progreso y el de los demás. Esta retroalimentación puede estar dada mediante elementos como los puntos, medida que permite colocar a los jugadores dentro de un ranking de posiciones (Ritcher et al., 2015). Conforme con la teoría, si un jugador observa su posición en el ranking, sabrá cuáles son sus mayores competidores y, por lo tanto, se esforzará para subir en el escalafón. Por otro lado, la Teoría de Inversión Personal permite predecir el nivel de motivación, participación y el tiempo y esfuerzo que un jugador le dedicará al juego (Schilling & Hayashi, 2001 citados por Ritcher et al., 2015). McNamara et al. (2009) señalan que los juegos utilizan incentivos como los puntos, las reputaciones de usuarios y la obtención de insignias, para aumentar el enganche y el interés por el juego (Ritcher et al., 2015). Finalmente, la teoría de la Autodeterminación establece que se deben tomar en cuenta 3 necesidades psicológicas básicas dentro de un entorno gamificado para mejorar el desempeño y la motivación intrínseca: autonomía, competencia y relación. La autonomía es la apropiación de las acciones propias, la competencia permite predecir resultados y sentir que las habilidades propias son satisfactorias y la relación representa el nivel de conexión con los otros (Ritcher et al., 2015). Algunas estrategias de juego mencionadas por Ritcher et al. (2015) para satisfacer las 3 necesidades son la retroalimentación, recompensas, conexión social, competencias y cooperación.

C. Aprendizaje activo

En la última década, la educación ha empezado a transformarse poco a poco debido a la introducción de las nuevas tecnologías,

las cuales han necesitado adoptar metodologías, como el aprendizaje activo, que permiten que “los estudiantes participen activamente en su aprendizaje, en lugar de ser pasivos mientras el profesor da clases” (Johnson, 2008). De esta forma, el aprendizaje activo está enfocado en las necesidades específicas de los estudiantes y las formas cómo éstos construyen su propio conocimiento y aprendizaje (Huber, 2008). Este enfoque permite destacar algunas ventajas como una mayor motivación, autoestima y mejor desempeño académico (Benware, 1984). Por tanto, es importante analizar aquellas estrategias de aprendizaje que facilitan la autonomía en los estudiantes con el fin de que éstos participen activamente en los procesos educativos. Shuell (1986) destacó cinco rasgos fundamentales para orientar el aprendizaje a una participación activa: aprendizaje activo, aprendizaje autorregulado, aprendizaje constructivo, aprendizaje situado y aprendizaje social (Lave & Wenger, 1991). El activo se refiere a que cada estudiante debe aprender por sí mismo; el autorregulado significa que cada uno debe evaluar sus acciones y resultados mediante la retroalimentación propia; el constructivo hace referencia a la forma como cada estudiante realiza una construcción personal de sus propias percepciones y experiencias; el situado corresponde a la forma como el contexto de aprendizaje permite aplicaciones reales de lo aprendido; finalmente, el social indica que en el aprendizaje se deben tener en cuenta las interacciones sociales como «comunidades de práctica» (Lave & Wenger, 1991). De esta forma, el entorno virtual a desarrollar debe proporcionar herramientas para facilitar el aprendizaje de cada uno de los estudiantes, proporcionando estrategias de autoevaluación, interacción con otros y aplicación al mundo real.

Ahora cabe señalar que deben existir estrategias de transición desde la educación tradicional, con aprendizaje pasivo, a la educación virtual, caracterizada por su aprendizaje activo. Johnson (2008) señala que “la estrategia clave para cambiar el rol del alumno de pasivo a activo es el aprendizaje cooperativo”. De esta manera, el trabajo colaborativo permite que los estudiantes formen grupos para cumplir unos objetivos colectivos, mediante la discusión de ideas para llegar a una decisión en conjunto, lo cual permite mejor desempeño y, mayor retención y autoestima académica. (Johnson, 2008). Dentro de una estructura cooperativa, el profesor no posee el rol tradicional sino que ahora es un instructor que estructura las actividades en equipo, explica las instrucciones, monitorea los grupos, e interfiere cuando se requiera, y otorga a los estudiantes un espacio de reflexión sobre su trabajo colaborativo (Johnson, 2008). Por tanto, el profesor ahora es un facilitador dentro de los procesos educativos y ya no toma ese

rol de ser solo el distribuidor de mera información. Con el fin de generar un espacio cooperativo, Johnson (2008) distingue cinco elementos básicos explicados a continuación:

- **Interdependencia positiva:** cada integrante del grupo percibe que no pueden tener éxito a no ser que todos los miembros tengan éxito
- **Responsabilidad individual:** cada miembro sabe que debe contribuir con su parte
- **Interacción de promoción:** los miembros se motivan entre sí para esforzarse
- **Habilidades interpersonales:** Como toma de decisiones, comunicación, liderazgo y confianza
- **Resolución de conflictos y procesamiento grupal:** reflexión acerca del trabajo del grupo y las formas como éste puede mejorar

Las instituciones académicas suelen enfocarse en que los estudiantes tengan los suficientes conocimientos conceptuales, es decir conocimiento sobre hechos, conceptos y principios, que suelen ser constantes (Bromham & Oprandi, 2006). Pese a esto, los conocimientos no son netamente conceptuales, también existe una parte del saber que es el conocimiento procesal, que contiene acciones, manipulaciones que son válidas dentro de un campo específico. Este último es incluso más importante que el conceptual porque será éste el que permite construir pensamiento crítico y da la capacidad de resolver problemas (Carbonell et al., 2014).

Herramientas inmersivas como el VR (Realidad virtual), permiten crear experiencias más enriquecedoras, “la inmersión por medio de videojuegos puede producir hasta un 40% de mejora en el aprendizaje sobre los enfoques didácticos estáticos, como las conferencias” (Carbonell et al., 2014), esto puede llevar a una repercusión directa en el rendimiento académico, puesto que ponen en situación a los estudiantes, dándoles la posibilidad de reflexionar en lo hondo del conocimiento. Así los entornos inmersivos y los entornos online de educación se convierten en estrategias cada vez más potente para el aprendizaje y la interacción con el conocimiento, ya que “a diferencia de una gran clase presencial, las actividades en línea generalmente permiten a los estudiantes realizar tareas a su propio ritmo, en un momento y lugar que les convenga” (Bromham & Oprandi, 2006). Esto se potencializa mucho más, si tienen interacciones más profundas entre los integrantes,

como es el caso de Second Life, donde a partir de texto, imágenes y objetos tridimensionales, aumentan el sentido de comunidad entre los jugadores y pueden llegar a crear un conocimiento desde la experiencia (aprendizaje activo) y la colaboración (Carbonell et al., 2014)

D. Tecnologías de realidad virtual (VR)

El VR se refiere al uso de dispositivos para crear una inmersión en un entorno 3D generado por computadora (Billinghurst y Kato, 1999). El uso estas tecnologías tiene gran utilidad en el contexto educativo ya que se ha evidenciado que los entornos virtuales favorecen el trabajo colaborativo, la memoria y el aprendizaje activo de los estudiantes (Billinghurst & Kato, 1999; Pan, Cheok, Yang, Zhu, & Shi, 2006; Krokos, Plaisant, & Varshney, 2019). De este modo, Billinghurst y Kato (1999) afirman que las interfaces de realidad virtual apoyan la colaboración entre usuarios porque se reducen las interrupciones, o “seams”, y se potencia la realidad. Por tanto señalan que para reducir las interrupciones, tanto cognitivas como funcionales, la interfaz debe poseer herramientas y formas de trabajo familiares para los usuarios (Billinghurst & Kato, 1999). Así mismo, describen que debe haber comunicación visual entre los usuarios para que los participantes puedan mantener un contacto visual permanente (Billinghurst & Kato, 1999). De manera semejante, señalan que “el espacio compartido de trabajo debe ser un subconjunto al espacio interpersonal”, es decir, entre más fusionados se sientan ambos espacios será más fácil el trabajo colaborativo (Billinghurst & Kato, 1999). Las ventajas del trabajo colaborativo en entornos virtuales se resumen en poder analizar objetos que no existen en la realidad, cooperar con otros participantes de manera intuitiva y generar independencia en cada usuario para que pueda analizar la información desde su propia perspectiva (Billinghurst & Kato, 1999).

Los estudios sobre psicología cognitiva de Godden y Baddeley (1975) muestran que los procesos de memoria y recordación se facilitan cuando se realizan en el mismo entorno en el cual ocurrió el aprendizaje (Krokos et al., 2019). De igual forma Barsalou (2008) y Shapiro (2010) señalan que “la forma como creamos y recordamos construcciones mentales está influenciada por la manera en la que percibimos y nos movemos (Krokos et al., 2019). Por lo tanto, la creación de entornos virtuales junto con interacciones, que estimulen otros sentidos corporales, puede tener gran aplicación en los procesos educativos ya que permite “mejorar las habilidades del aprendiz para analizar problemas y explorar nuevos conceptos” (Pan et al., 2006).

Ahora cabe mencionar los elementos a tener en cuenta para crear una experiencia en un entorno virtual que facilite el aprendizaje activo dentro del proceso educativo. Pan et al. (2006) señalan que un espacio virtual educativo adecuado permite promover el aprendizaje activo mediante la implementación de herramientas de control, interacción y manipulación de sus entornos; algunos de sus requerimientos para diseñar un espacio virtual educativo son:

1. Un *espacio de conocimiento* que incluye todos los recursos y guías necesarios para el proceso de enseñanza
2. Una *comunidad* que tenga posibilidades de comunicación mediante herramientas como el correo o la discusión de grupo
3. *Funciones de acción activas* que permiten facilitar el aprendizaje activo a través de la suministración de información, cuestionamientos y analizadores de información
4. *Kit de facilitación* que permite guiar la actividad del aprendiz conforme a su progreso con el diseño curricular

Todos estos requerimientos se relacionan también con la postura de Kirkley y Kirkley (2005) los cuales también apoyan la creación de entornos virtuales teniendo en cuenta la teoría constructivista del aprendizaje (info doc1), teoría de donde proviene el aprendizaje activo. De modo que señalan que las teorías constructivistas son fundamentales para la creación de entornos de aprendizaje virtuales ya que mediante éstas el estudiante puede construir su propio conocimiento mediante metas y actividades, en vez de enfocarse meramente en la presentación del contenido (Kirkley & Kirkley, 2005). De esta manera, Kirkley y Kirkley (2005) señalan que al diseñar un entorno virtual de aprendizaje se deben tener en cuenta “las necesidades y objetivos, el espacio físico o virtual, las tareas e interacciones, métodos de evaluación, la audiencia y sus características, la comunidad de aprendices y las capacidades y posibilidades tecnológicas”. De manera análoga, la diversión también debe ser un factor importante dentro del entorno virtual ya que permite que los estudiantes estén más entretenidos y emocionalmente conectados lo que permite que éstos estén más motivados a construir su propio conocimiento (Kirkley & Kirkley, 2005). Por lo cual, se debe realizar la inclusión de estos elementos a través de la realidad virtual para poder generar un entorno de aprendizaje efectivo. Así mismo, y para concluir, Savery y Duffy (1996) proponen 7 principios de diseño constructivista que sirven como guías para el desarrollo de un entorno de aprendizaje virtual (Kirkley & Kirkley, 2005):

1. Relacionar todas las actividades a un problema más complejo
2. Diseñar una tarea auténtica
3. Diseñar un entorno de aprendizaje que muestre la complejidad del mismo
4. Facilitar la apropiación del aprendizaje
5. Diseñar para facilitar y retar el pensamiento del aprendiz
6. Motivar el planteamiento de ideas en distintos contextos y perspectivas
7. Dar la oportunidad de reflexionar acerca del proceso de aprendizaje y el contenido aprendido

“Estos 7 principios ayudan a diseñar un entorno de aprendizaje constructivista que ayuda a los aprendices a desarrollar tanto habilidades en la resolución de problemas como experiencia en el campo” (Kirkley & Kirkley, 2005). Por lo cual es relevante resaltar la forma como la tecnología de realidad virtual sirven para integrar estos conceptos fundamentales del aprendizaje, para generar una experiencia idónea de educación.

E. Entornos virtuales en la educación

En diversos campos de la educación se ha hecho uso de entornos virtuales para complementar las clases teóricas. Sin embargo, en algunos campos como el de la ingeniería se dificulta un poco la adaptación de ciertos contenidos a entornos virtuales, debido a que las carreras relacionadas necesitan de prácticas en laboratorio para adquirir ciertas habilidad específicas de forma activa (Potkonjak, Gardner, Callaghan, Mattila, Guetl, Petrović & Jovanović, 2016). Por estas razones, han existido varias propuestas para contrarrestar esta falencia mediante el uso de la realidad virtual debido a que diversos estudios han demostrado que ésta permite mayor recordación, una experiencia memorable y un aumento en el rendimiento (Potkonjak et al. , 2016). Potkonjak et al. (2016) señalan que existen algunas ventajas, desventajas y características fundamentales que deben tener los laboratorios virtuales educativos. De esta forma, destacan que la virtualidad otorga beneficios como la reducción de costos, flexibilidad en la creación de diversos entornos y su fácil modificación y la resistencia al daño. Sin embargo, indican que en algunas ocasiones pueden haber desventajas como la falta de recursos y la poca seriedad que pueden tener los estudiantes con este tipo de clases virtuales debido a la falta de riesgo real, lo cual indica que al finalizar la carrera deberán realizar prácticas con elementos reales (Potkonjak et al., 2016). Por consiguiente, los autores indican algunas características a tomar en cuenta en el diseño de un buen laboratorio virtual (Potkonjak et al., 2016):

- Los elementos e interfaces de usuario deben ser lo más similares posibles a su representación en el mundo real
- El comportamiento del sistema virtual debe ser equivalente al del sistema real
- Debe haber una visualización que permita a los estudiantes sentir autenticidad en lo que observan
- Debe existir un espacio que permita la comunicación y colaboración entre los estudiantes y con su monitor

1. Formulación

Las nuevas tecnologías se han consolidado como herramientas de apoyo que potencian y facilitan los procesos de aprendizaje, o inclusive, generan nuevos modelos educativos como es el caso de los cursos Massive Open Online Course o MOOCs u otras de las modalidades del e-learning. Estos nuevos modelos de aprendizaje son disruptivos y se muestran como una de las estrategias formativas que podría solucionar muchos de los problemas de hoy en día, desde las barreras físicas y la accesibilidad al conocimiento, hasta la constante necesidad de mejora que tiene siempre presente el ser humano (Cabero, 2006). Sin embargo, y pese a que estas herramientas rompen las dificultades generadas por diferentes barreras y limitaciones del mundo físico, siguen teniendo mucho por mejorar, especialmente en sus métodos e implementación. Ya que, si bien es cierto que el estudiante “aprende a su propio ritmo”, depende de la metodología y herramientas que se le brinden el que este ritmo sea lo suficientemente óptimo para que en verdad valga la pena optar por este tipo de educación.

a.

Paralelamente, existe la necesidad de potenciar el enganche de los estudiantes a las plataformas para evitar las altas tasas de deserción que se presentan en esta modalidad educativa, principalmente en los tipo MOOC. Esta deserción se da en muchos casos por la falta de herramientas que potencien tanto la autonomía del estudiante, como los niveles de interacción y control que pueden tener los mismos en estas plataformas. Así, se ha evidenciado que en la educación virtual “se están obteniendo buenos resultados cuando se les proporciona una alta cantidad de control. Además, se pudo observar que los estudiantes que trabajan en colaboración pueden regularse el uno al otro...” (MoocMaker, 2016). Los estudiantes de pregrado se han sumergido en este mundo lentamente, debido a que es complejo que éstos tengan las aptitudes necesarias para ser autónomos en su aprendizaje, respecto a los modelos de educación básica y secundaria estándar tanto en el país como en diferentes lugares del mundo. Esto deja en evidencia la latente necesidad de adoptar un modelo curricular muy bien diseñado donde se le llegue al estudiante de diferentes formas y que éstas potencien su autonomía y su pertenencia al curso (Domínguez, 2020).

b.

Los estudiantes jóvenes (16 a 25 años) de estos cursos (cursos virtuales) han tenido un fuerte choque a la hora de trabajar con un modelo diferente al que llevan acostumbrándose por un modelo presencial que precede incluso la alta edad media

(Rovira, 2014). Dentro de la educación virtual “hay más de un 80% de fracaso en la gestión de cursos a distancia y más de un 60% de abandono” (Cabero, 2006), esto debido a la poca autonomía y pertenencia que pueden tener los estudiantes en modalidades como los MOOCs. En estos cursos, el éxito depende mayoritariamente de las características y habilidades de autonomía y regulación para manejar su aprendizaje; en una edad muy temprana (16 a 25 años), éstas son habilidades que rara vez son lo suficientemente fuertes para que las competencias que ofrecen estos cursos sean alcanzadas. Por tal razón, se requiere de una intervención en el diseño de los cursos y sus herramientas (Domínguez, 2020).

c. *Enunciado del problema*

Falta de autonomía y enganche de jóvenes universitarios en un curso virtual de la Universidad Icesi.

¿Cómo podemos facilitar la autonomía y el enganche de jóvenes universitarios en un curso virtual mediante el aprovechamiento de las herramientas de realidad virtual?

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En el transcurso de la presente investigación se hizo uso de la metodología del doble diamante, propuesta por el British Design Council en 2004, la cual consta de 4 fases: descubrir, definir, desarrollar y entregar. “Los dos diamantes representan el proceso de explorar un problema de forma más amplia y profunda (pensamiento divergente) y luego enfocarse en una acción (pensamiento convergente)” (Design Council, n.d), lo cual permite poseer un marco de trabajo no lineal en el que se valida cada etapa y se itera con el fin de encontrar nuevos insights que puedan contribuir a la mejora continua del problema.. El proyecto se realizó en 2 fases (Enero-Junio y Agosto-Noviembre). Durante la primera etapa, se ejecutaron principalmente las fases de descubrir y definir (Anexo 1: Documento PDG-1). Así, se determinó el problema y la contextualización mediante entrevistas a expertos, observaciones contextuales y la realización de un marco teórico. A partir de esta investigación y los hallazgos encontrados, se ideó el sistema educativo Curve que consta de una aplicación web y una plataforma de realidad virtual. Curve es un entorno educativo que funciona como espacio y herramienta de apoyo para mejorar la experiencia de aprendizaje virtual a través de interacciones más cercanas, actividades gamificadas y espacios flexibles y amenos. De este modo, se realizaron y perfeccionaron los productos mínimos viables de ambas plataformas a través de sprints, mediante la metodología Scrum (Denning, S., 2011). Cada fase del prototipo fue probada con usuarios reales, por lo que Curve fue evaluada un total de 31 veces. A continuación se describen todos los elementos utilizados para la realización del experimento.

A. *Usuarios*

Con el fin de validar apropiadamente la plataforma Curve, se seleccionaron dos tipos de usuarios principales: estudiantes y

profesores, de los cuales algunos tenían experticia tecnológica y otros no. En el último sprint, se realizaron un total de 13 pruebas con 7 profesores y 6 estudiantes. Cabe resaltar, que solamente 3 de los usuarios habían tenido alguna experiencia con la tecnología de realidad virtual. En la siguiente tabla se muestra detalladamente a cada uno de los usuarios del experimento.

| Usuario | Estudiante o profesor | Edad | Experticia Tecnológica | Carrera / Área de enseñanza |
|---------|-----------------------|------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | E | 21 | Alta | Ingeniería de sistemas |
| 2 | E | 21 | Alta | Diseño de medios interactivos |
| 3 | E | 21 | Alta | Ingeniería de sistemas |
| 4 | E | 21 | Baja | Licenciatura en lenguas |
| 5 | E | 21 | Media | Diseño industrial |
| 6 | E | 22 | Baja | Diseño industrial |
| 7 | P | 37 | Baja | Matemáticas |
| 8 | P | 36 | Media | Lenguaje |
| 9 | P | 33 | Media | Francés |
| 10 | P | 41 | Alta | Matemáticas |
| 11 | P | 45 | Baja | Matemáticas |
| 12 | P | 44 | Baja | Inglés |
| 13 | P | 43 | Alta | Tecnología |

Tabla 1. Tabla usuarios de prueba. Fuente: propia

B. *Instrumentos de medición*

Para crear el prototipo de Curve, se diseñaron 2 prototipos: uno web y una plataforma de realidad virtual, los cuales le permitieron a los usuarios interactuar y comunicarse como si estuvieran en una clase virtual. En cada una de las pruebas se realizaron pruebas de usabilidad y se midieron los componentes que aumentan la autonomía de los estudiantes mediante una adaptación del cuestionario IMI, Intrinsic Motivation Inventory (Self Determination Theory, nd). Cada uno de los componentes se describe con más detalle a continuación.

- a. Plataforma de planeación web (Anexo 2: Prototipo de plataforma Web)

Se diseñó y desarrolló una plataforma web, con React Native, para facilitar la experiencia de los profesores en el sistema Curve. Los usuarios pueden planear sus clases y subir los contenidos necesarios que utilizarán en el entorno de realidad virtual. Los profesores pueden ver todas sus clases con sus respectivos horarios, planear actividades y utilizar las bases predeterminadas que les ofrece Curve para completar su aprendizaje con dinámicas gamificadas.

b. Entorno de realidad virtual (Anexo 3: Prototipo de realidad virtual Curve)

La plataforma de realidad virtual fue realizada con Unity utilizando la tecnología del Oculus Quest. Curve es un espacio en donde tanto estudiantes como profesores interactúan, se comunican y experimentan toda una clase virtual. La plataforma Curve ofrece 6 actividades gamificadas diferentes que pueden ajustarse a diversos contenidos teóricos; éstas son: magistralidad, exposiciones de estudiantes, debate, verdadero-falso, esquema en el tablero y trivia. Además, también ofrece la opción de pausas activas para tener pequeños momentos de descanso durante la clase.

Otras características de la plataforma son:

- Elementos interactivos en las mesas (cubos, botones)
- Diferentes niveles de comunicación (Micrófono apagado, micrófono para la mesa, micrófono para todo el salón)
- Participación a través de turnos
- Interacción activa dentro de un salón que cambia dinámicamente respecto a la actividad que se está realizando
- Espacio con mesas redondas que fomentan el aprendizaje activo entre estudiantes
- Función para guardar recordatorios de tareas o ejercicios por hacer

Con la implementación del sistema Curve, se logra obtener una interacción constante entre los usuarios, un flujo eficiente de información a través de los diferentes niveles de comunicación y una motivación, diferente a los incentivos académicos, mediante las actividades gamificadas.

c. Cuestionarios de medición

Se hizo uso de cuestionarios creados en la plataforma de Google forms para medir las siguientes variables:

- Prueba de usabilidad: Tasa de éxito, utilidad, usabilidad, affordance y satisfacción
- Adaptación propia del cuestionario IMI: Motivación intrínseca, control percibido, competencia percibida. El promedio de los anteriores parámetros igualan el nivel de autonomía (Fazey & Fazey, 2001).

C. Metodología

Se realizaron un total de 9 pruebas entre estudiantes y profesores, de las cuales 4 se realizaron de manera simultánea

en parejas de usuarios (un total de 13 pruebas), es decir, un estudiante y un profesor interactuaron con la plataforma al mismo tiempo en una simulación de clase. Con los profesores se realizó una prueba de usabilidad (Moran, K., 2019) para evaluar ambas plataformas: web y realidad virtual. Por otro lado, a los estudiantes además de la prueba de usabilidad, fueron evaluados bajo los parámetros del IMI (Self Determination Theory, nd), adaptando el cuestionario para la plataforma Curve. Los pruebas se describen con más detalle a continuación:

a. Prueba con profesores (Usabilidad)

Se realizó la prueba con 7 profesores con un nivel de experticia tecnológica diferente para evaluar las plataformas web y de realidad virtual. El método utilizado fue el “Coaching Method” (UX Collective, 2020), en el cual se le proponen unas cuentas tareas por hacer al usuario pero a la vez se le guía en la interfaz para obtener más retroalimentación de su experiencia. Antes de cada prueba, realizaron un tutorial para familiarizarse con la herramienta. Tras terminar la prueba, se les facilitó un formulario (Anexo 4 y 5: Cuestionario profesores) para medir las variables anteriormente descritas: utilidad, usabilidad, affordance y satisfacción (Batagoda, 2020). Además, tras evaluar los resultados, se determinó la tasa de éxito teniendo en cuenta el número de tareas realizadas frente al número total de tareas y también se hizo un registro fotográfico y se tomaron anotaciones de los comportamientos vistos durante la prueba.



Fig 2, Pruebas de usabilidad web con profesores, Fuente: Propia



Fig 3, Pruebas de usabilidad realidad virtual con profesores, Fuente: Propia



Fig 4, Tutoriales de plataforma Curve, Fuente: Propia

b. Prueba con estudiantes (Usabilidad - IMI)

Se realizaron pruebas con 6 estudiantes de diferentes carreras. Antes de cada prueba, realizaron un tutorial para familiarizarse con la plataforma y la tecnología de realidad virtual. En las pruebas simultáneas, los estudiantes esperaban que el profesor ejecutara su tarea y respondían acorde a los elementos y estímulos en pantalla. Durante las pruebas individuales, uno de los investigadores tomó el rol de profesor y se ejecutaban las tareas de la misma forma como en las simultáneas. A los estudiantes se les facilitó 2 cuestionarios diferentes: uno antes de la prueba (Anexo 6: Cuestionario estudiantes antes) y uno después (Anexo 7: Cuestionario estudiantes después), esto con el fin de medir el nivel de autonomía que poseen los estudiantes con las plataformas que utilizan actualmente en su educación virtual y el crecimiento de esta variable con el uso de Curve.



Fig 5, Pruebas simultáneas con estudiantes, Fuente: Propia

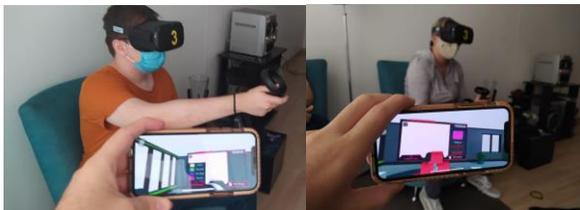


Fig 6, Pruebas individuales con estudiantes, Fuente: Propia

D. Variables medidas

- Prueba de usabilidad: Tasa de éxito, utilidad, usabilidad, affordance y satisfacción

- Adaptación del cuestionario IMI: Motivación intrínseca + control percibido + competencia percibida = Nivel de autonomía (Fazey & Fazey, 2001).

-Crecimiento porcentual del nivel de autonomía con plataformas virtuales existentes y Curve

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con objetivo de medir el impacto de CURVE en el nivel de autonomía en los estudiantes, se midieron individualmente las variables que la componen (motivación intrínseca, competencia percibida y control percibido) y su valor global (promedio de sus componentes individuales) (Fazey & Fazey, 2001), con base en los cuestionarios del IMI y bajo el enfoque del aspecto motivacional (Self Determination Theory, nd). En un principio, se midió sobre las herramientas que usaban frecuentemente los

estudiantes para clases virtuales y, en segunda instancia, después de haber probado la plataforma VR, sobre el funcionamiento y la experiencia vivida en CURVE. Además, en consecuencia, con la evaluación formal del prototipo, se realizó una encuesta de usabilidad de la plataforma VR a los 13 usuarios (6 estudiantes y 7 profesores) del prototipo final y una prueba específica de usabilidad para la plataforma web de planeación, con los 7 profesores.

Las pruebas de usabilidad se hicieron con el fin de conocer, en el caso de la plataforma de planeación web, cómo ésta podría ser un buen complemento para la plataforma VR y que tan útil y fácil resultaba para los profesores.

A. Medición de variables generales

| PROFESOR | UTILIDAD | AFFORDANCE | USABILIDAD | SATISFACCIÓN |
|------------|----------|------------|------------|--------------|
| 1 | 5 | 5 | 5 | 4,83 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 5,00 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5,00 |
| 4 | 3,3 | 4 | 4,39 | 4,17 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 5,00 |
| 6 | 4,75 | 4,67 | 5 | 4,67 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 4,83 |
| Totales | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 4,8 |
| Porcentaje | 94,3% | 96,2% | 98,3% | 95,7% |

| | |
|--------------------|-----|
| Promedio variables | 4,8 |
| Porcentaje | 96% |

Tabla 2. Tabla resumen prueba Usabilidad plataforma web de planeación. Fuente: propia

En la tabla 2 se puede ver el resumen de la prueba de usabilidad de la plataforma web de planeación, la cual demostró ser muy intuitiva ya que tuvo un 100% de tasa de éxito. Así mismo, se tuvo en cuenta los aspectos de utilidad, affordance, usabilidad

y satisfacción, de las cuales ninguno bajó de una calificación de 4,7 sobre 5, es decir superior a 94%.

| PROFESOR | UTILIDAD | AFFORDANCE | USABILIDAD | SATISFACCIÓN |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 5 | 4,86 | 4,60 | 5,00 |
| 2 | 5 | 4,71 | 5,00 | 5,00 |
| 3 | 5 | 4,57 | 4,80 | 4,83 |
| 4 | 4,67 | 5,00 | 5,00 | 4,83 |
| 5 | 5 | 4,57 | 4,60 | 4,50 |
| 6 | 4 | 4,00 | 3,80 | 4,00 |
| 7 | 5 | 5,00 | 5,00 | 5,00 |
| Totales | 4,81 | 4,67 | 4,69 | 4,74 |
| Porcentaje | 96,2% | 93,5% | 93,7% | 94,8% |

| | |
|--------------------|------|
| Promedio variables | 4,73 |
| Porcentaje | 95% |

Tabla 3. Tabla resumen prueba Usabilidad profesores en plataforma VR . Fuente: propia

Uno de los retos del proyecto fue generar un entorno de VR donde los profesores, con poco conocimiento tecnológico, pudieran desarrollar una clase de forma fluida, manteniendo el control sobre la plataforma. La tabla 3 demuestra que el proyecto logró este propósito ya que la usabilidad de esta plataforma fue casi igual a la de la plataforma web (95% comparado con el 96% de la plataforma web), con la cual los docentes están mucho más relacionados. Uno de los factores que fueron más decisivos en este resultado es la importancia que le dan los profesores a generar innovación en el campo educativo, por lo que consideraban que ésta es una plataforma que los acercaba a sus estudiantes y que les brindaba herramientas “interesantes” para trabajar con ellos.

| ESTUDIANTES | UTILIDAD | AFFORDANCE | USABILIDAD | SATISFACCIÓN |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 4,33 | 4,14 | 4,33 | 3,80 |
| 2 | 4,67 | 4,71 | 5,00 | 5,00 |
| 3 | 4,33 | 4,57 | 5,00 | 4,80 |
| 4 | 4,33 | 4,57 | 5,00 | 3,80 |
| 5 | 4,33 | 4,86 | 4,67 | 4,20 |
| 6 | 5,00 | 4,29 | 4,33 | 5,00 |
| Totales | 4,50 | 4,52 | 4,72 | 4,43 |
| Porcentaje | 90,0% | 90,5% | 94,4% | 88,7% |

| | |
|--------------------|------|
| Promedio variables | 4,54 |
| Porcentaje | 91% |

Tabla 4. Tabla resumen prueba Usabilidad estudiantes en plataforma VR . Fuente: propia

El enfoque de este proyecto era crear un entorno que le permitiera a los estudiantes aumentar su nivel de autonomía, a través de unos componentes individuales, como lo es la motivación. Sin embargo, era indispensable conocer su nivel de usabilidad para este grupo demográfico, y la tabla 4 muestra los resultados de dicha validación, la cual tuvo un resultado final de 91%. Ahora bien este resultado, así como los demás resultados de usabilidad, fue dividido en los mismos 4 aspectos y, en este caso, uno de los elementos que más influyó en el resultado fue el conocimiento previo que tenían los estudiantes sobre la tecnología utilizada en el proyecto, lo cual les dio a

algunos un punto de comparación mucho más claro. Ahora bien, de esto se concluye que la plataforma tiene una clara recepción entre los estudiantes, pese a que algunas interacciones bases del sistema o aspectos gráficos no son equiparables a otro tipo de plataformas, como las enfocadas en el ocio (principalmente las de videojuegos). Sin embargo, respecto a los modelos académicos si tuvo una comparación favorable, ya que les permitía sentirse mucho más en control y generar un gran flujo de trabajo, evidenciado en la percepción del tiempo de la prueba, que fue en promedio de 15 minutos, pero bajando incluso hasta 10 minutos (Entrevistas a usuarios, después de las pruebas), mientras que la duración de las pruebas duraba en promedio 32 minutos.

Tabla Usabilidad Estudiantes Vs Profesores

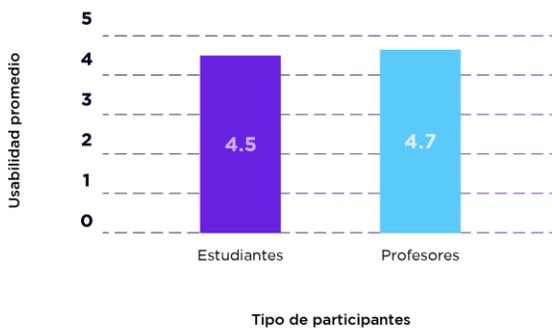


Fig 7, Comparación usabilidad promedio plataforma VR entre estudiantes y profesores. Fuente: propia

El gráfico de la figura 7 deja en evidencia que, tanto para estudiantes como para profesores, la plataforma de realidad virtual fue percibida como una herramienta realmente útil para mejorar la educación virtual tal cual como se les presenta a cada uno de los sujetos de prueba. Este es un factor de gran relevancia, ya que los dos actores principales del ámbito educativo, y a la vez los dos usuarios directos de la plataforma, la consideran una herramienta de aplicación a un entorno real de educación, lo que permite pensar el proyecto como una base, e incluso como un servicio plausible, para la implementación en instituciones educativas tanto de nivel universitario como a niveles de educación media.

B. Medición de variables individuales

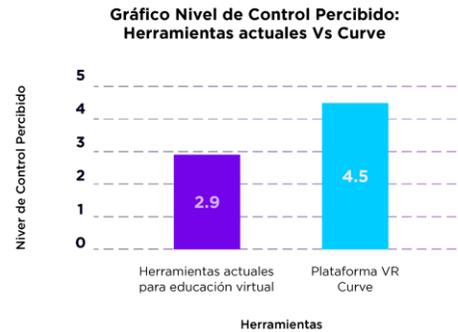


Fig 8, Nivel de Control percibido de las herramientas usadas actualmente y CURVE. Fuente: propia

Como lo muestra la figura 8, la plataforma CURVE muestra un incremento de 32% en la percepción de control que tienen los estudiantes sobre sus acciones y las diferentes actividades que se realizan en una clase, en comparación con las herramientas que usualmente usan para ver sus clases de manera virtual (Zoom, Moodle y Google Meets). Esto se evidencia en la forma como los estudiantes fueron participantes activos de las actividades que les iba planteando el profesor durante la simulación de clase, incluso comprendiendo elementos del entorno antes de la instrucción, y apoyando el desarrollo de las actividades cuando el profesor tenía alguna confusión.

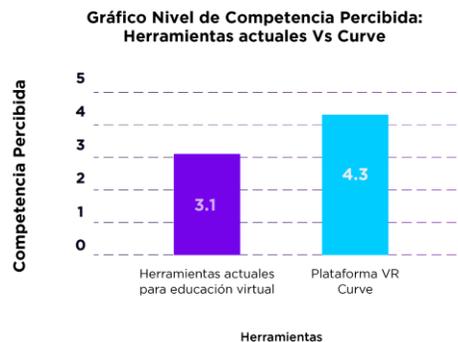


Fig 9, Nivel de Competencia percibido de las Herramientas usadas actualmente y CURVE. Fuente: propia

Respecto a la competencia percibida, mostrada en la figura 9, los estudiantes rápidamente se sentían en capacidad de estar en el entorno de manera autónoma, superando por un 24% a las herramientas que usualmente usan en clases virtuales. Cabe resaltar que todos manifestaron que el tutorial de cómo manejar la herramienta, mostrado en el inicio de la plataforma, fue de gran ayuda y que con el pasar de las actividades se iban familiarizando con los tipos de interacción. De esta manera, lo anterior da a entender que las interacciones y los tipos de actividad que se presentan en la plataforma son lo suficientemente familiares para que los estudiantes se sientan naturalmente competentes en las mismas.

IV. CONCLUSIONES

A. Conclusiones generales

Después de haber hecho la validación de los prototipos funcionales planteados como base del proyecto se comprendió que: Los prototipos funcionaron muy bien como una unidad o complemento, especialmente para los profesores, quienes son los usuarios de la plataforma web y comparten el espacio de realidad virtual con los estudiantes. De igual forma, se pudo evidenciar cómo las interacciones en la plataforma se iban volviendo cada vez más fluidas en tanto iba avanzando la simulación, logrando crear motivación tanto en estudiantes como en profesores. Los estudiantes valoran los elementos gamificados y el entorno en general, mientras que los profesores valoran la practicidad de las diferentes dinámicas pre-diseñadas. Sin embargo, se plantea desde las entrevistas y encuestas realizadas a los profesores que: se podría plantear una herramienta de construcción de actividades un poco más libre para que los profesores puedan diseñar actividades de manera más estructural y específica a sus necesidades y contenidos propios.

B. Impacto del proyecto

Este proyecto se desenvuelve en un ámbito académico y está pensado desde el marco de la educación superior en Colombia. Teniendo esto en cuenta, se le presentó Curve a los usuarios como una alternativa a algunas de las clases virtuales más frecuentes, tanto en entidades de educación superior 100% virtual, como en entidades que se han venido adaptando a este tipo de educación, bien sea a raíz de los constantes cambios tecnológicos o por la situación pandémica a la que el mundo se ve confrontado en la actualidad.

Ahora bien, el proyecto evidencia un notable incremento en la posibilidad de interacción durante las clases, interacciones que serían imposibles en entornos comunes para la realización de clases de manera virtual. Se encontró además que la realización del entorno tridimensional genera una sensación de cercanía mucho mayor de lo que podría lograrse por medio de un chat e incluso de una videollamada, opinión que transmitió cada uno de los profesores que pasaron por la prueba de realidad virtual.

Además, algunos de los docentes adicionan un tema de visualización de las acciones que se realizaban durante las clases, pudiendo de esta forma tener un mejor manejo y control de las actividades que se iban realizando durante la experiencia. Lo anterior representa una de las ventajas que le daría a la plataforma CURVE un mayor impacto a la hora de optar por un servicio distinto a los que actualmente se utilizan.

En cuanto al impacto de CURVE en relación a los estudiantes, se pudo evidenciar que la plataforma y sus diversas actividades son un medio óptimo para potenciar la participación activa de

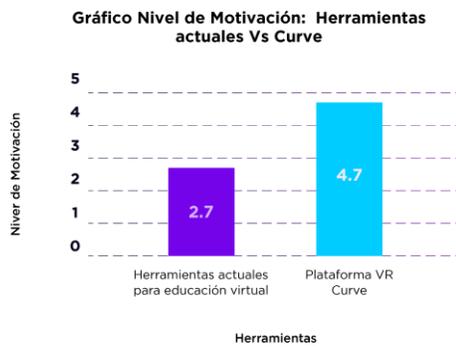


Fig 10, Nivel de Motivación de Herramientas usadas actualmente y CURVE. Fuente: propia

Uno de los factores más importantes para el aumento de la autonomía de los estudiantes es la motivación intrínseca, factor en el cual se fundamenta también el IMI (Self Determination Theory, nd). El gráfico de la figura 10 permite evidenciar cómo, al igual que las demás variables que influyen la autonomía, la motivación tuvo un incremento superior a todas las demás, llegando a la cifra del 40%. Este elemento a diferencia de los demás fue intervenido principalmente a través de la gamificación y la diversificación de actividades a realizar en el salón de clase lo cual en voz de los participantes de la prueba, “genera una experiencia muy cercana... es la clase más real desde el inicio de la pandemia”.

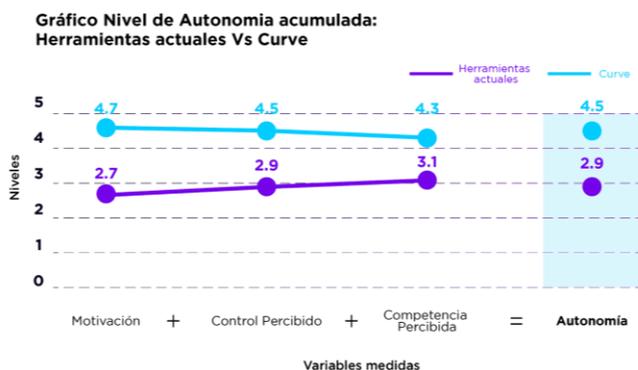


Fig 11, Nivel de Autonomía de Herramientas usadas actualmente y CURVE. Fuente: propia

La figura 11 presenta el resumen de las tres variables que modifican el elemento principal del proyecto: la autonomía. Se puede evidenciar como al evaluarlas sobre la herramientas que se usan actualmente para la educación virtual (Zoom, Moodle y Google Meets) apenas superan una puntuación de 3 sobre 5; mientras que al evaluarlo sobre la plataforma de CURVE se puede evidenciar cómo estas variables aumentan considerablemente, todas superando o igualando el 4.3 y teniendo un impacto directamente en la autonomía dando un resultado final de aumento promedio de la autonomía del 32%.

los estudiantes. Ellos mismos tomaron la iniciativa durante muchas de las pruebas de completar y participar en las actividades que iba planteando el profesor, como parte de su propia prueba.

Sumado a los beneficios que les otorga el proyecto a estudiantes y profesores, se encontró también que las instituciones educativas se verían beneficiadas al reducir costos en locaciones y materiales, y les brindará a estudiantes y colaboradores la posibilidad de no tener que pasar varias horas del día en el sistema de transporte.

C. Futuro del proyecto

El proyecto muestra gran recepción entre docentes y estudiantes, para dictar los tipos genéricos de clase para los cuales fue diseñado. Sin embargo, sería prudente evaluar con mayor detenimiento su ampliación a diversos campos, incluso campos más mucho más técnicos y específicos, donde la tecnología de realidad virtual ya tiene un poco más de recorrido, para implementar sobre la sólida base del proyecto. Así mismo, la aplicación podría generar un sistema más estructurado con el que los profesores, no solo tengan actividades pre diseñadas, sino también la posibilidad de crearlas con herramientas simples e instrucciones variables, dándole mayor flexibilidad y control a los profesores de su contenido y de sus clases. Finalmente, en temas ergonómicos, existe una gran posibilidad de mejora, ya que el uso constante del headset genera un gran cansancio y desgaste en cuello, cara y cabeza. Por esta razón, se debe generar un estudio de la posibilidad de generar una adaptación a los headsets comerciales para evitar este desgaste en los usuarios y brindar una experiencia mucho más comfortable.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2. Arkorful, V., & Abaidoo, N. (2015). The role of e-learning, advantages and disadvantages of its adoption in higher education. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(1), 29-42.
3. Batagoda, M. (2020). Usability Metrics: Measuring UX Design Success. Disponible en <https://xd.adobe.com/ideas/process/user-testing/usability-metrics-measuring-ux-design-success/>
4. Billinghurst, M., & Kato, H. (1999). Collaborative mixed reality. In *Proceedings of the First International Symposium on Mixed Reality* (pp. 261-284).
5. Bromham, L., & Oprandi, P. (2006). Evolution online: using a virtual learning environment to develop active learning in undergraduates. *Journal of Biological Education*, 41(1), 21-25.
6. Cabero Almenara, J. (2006). Bases pedagógicas del e-learning. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, (6), 000-0.
7. Chen, Y. (2013). The possibility of applying YouTube to motivate learning autonomy. *Journal of International Education Research* (Jier), 9(3), 207-216.
8. Davis, B., & Summers, M. (2015). Applying Dale's Cone of Experience to increase learning and retention: A study of student learning in a foundational leadership course. In *Engineering Leaders Conference 2014 on Engineering Education* (Vol. 2015, No. 4, p. 6). Hamad bin Khalifa University Press (HBKU Press).
9. Denning, S. (2011). Scrum Is A Major Management Discovery. Disponible en <https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2011/04/29/scrum-is-a-major-management-discovery/?sh=1cdc983d7782>
10. Design Council. (n.d). What is the framework for innovation? Design Council's evolved Double Diamond. Disponible en <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/what-framework-innovation-design-councils-evolved-double-diamond>
11. Domínguez, A. (2020). [In Person]. Centro Eduteka Universidad Icesi
12. ExpoLearning. (2017). 10 estadísticas destacadas sobre e-Learning en el 2017. Disponible en <https://www.expolearning.com/estadisticas-e-learning-2017/>
13. Fazey, D. M., & Fazey, J. A. (2001). The potential for autonomy in learning: Perceptions of competence, motivation and locus of control in first-year undergraduate students. *Studies in Higher Education*, 26(3), 345-361.
14. Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas Active learning and methods of teaching. *Tiempos de cambio universitario* en, 59.
15. Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (2008). Active learning: Cooperation in the classroom. *The annual report of educational psychology in Japan*, 47, 29-30.
16. Kirkley, S. E., & Kirkley, J. R. (2005). Creating next generation blended learning environments using mixed reality, video games and simulations. *TechTrends*, 49(3), 42-53.
17. Krokos, E., Plaisant, C. & Varshney, A. (2019). Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality* 23, 1–15.
18. Li, F., Qi, J., Wang, G., & Wang, X. (2014). Traditional classroom vs e-learning in higher education: Difference between students' behavioral engagement. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 9(2), 48-51.
19. Mooc-Maker. (2016). Deserción y permanencia en entornos MOOC. Disponible en http://www.mooc-maker.org/wp-content/files/WPD1.6_Informe_Final_ES_20_6_17.pdf
20. Moran, K. (2019). Usability Testing 101. Disponible en <https://www.nngroup.com/articles/usability-testing-101/>
21. Noteborn, G., Dailey-Hebert, A., Carbonell, K. B., & Gijsselaers, W. (2014). Essential knowledge for academic performance: Educating in the virtual world to promote active learning. *Teaching and Teacher Education*, 37, 217-234.
22. Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J., & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers & Graphics*, 30(1), 20–28.
23. Papaja, K. (2011). Analyzing types of classroom interaction in CLIL.
24. Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., & Jovanović, K. (2016). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 95, 309-327.
25. Reeve, J., & Jang, H. (2006). What teachers say and do to support students' autonomy during a learning activity. *Journal of educational psychology*, 98(1), 209.
26. Richter, G., Raban, D. R., & Rafaeli, S. (2015). Studying gamification: The effect of rewards and incentives on motivation. In *Gamification in education and business* (pp. 21-46). Springer, Cham.
27. Rovira, I. (2014). Modelo pedagógico tradicional: historia y bases teórico-prácticas. Disponible en <https://psicologiaymente.com/desarrollo/modelo-pedagogico-tradicional>
28. Ryan, R. & Powelson C. (1991) Autonomy and Relatedness as Fundamental to Motivation and Education, *The Journal of Experimental Education*, 60:1, 49-66.
29. Self Determination Theory (nd). Metrics & Methods: Questionnaires. Disponible en <https://selfdeterminationtheory.org/questionnaires/>
30. Sharma, P., Bhardwaj, K., & Bhardwaj, D. (2017). AN EASY, SMART & INTELLIGENT WAY TO LEARN: "ONLINE EDUCATION". *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 8(9), 735–737. Disponible en

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aci&AN=128762599&site=eds-live>

31. -Turan, Z., Avinc, Z., Kara, K., & Goktas, Y. (2016). Gamification and education: Achievements, cognitive loads, and views of students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 11(07), 64-69.
32. Usuki, M. (2001). Learner Autonomy: Learning from the Student's Voice.
33. UX Collective. (2020). How to choose the best method of usability testing. Disponible en <https://uxdesign.cc/how-to-choose-the-best-method-of-usability-testing-4d86bda5e9f7>

VI. ANEXOS

-Anexo 1: Documento de PDG-1: Desarrollo de una herramienta que facilite la autonomía de los estudiantes de pregrado en entornos virtuales de educación en la Universidad ICESI. Disponible en <https://drive.google.com/file/d/136LRg3L7F6juoUhZ3QJYsr5GBknT8FTT/view?usp=sharing>

-Anexo 2: Prototipo web. Disponible en https://drive.google.com/drive/folders/1SCaKNHjPcATla_fAe6LIKJ4gjK2YzVJ?usp=sharing

-Anexo 3: Prototipo de realidad virtual. Disponible en https://drive.google.com/drive/folders/1F_gMcMWW6F0vjzfGp7_Lw5W82eqavS6e?usp=sharing

-Anexo 4: Cuestionario profesores prueba de usabilidad web. Disponible en <https://forms.gle/eHK35RD1JhyvC9EEA>

-Anexo 5: Cuestionario profesores prueba de usabilidad realidad virtual. Disponible en <https://forms.gle/DdEA1DzSHT2izLS09>

-Anexo 6: Cuestionario estudiantes antes de la prueba. Disponible en <https://forms.gle/cNV9YjTWJCvzk2FS6>

-Anexo 7: Cuestionario estudiantes después de la prueba. Disponible en <https://forms.gle/UBKGnwg2ogCWFert9>

-Anexo 8: Proyecciones modelo de negocio Curve. Disponible en https://drive.google.com/drive/folders/1YH_TccI01b_sLnitGCy2JsoKs1Fv8rIO?usp=sharing

-Anexo 9: Video tutorial Curve web (Muestra de funcionamiento e interfaces). Disponible en <https://youtu.be/wVxaMx3VYfc>

-Anexo 10: Imágenes pruebas de usuario



