

# DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MEDIANTE RECURSOS DE REALIDAD VIRTUAL Y DE MICRODRONES

A. M. Soto Hernández<sup>1</sup>

L. S. Vargas Pérez<sup>2</sup>

V. Reyes Méndez<sup>3</sup>

J. L. Ríos Barceló<sup>4</sup>

## RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de una intervención didáctica aplicada en cursos de Cálculo Diferencial y Cálculo Integral para estudiantes de ingeniería, utilizando gafas de Realidad Virtual y microdrones para realizar prácticas de aplicaciones. El objetivo es motivar el interés de los estudiantes por su aprendizaje, y el desarrollo de competencias tecnológicas con estos recursos, además de las genéricas asociadas a la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas que se utilizó. La intervención se aplicó a ocho grupos de estudiantes de seis programas de ingeniería con 230 estudiantes de primero y segundo semestre. Se utilizaron diversos modelos de gafas de Realidad Virtual que implicaban el uso de un teléfono inteligente, y varios tipos de microdrones, la mayoría sin cámara integrada. Algunos de los resultados muestran una reducción en el índice de reprobación de al menos 10 puntos y también disminuyó el índice de deserción con respecto al año anterior. 95% de los estudiantes se entusiasmaron al utilizar tecnologías nuevas para la mayoría que les representó un reto y una oportunidad de desarrollo de competencias genéricas y tecnológicas. 6% de los estudiantes se mantienen todavía vinculados a los proyectos generados y tienen propuestas de su iniciativa.

## ANTECEDENTES

En este trabajo se presentan resultados de experiencias con el uso de las gafas de Realidad Virtual y con microdrones en estudiantes del primer año de ingeniería. Lo anterior surgió a partir de los altos índices de reprobación en los cursos de cálculo incluidos en los planes de estudio de ingeniería y de sus actitudes hacia el estudio.

El análisis de causales de reprobación en el primer año de ingeniería se ha realizado en el instituto tecnológico (IT), de forma consistente mediante los resultados del examen de ingreso al plantel (Reyes, V., Reyes, B. y Pesci, 2017) y su relación con las actitudes de los estudiantes (Soto, Maldonado, y Camero, 2018). Por ello, se han llevado a cabo diversas estrategias para brindar oportunidades de mejoramiento a los estudiantes de nuevo ingreso, sea a través de un ingreso diferenciado y un curso propedéutico integral (Orta y Soto, 2017).

Diversos estudios indican que el tránsito del estudiante de bachillerato a licenciatura involucra situaciones que lo colocan en riesgo de deserción y que deben atenderse, algunos se adaptan más fácilmente que otros al cambio, pero todos tienen experiencias diversas con compañeros, amigos, profesores, normas culturales, nuevos contenidos y estilos de

---

<sup>1</sup> Profesora Investigadora. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. sotohana@gmail.com.

<sup>2</sup> Profesora Investigadora. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. laura.silvia.vargas@gmail.com.

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. victorianoreyes@hotmail.com.

<sup>4</sup> Coordinador de Ciencias Básicas. Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. luis\_barcelo52@hotmail.com.

enseñanza aprendizaje, que a veces están llenos de “sobresaltos, ambigüedad e incertidumbre en diversos planos de acción” (Ramírez, 2013, p. 29).

En un caso extremo, los estudiantes que cursan por tercera ocasión un programa son asignados a un programa de asesorías académicas y otros apoyos presenciales y virtuales. El mejoramiento en el índice de reprobación de estos casos ha sido significativo en el IT con respecto a los últimos cinco años (Ríos, 2020).

El estrés académico también afecta el desempeño de los estudiantes, pero de forma diferente o en un distinto grado de estrés. Algunos estudios coinciden que se presenta por: un exceso de responsabilidades dentro y fuera del ámbito escolar, deficiencias metodológicas del profesorado que incluye las evaluaciones, creencias sobre el rendimiento, clima social negativo, competitividad, temor al fracaso, intervenciones en público, presión de los padres, y cambios en los hábitos alimentarios y horarios de sueño (Cabanach, Souto y Franco, 2016; Maturana y Vargas, 2015).

### **Planteamiento**

En este contexto, se planteó en el segundo semestre de 2018, la alternativa de realizar una intervención educativa con la premisa de trabajar en un ambiente de aprendizaje lúdico las asignaturas de Cálculo Diferencial (CD) y Cálculo Integral (CI), mediante el uso de recursos como las gafas de Realidad Virtual (RV), que motivara el interés por el estudio y que permitiera el mejoramiento de su desempeño académico de los estudiantes de ingeniería durante el primer año. Además, se pretendía fortalecer su formación con recursos que motivaran la creatividad y la innovación en la solución a problemas de ingeniería.

Inicialmente, se contaba con gafas RV sencillas que requerían del uso de un teléfono celular inteligente. Así también, se adquirieron microdrones de diversos tipos, desde muy pequeños, hasta algunos con cámara incluida. Todo ello con la intencionalidad de motivar el desarrollo de competencias genéricas como: trabajo en equipo, liderazgo, resolución de problemas, manejo de recursos Tic, autodidactismo, y comunicación oral y escrita; pero también de propiciar un cambio en sus actitudes como la responsabilidad individual y grupal, su autoestima y metacognición.

Las preguntas de investigación establecidas para este trabajo fueron: ¿El uso de recursos didácticos con tecnologías como la Realidad Virtual en cursos de matemáticas motivan a los estudiantes de nuevo ingreso del IT para aprender? ¿Los recursos didácticos que utilizan tecnologías como la Realidad Virtual presentan complicaciones para los estudiantes del IT? ¿Qué competencias genéricas desarrollan los estudiantes del IT cuando trabajan con recursos didácticos que utilizan tecnologías como la Realidad Virtual?

A partir de lo anterior, se definió como objetivo general: Diseñar, desarrollar y aplicar una intervención educativa basada en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), utilizando gafas de RV y microdrones, en grupos de matemáticas con estudiantes de primer año de ingeniería, para identificar los beneficios en su proceso de aprendizaje, en particular sus competencias genéricas y sus actitudes hacia el estudio, y con ello impactar en su formación al incorporar elementos lúdicos y retadores.

Los objetivos específicos se establecieron como:

1. Diseñar una intervención educativa con la metodología ABP, para temas de aplicaciones en los cursos de CD y CI, utilizando gafas de RV y microdrones.
2. Desarrollar y aplicar la intervención educativa durante un semestre en ambos cursos y evaluar los resultados de la misma, para replantear la intervención y aplicarla un segundo semestre, también en ambos cursos.
3. Analizar los resultados de las intervenciones y comparar los índices de reprobación con grupos de semestres anteriores.

## **METODOLOGÍA**

Aunque el enfoque del ABP se difundió por su uso en la escuela de medicina de la Universidad McMaster en Canadá (Abrandt y Dahlgren, 2002) en la década de los 70, la descripción de este abordaje está basada en la propuesta de Polya en la década de los 40, sobre la solución de problemas matemáticos (Pozo y Pérez, 2009). Este enfoque del aprendizaje se ha sostenido a lo largo de décadas, en muchas instituciones educativas alrededor del mundo y ha evolucionado hacia diferentes modelos y prácticas como los casos del aprendizaje basado en el trabajo en equipo, aquel auto-dirigido, y el aprendizaje contextualizado (Kolmos, 2017).

El enfoque de ABP que se utilizará en este trabajo se basa en las etapas establecidas por Polya para resolver un problema o una tarea compleja: 1) comprender el problema, tener claro cuál es el objetivo o la meta; 2) determinar un plan para encontrar la solución y alcanzar el objetivo, considerando alternativas o técnicas variadas; 3) ejecutar el plan establecido atendiendo las necesidades de toma de decisiones estratégicas, sea en las técnicas utilizadas o en el propio objetivo establecido inicialmente; 4) valorar la solución o el logro de los objetivos del problema, no solamente hasta el final sino a cada paso u objetivo parcial (Polya, 1957; Pozo y Pérez, 2009).

La necesidad de tomar decisiones estratégicas durante el proceso de solución de un problema es lo que hace la diferencia con un simple ejercicio o una práctica. Para Pozo y Pérez (2009):

Los problemas exigen que la persona tome decisiones sobre el proceso que debe seguir, sobre las técnicas que debe emplear, sobre el tipo de solución que es adecuada, etc., mientras que, los ejercicios necesitan sólo la puesta en marcha de técnicas o destrezas, que pueden convertirse en rutinas por medio de ejercicios repetitivos (p. 47).

Por ello, el diseño de los problemas debe realizarse cuidadosamente, y contemplarse componentes esenciales como el contenido, el contexto y las relaciones entre ellos; pero también los componentes de proceso como son las habilidades de investigación, razonamiento y reflexión (Hung, 2016).

Para tener claro que se trabaja con problemas y no con ejercicios, se deben tomar en cuenta los factores siguientes: 1) las características de la tarea, mal definida, y con un grado suficiente de apertura que requiera elegir entre diferentes posibilidades en un momento dado, o realizar muchos pasos, y deben tener una estructura ancha y profunda; 2) los conocimientos previos de quien resuelve el problema, pues para expertos una tarea puede ser un simple ejercicio y para iniciados algo mucho más complejo, tanto en el aspecto

cognitivo como en el manejo técnico y estratégico; 3) el control de la tarea, si el profesor establece los objetivos, las técnicas y las estrategias es un ejercicio, pero si los estudiantes deben elegir valorando cada paso y resultado parcial, entonces es un problema (Pozo y Pérez, 2009).

Es importante reconocer que los estudiantes pueden enfrentar un problema cuando están dotados de los conocimientos básicos y las habilidades técnicas y estratégicas que eventualmente requerirán (Pozo y Pérez, 2009). Un profesor, entonces debe procurar los ejercicios previos que garanticen tal situación en sus estudiantes, de otra forma no podrán controlar y resolver los problemas que les presente. Ya que, de otra forma, los aspectos motivacionales que se pretenden con este enfoque didáctico serán nulificados e incluso, se pudiera generar un estrés innecesario y negativo.

Cabe recordar que, cuando se trata del enfoque ABP, los requerimientos de habilidades y actitudes de los estudiantes son tan importantes como los conocimientos previos. La necesidad de trabajar en equipo implica actitudes y valores como la responsabilidad, tolerancia, y respeto, pero también habilidades intelectuales, técnicas y procedimentales para la planificación del trabajo, la organización de la información para la toma de decisiones, el análisis de datos y resultados, y el manejo de herramientas y equipos; incluso la metacognición y la autoestima para el aprendizaje independiente. El uso del enfoque ABP obliga a los estudiantes a demostrar competencias genéricas y disciplinarias suficientes para desarrollar y construir las habilidades de pensamiento de alto nivel, acordes con la demanda del problema (Surya y Syahputra, 2017).

Para los profesores, los puntos más importantes para la consideración del enfoque ABP están relacionados con: 1) la motivación y disponibilidad de los estudiantes para aprender; 2) el conocimiento y habilidades de los estudiantes para buscar información e investigar; 3) sus conocimientos previos sobre la elaboración de preguntas de investigación, la propuesta de un plan de trabajo, y la recolección, análisis, e interpretación de la información hallada; 4) las habilidades de gestión, organización y planificación de actividades, de trabajar con proyectos; 5) Las tecnologías y actividades de ABP deben ajustarse a las limitaciones prácticas del entorno de aprendizaje. Las limitaciones del entorno son críticas en el diseño del problema, junto con las necesidades de aprendizaje del plan de estudios y la tecnología (Vasiliene, Butviliene y Butvilas, 2016).

Así también, Kolmos (2017) reconoce que, en un principio, la aplicación del ABP será una estrategia didáctica añadida dentro de un curso, quizá por un solo profesor. Esto tiene varias desventajas: 1) el tiempo dedicado al ABP es muy reducido, por lo que, pareciera una variante del aprendizaje activo; 2) la complicación para generar un trabajo en ABP con visión integral, con el uso de diversas herramientas y técnicas de gestión de proyectos de colaboración y de liderazgo, dado que, en general no se realiza el trabajo interdisciplinario; 3) los estudiantes podrían encontrarse con dos o tres profesores en el mismo semestre que estén aplicando el ABP y entonces tengan una sobrecarga de trabajo; 4) la consistencia de los profesores, si por alguna causa se pierde la continuidad y no se avanza.

Sin embargo, a pesar de todo lo anterior, iniciar a pequeña escala con el ABP, quizá con una metodología más bien de aprendizaje activo, no está nada mal. Es un momento muy

importante de transición en la vida académica institucional (Kolmos, 2017), porque, de todas formas, este método es más efectivo para la enseñanza de la Física, por ejemplo, comparada con los métodos tradicionales (Argaw, Haile, Ayalew, & Kuma, 2017).

Se decidió realizar un estudio cualitativo mediante una investigación-acción para estudiar la situación educativa “con miras a mejorar la calidad de la acción dentro de ella” y bajo la perspectiva de una visión técnico-científica se desarrolló con fases secuenciales: planificación, identificación de hechos, análisis, implementación y evaluación (Elliot, 1991 citado en Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 706).

Así, el diseño práctico de la investigación-acción de Creswell (2005) implicaba: el estudio de las prácticas de los estudiantes, centrado en su desarrollo y aprendizaje, el desarrollo de un plan de acción utilizando la metodología de ABP, y bajo el liderazgo de la investigadora principal (Citado en Hernández, Fernández y Baptista, 2006). Sin embargo, este proceso también es flexible y, en general, sigue una secuencia en espiral sucesiva (Sandín, 2003 citado en Hernández, Fernández y Baptista, 2006), ya que, después de aplicarlo y evaluar los resultados se realiza una retroalimentación para reformularlo e iniciar una “nueva espiral de reflexión y acción” (p. 708).

Para ello, se trabajó en los semestres de enero-junio 2019 (SEM1) y agosto-diciembre 2019 (SEM2), con una muestra a conveniencia de tres grupos de primer semestre y cinco grupos de segundo semestre, de CD y CI, respectivamente. La distribución se muestra en la Tabla 1, donde se observa que la metodología se aplicó a seis de las carreras que ofrece el IT. Las limitaciones incluyeron la imposibilidad de trabajar con estudiantes de las mismas ingenierías los dos semestres, ni de contar con equipos iguales para todos los grupos.

**Tabla 1.** *Diseño de la muestra. Grupos de Cálculo por programa y por periodo.*

Periodo	Ingeniería Eléctrica (IE)	Ingeniería Geociencias (IG)	Ingeniería Industrial (II)	Ingeniería Mecánica (IM)	Ingeniería Petrolera (IP)	Ingeniería Química (IQ)
SEM1 111 a 31 M 80 H			2CI 56 alumnos 20 mujeres 36 hombres	1CI 35 alumnos 4 mujeres 31 hombres	1CI 20 alumnos 7 mujeres 13 hombres	
SEM2 119 a 52 M 67 H	1CI 21 alumnos 2 mujeres 19 hombres	1CD 21 alumnos 10 mujeres 11 hombres				2CD 77 alumnos 40 mujeres 37 hombres

**Nota** Fuente: Elaboración propia

El plan de acción incorporado en la secuencia didáctica de cada uno de los dos cursos de Cálculo se elaboró bajo la siguiente estrategia:

1. Aplicar el examen de diagnóstico en cada uno de los grupos.
2. Desarrollar las primeras unidades del programa aplicando el modelo por competencias, de la misma manera que se ha realizado en los últimos tres años.
3. Utilizar la metodología ABP en la unidad 5 del programa de CD y en la unidad 3 del programa de CI, referentes a las aplicaciones del Cálculo.

4. Evaluar los resultados de la metodología ABP y proponer ajustes a la misma para el siguiente ciclo escolar.

Los recursos didácticos con los que se contaba fueron: gafas de RV que requieren de un teléfono inteligente, ocho de cartón, tipo *Google Cardboard* y cuatro de distintas marcas y con diferentes capacidades y accesorios –ver Figura 1- además de una gafa de los estudiantes. Los microdrones para el SEM1 fueron 4 sin cámara, dos muy pequeños, y uno que aportó un equipo de jóvenes. En el SEM2 se agregaron dos microdrones con cámara, uno de ellos también aportado por un equipo de jóvenes. Ver la Tabla 2.

**Tabla 2.** *Dispositivos utilizados por programa y por periodo.*

Periodo	IE	IG	II	IM	IP	IQ
SEM1			2CI 6 gafas RV 3 drones	1CI 4 gafas RV 2 drones	1CI 3 gafas RV	
SEM2	1CI 2 drones	1CD 3 gafas				2CD 7 gafas 4 drones

Nota Fuente: Elaboración propia



Figura 1. Gafas de Realidad Virtual utilizadas. Fuente:

[https://www.amazon.com.mx/s?k=gafas+Vr&rh=n%3A9687423011&\\_mk\\_es\\_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&ref=nb\\_sb\\_noss](https://www.amazon.com.mx/s?k=gafas+Vr&rh=n%3A9687423011&_mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&ref=nb_sb_noss)

Las actividades incluidas bajo la metodología ABP, para las unidades de aplicaciones del Cálculo en cada uno de los cursos del SEM2 fueron:

- i. Presentar a cada grupo los recursos con los cuales se contaban.



- ii. Presentar la utilidad de los dispositivos de RV y de los microdrones para resolver diferentes problemas en ingeniería.
- iii. Plantear la necesidad de operar en equipo alguno de los recursos a su elección y utilizarlos para: buscar aplicaciones en RV que les permitieran fortalecer algunos conocimientos, es decir, remediar carencias que en ese semestre detectaban; o hacer funcionar un microdrone con el objetivo de seguir una trayectoria definida previamente, de acuerdo con los temas del curso.
- iv. Realizar un registro del trabajo en equipo para resolver los problemas planteados, tanto escrito como fotográfico y en video.
- v. Presentar a todo el grupo la experiencia de forma presencial. En caso de los microdrones se debía elaborar un video y colocarse en la red social de Youtube.
- vi. Entregar un reporte con un mínimo de contenido definido mediante una rúbrica, con un resumen sobre el uso de los drones en el campo profesional de su carrera.

Cabe precisar que del SEM1 al SEM2 se realizaron cambios en la metodología mencionada. Durante el SEM1, las aplicaciones de RV se restringieron a temas de matemáticas, y no se les solicitó la elaboración del video con los microdrones. Después de esa experiencia, para el SEM2 se enriquecieron las actividades ampliando los temas en RV; pero también se les solicitó el video mencionado y el uso de redes sociales, a los equipos que eligieron trabajar con los microdrones.

Toda la información se recuperó de los reportes de los equipos de estudiantes, cuyo esquema general se les proporcionó previamente, y de la lista de cotejo y rúbrica que la investigadora elaboró para el seguimiento y la evaluación de los trabajos.

## RESULTADOS

Los hallazgos más importantes se muestran en las Tablas 3 a 6, donde se clasificaron por semestre, por recurso didáctico utilizado, por carrera y por curso. Cabe recordar la diferencia entre la metodología aplicada en el SEM1 y en el SEM2, pues en este último se les permitió elegir la aplicación de RV relacionada con su carrera, y en el caso de los microdrones, la grabación del video sobre la experiencia. En todos los casos, los equipos entregaron un resumen ilustrativo de aplicaciones importantes de dispositivos de RV y de microdrones en la solución de problemas de ingeniería. No se presentaron complicaciones mayores en el uso de las tecnologías, los equipos buscaron distintos tipos de recursos tecnológicos para hacerlos funcionar, con solamente una excepción.

En el SEM2 se presentó la complicación de que no se contaba con equipos y dispositivos suficientes para todos los estudiantes, aunque algunos aportaran su microdrone. Debido a ello, se decidió incluir solamente 11 de los estudiantes de CI de Ingeniería Eléctrica, considerando que habían estado trabajando de forma indolente, apáticos y poco participativos, y se pretendía motivarlos de esta manera. En este único caso, se realizó una diferenciación en la aplicación del ABP hacia el interior de un grupo de estudiantes. Ver Tabla 6. El resultado fue que solamente se motivaron cuatro de ellos ya que los demás no se incorporaron al equipo o simplemente abandonaron la tarea asignada, lo cual conllevó una pérdida significativa en su evaluación final. La experiencia con ellos no tuvo éxito.

**Tabla 3. Semestre 1 (SEM1) Realidad Virtual.**

II	CI	34 estudiantes / 6 equipos mostraron interés, disposición, compromiso y trabajo en equipo. Uno de los equipos adquirió sus propias gafas RV. Las aplicaciones presentadas fueron: una para niños de primaria, tres para estudiantes de secundaria y bachillerato, y dos para estudiantes de licenciatura. Particularmente un equipo mostró la aplicación BuckeyeVR 3D Plot Viewer (BuckeyeVR, 2018) dirigido a estudiantes de Física, Matemáticas y diversas áreas de la ingeniería. Requiere un buen nivel de inglés y ciertos antecedentes de programación para su manejo. La propia aplicación recomienda utilizar un casco de Realidad Aumentada.
IM	CI	20 estudiantes / 4 equipos mostraron interés, disposición y compromiso. Trabajaron en equipo y propusieron 3 aplicaciones relacionadas con operaciones básicas de Aritmética para niños de educación básica. Uno de los equipos probó la aplicación con una niña de 9 años. El cuarto equipo presentó una aplicación dirigida a profesores y estudiantes de Cálculo multivariable, CalcVR <i>Calculus in Virtual Reality</i> (CalcVR, 2019), y aunque solamente conocían algunos de los temas, manifestaron su sorpresa porque estas gafas se utilizaran algo más que para videojuegos. Les agradó el “toque de diversión” en el aprendizaje de las matemáticas.
IP	CI	13 estudiantes / 2 equipo mostraron interés, gusto, creatividad, gran disposición y trabajo en equipo. Los dos equipos presentaron una aplicación para aprender matemáticas, dirigida a niños de 6 a 13 años de edad. Ambos equipos elaboraron su manual de uso y agregaron recomendaciones. Sin embargo, uno de los equipos presentó además los resultados de su proyecto social sobre su tarea. Probaron la aplicación con las gafas RV en dos niños de 8 y 9 años, una madre de familia de 36 años, y un adulto mayor de 62 años y recuperaron sus testimonios. Estos muestran la percepción innovadora de esta forma de aprender, y los adultos dicen “sería muy útil si en las escuelas se implementara este método”.

**Nota Fuente:** *Elaboración propia.*

**Tabla 4. Semestre 1 (SEM1) Microdrones.**

II	CI	18 estudiantes / 3 equipos mostraron interés, gusto, gran disposición y trabajo en equipo. Uno de los equipos, incluso donó al IT el microdrone que adquirieron para realizar la práctica. Los tres equipos elaboraron un buen manual de uso del equipo y realizaron recomendaciones, a partir de su experiencia, para un mejor uso. Manifestaron su satisfacción ya que ninguno había manejado un microdrone con anterioridad, les pareció muy interesante porque “nos enfrentábamos al reto de manejar el drone ante una función con un grado de complejidad un poco alta”.
IM	CI	13 estudiantes / 2 equipos mostraron interés, disposición, compromiso, ingenio y trabajo en equipo. En particular, a uno de los equipos se le asignó un microdrone muy pequeño que tenía una falla pues se había extraviado el cable para recargar la batería. Ellos investigaron, fueron a un laboratorio del IT para hacerle algunas pruebas, cambios y ajustes, inclusive elaboraron una pieza, pero finalmente lograron que funcionara bien e hicieron su práctica muy satisfechos con su objetivo cumplido, que representó un reto doble.

**Nota Fuente:** *Elaboración propia.*



**Tabla 5.** *Semestre 2 (SEM2) Realidad Virtual.*

IG	CD	16 estudiantes / 3 equipos mostraron interés, disposición, compromiso, creatividad, iniciativa, liderazgo y trabajo en equipo. Particularmente, 8 estudiantes elaboraron 2 historias muy interesantes y completas para la convocatoria sobre el videojuego, y fueron ganadoras. También propusieron un proyecto para fortalecer un laboratorio de su carrera generando contenidos en RV, incluso grabando videos en 360° como una prueba de lo que podían realizar. Esa propuesta inicial sigue fortaleciéndose pues se presentaron en la Feria de la Ciencia 2019, y se han estructurado 2 proyectos sometidos a financiamiento externo en febrero 2020.
IQ	CD	42 estudiantes / 7 equipos mostraron interés, disposición, iniciativa, liderazgo y trabajo en equipo. Las aplicaciones presentadas fueron 3 de Química y una de Matemáticas, es interesante que la mayoría de los estudiantes decidiera buscar apoyos para su curso de Química. En particular, fueron muy atractivas las demostraciones de las aplicaciones: MEL Chemistry VR, una App inglesa básica cuyos creadores están relacionados con las Olimpiadas de Química (MEL Science, 2015); y Learning Macromol VR, una App sueca avanzada creada por un modelador molecular (EduChemVR, 2016), Sus presentaciones fueron un éxito entre todos.

**Nota Fuente:** *Elaboración propia.*

**Tabla 6.** *Semestre 2 (SEM2) Microdrones.*

IE	CI	11 estudiantes / 2 equipos mostraron poca motivación para realizar el trabajo. Se les asignaron los microdrones más antiguos y pequeños y uno de los equipos no logró hacerlo funcionar. Esto a pesar de que se trataba de los mismos aparatos que los estudiantes de IM habían utilizado el SEM1 y realizado su práctica con éxito. Se observó que no trabajaban en equipo ni estaban comprometidos ni tenían iniciativa, dejaron de asistir a las presentaciones. Varios de ellos no aprobaron el curso. 8 estudiantes del resto del grupo sí estuvieron interesados, tenían iniciativa e incluso trataron de asesorar a sus otros compañeros. Estos eran los mejores del grupo y aprobaron la asignatura. No se les consideró para el proyecto, ya que, no se contaba con más equipos.
IQ	CD	28 estudiantes / 4 equipos mostraron interés, gusto, iniciativa, creatividad, liderazgo, compromiso y trabajo en equipo. Un equipo aportó su microdrone para la práctica, y otro eligió un microdrone con cámara integrada. Este último, nuevo, lo extraviaron en el primer acercamiento, pero se organizaron para comprar otro igual. Los productos de su trabajo se mostraron a través de un video, donde resalta la alegría y divertimento provocado por el uso de estas tecnologías. Los estudiantes disfrutaron este reto que puede observarse en los videos cuyos enlaces son los siguientes: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=R9PzrOLN_f8">https://www.youtube.com/watch?v=R9PzrOLN_f8</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=7DOU8ljxs7c">https://www.youtube.com/watch?v=7DOU8ljxs7c</a>

**Nota Fuente:** *Elaboración propia.*

El resultado en interés y motivación fue de 95% de los estudiantes no desertores. En cuanto a los indicadores de aprobación en general, incluyendo los desertores, se observa en la Tabla 7 un mejoramiento de cuando menos 10 puntos porcentuales en generaciones similares de CI, mientras que para CD fue de 21 puntos porcentuales. Los índices de deserción también disminuyeron para todos los casos. Sin embargo, cabe aclarar que entre 2018 y 2019, la población atendida era similar en número, pero la conformación de los

grupos incluía estudiantes en repetición y de todas las carreras de la oferta del IT, lo cual implica una diferencia en las cualidades y competencias de los estudiantes de la muestra.

**Tabla 7.** Indicadores de los grupos por curso y generación.

Curso	Generación	Estudiantes	Aprobación	Repetidores	Deserción	Carreras
CI	2018-1	67	73%	0%	19%	Todas
CI	2019-1	111	96%	0%	4%	IM, IP, II
CI	2018-2	14	57%	64%	43%	Todas
CI	2019-2	21	67%	0%	29%	IE
CD	2018-1	59	34%	63%	63%	Todas
CD	2019-1	0	--	--	--	--
CD	2018-2	68	68%	3%	31%	IG, IEo
CD	2019-2	98	89%	0%	11%	IG, IQ

Nota Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

Los resultados se consideran exitosos, ya que, se identificó que el uso de recursos como las gafas de RV y los microdrones motivan a los estudiantes para estudiar, pues de los ocho grupos donde se realizó, solamente en la mitad de uno se mostró apatía y desinterés. Estas tecnologías no han estado al alcance de la mayoría de los estudiantes, pero no los encontraron complicados, más bien lo tomaron como un reto que los impulsó para adquirir otras competencias. Las competencias genéricas desarrolladas: trabajo en equipo, búsqueda de información y su organización adecuada, liderazgo para organización de tareas, comunicación oral y escrita de propuestas y hallazgos, y el reconocimiento de los talentos de cada uno para aprovecharlos en el trabajo común que implicó la metacognición.

Además, se hizo notable su alegría de trabajar con estos dispositivos, de jugar con ellos, aprendiendo y desarrollando habilidades bajo esta metodología del ABP, lo cual mejora su autoestima. 6% de los estudiantes se han mantenido vinculados con los proyectos, de lo cual se han derivado iniciativas subsiguientes que se encuentran en proceso de desarrollo. La formación de los ingenieros se fortaleció con estas actividades y retos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abrandt, M., & Dahlgren, L.O. (2002). Portraits of PBL: Student's experiences of the characteristics of problem-based learning in physiotherapy, computer engineering, and psychology. *Instructional Sciences*(30), 111-127, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1014819418051>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem Solving Skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(3), 857-871. doi: <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Buckeye VR (2018). *Home page*. Available from: Buckeye VR: <https://buckeyevr.osu.edu/index.html>

- Cabanach, R. G., Souto-Gestal, A., y Franco, V. (2016). Escala de Estresores Académicos para la evaluación de los estresores académicos en estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud* vol 7(2), 41-50, doi: 10.1016/j.riips.2016.05.001
- CalcVR (2019). *Information and Resources for the Calculus in Virtual Reality App*. Available from: <https://calcvr.org/>
- EduChemVR (2016). *About EduChemVR*. Available from: <http://educhem-vr.com/>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana
- Hung, W. (2016). All PBL Starts Here: The Problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2). doi: 10.7771/1541-5015.1604
- Kolmos, A. (2017). PBL Curriculum Strategies: From Course Based PBL to a Systemic PBL Approach. En A. Guerra, R. Ulseth, A. Kolmos (Eds.), *PBL in Engineering Education. international Perspectives on Curriculum Change* (pp. 1-12). Rotterdam: Sense Publishers
- Maturana, A., y Vargas, A. (2015). El estrés escolar. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(1), 34-41. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-el-estres-escolar-S0716864015000073>
- MEL Science (2015). *Lecciones VR de MEL Chemistry*. Recuperado de: <https://melscience.com/vr/>
- Orta, R. M. y Soto, A. M. (11-12 mayo de 2017). *Neurobalance: una experiencia con estudiantes de nuevo ingreso en ingeniería*. III Encuentro de Educación Internacional y Comparada, Ciudad de México, Universidad Nacional Autónoma de México, (pp. 801-810). Recuperada de: [https://www.researchgate.net/profile/Sergio\\_Tobon4/publication/317591242\\_Curriculo\\_socioformativo\\_Una\\_propuesta\\_formativa\\_para\\_la\\_sociedad\\_del\\_conocimiento/links/59489c9d0f7e9b1d9b233755/Curriculo-socioformativo-Una-propuesta-formativa-para-la-sociedad-del-conocimiento.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Tobon4/publication/317591242_Curriculo_socioformativo_Una_propuesta_formativa_para_la_sociedad_del_conocimiento/links/59489c9d0f7e9b1d9b233755/Curriculo-socioformativo-Una-propuesta-formativa-para-la-sociedad-del-conocimiento.pdf)
- Polya, G. (1957). *How To Solve It. A New Aspect of Mathematical Method* (Second Edition). New Jersey: Princeton University Press. Available from: <https://math.hawaii.edu/home/pdf/putnam/PolyaHowToSolveIt.pdf>
- Pozo, J. I., y Pérez, M. d. (Coords) (2009). *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias*. Madrid: Ediciones Morata. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982011000100013](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982011000100013)

- Ramírez, R. (2013). ¿Qué representa para los estudiantes de hoy adentrarse en la educación superior? En C. Guzmán Gómez (Coord.), *Los estudiantes y la universidad. Integración, experiencias e identidades* (pp. 27-61). México: ANUIES. Recuperado de: [https://www.academia.edu/25601336/Los\\_estudiantes\\_y\\_la\\_universidad\\_Integraci%C3%B3n\\_Experiencias\\_e\\_Identidades](https://www.academia.edu/25601336/Los_estudiantes_y_la_universidad_Integraci%C3%B3n_Experiencias_e_Identidades)
- Reyes, V., Reyes, B., y Pesci, J. (2017). Análisis estadístico de los resultados del examen CENEVAL 2015 en el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. En A. Soto, R. Camero, M. Sierra, C. Moreno, V. Reyes y L. Vargas, *Formación de ingenieros. Análisis sobre la problemática del aprendizaje del estudiante* (pp. 11-28). Puebla: Mariángel
- Ríos, J. L. (17 de Febrero de 2020). *Seguimiento a los estudiantes en oportunidad especial de un curso*. (A. M. Soto H., Entrevistador) Ciudad Madero
- Soto, A. M., Maldonado, O. G., y Camero, R. G. (2018). Attitudes and Learning: An Important Relationship for Engineering Students. *West East Journal of Social Sciences*, 7(3), 10-23. Available from: [https://westeastinstitute.com/journals/wp-content/uploads/2018/12/2.-Hernandez\\_1814.pdf](https://westeastinstitute.com/journals/wp-content/uploads/2018/12/2.-Hernandez_1814.pdf)
- Surya, E., & Syahputra, E. (2017). Improving High-Level Thinking Skills by Development of Learning PBL Approach on the Learning Mathematics for Senior High School Students. *International Education Studies*, 10(8), 12-20. doi: 10.5539/ies.v10n8p12
- Vasiliene, V., Butviliene, J. & Butvilas, T. (2016). Project-based learning: the complexity and challenges in higher education institutions. *Computer Modelling & New Technologies*, 20(2), 7-10. Available from: [http://www.cmnt.lv/upload-files/ns\\_66art01\\_Butvilas.pdf](http://www.cmnt.lv/upload-files/ns_66art01_Butvilas.pdf)