

GAMIFICACIÓN DE CLASES DE FÍSICA PARA INGENIEROS EN CONSTRUCCIÓN

Autor Principal: Fernando Mendoza Pereira, Universidad Tecnológica INACAP, fmendoza@inacap.cl
Co-Autor 1, Oscar Rivera Marín, Universidad Tecnológica INACAP, oriveram@inacap.cl
Co-Autor 2, Dr Arnold Schirmer Prieto, Universidad Tecnológica INACAP, ashirmer@inacap.cl

RESUMEN

Lograr aprendizajes significativos de física en estudiantes de ingeniería es esencial por cuanto sirven de sustrato para una serie de otras asignaturas. Al seguir la visión ausubeliana del aprendizaje significativo, ese que se aprende de forma no arbitraria o no literal (Ausubel, 2002) sino que surge de la interacción del conocimiento previo con la nueva información, de manera de reajustarla, reconstruirla dotando de nuevo significado al contenido en este proceso de transformación cognitivo, como sostiene Rodríguez (2004). Por ello, resulta interesante proponer una innovadora metodología didáctica que facilite y logre el aprendizaje de los contenidos de la asignatura a partir de los propios conocimientos previos del estudiante, adaptándose a los distintos niveles y tipos de aprendizajes de nuestros alumnos de manera que logren comprender y aplicar los conceptos de la asignatura de física, a través de su experienciación, es decir, construyen el significado a partir de la experiencia (Riveros, 2013) y que puede ocurrir en espacios distintos al aula de clases, como lo propone Woolfolk (2006), para lograr una buena enseñanza. Se plantea la gamificación de contenidos de física para alumnos de ingeniería y se presentan resultados de mejora de rendimiento académicos.

PALABRAS CLAVES: Física, gamificación, aprendizaje significativo, rendimiento académico, competencias transversales.

INTRODUCCIÓN

El Modelo Educativo Institucional de INACAP, entre sus cinco pilares fundamentales, declara para los procesos de enseñanza-aprendizaje, asegurar la eficacia de los resultados de aprendizaje definidos en los perfiles de egreso de las distintas carreras considerando, de manera especial, la heterogeneidad de los estudiantes y la diversidad de ámbitos y niveles disciplinarios, siendo el enfoque pedagógico constructivista del Aprender Haciendo parte esencial de su quehacer (INACAP, 2017).

Basados en este pilar es que se presenta los resultados de la siguiente experiencia académica de gamificación, como metodología didáctica, de una actividad intencionada para lograr en el estudiante de ingeniería, la sensibilidad de los conceptos fundamentales, de manera que, a partir de sus conocimientos previos, pueda entender conceptos como estática fundamental, aplicarlos y que sirva el nuevo aprendizaje significativo de insumo para otras asignaturas de especialidad del mismo semestre o posteriores.

Para demostrar lo anterior, se cita comentario de una estudiante que participó de la actividad experimental y que indica: “la actividad realizada de pilotes, me fue de gran ayuda para comprender como actúan los vectores no solo en éste, sino que también en otros elementos de la realidad. Creo que esta actividad tuvo una gran influencia en mi proceso de aprendizaje, ya que el contenido conceptualizado y explicado previamente en clases, se pudo experimentar y contextualizar de forma real y práctica, haciendo que este conocimiento perdure y no sea solo momentáneo, además de lograr un mejor entendimiento haciendo que en mi cotidianidad

pusiera en práctica este conocimiento, logrando ver vectores en casi todos los lugares donde miraba, observando su dirección y sentido, y preguntándome como actuaban.

Por otra parte tiene una gran vinculación con asignaturas que incluso no son de carrera pero que son cruciales en nuestra formación, como autogestión, comunicación efectiva, intraemprendimiento etc... ya que la actividad al ser grupal y donde además se debía tener una gran coordinación entre participantes requería poner en práctica nuestras competencias blandas, como por ejemplo el liderazgo, asertividad, etc..." (Katherine Heresman, Estudiante Ingeniería en Construcción, 5° semestre).

DESARROLLO

Las habilidades para trabajar posibilidades abstractas se convierten en una condición previa y que resultan fundamentales para el aprendizaje de las asignaturas prioritarias en el proceso de formación profesional de la ingeniería como por ejemplo Física, Matemáticas, Electricidad, entre otras.

Por otra parte, INACAP no considera requisitos de ingreso a los estudiantes del sistema educación formal más que su licenciatura de enseñanza media, lo que conlleva a que los conocimientos previos de los nuevos alumnos, particularmente en ciencias básicas, sean deficientes como lo demuestran los resultados de las evaluaciones diagnósticas, y, en caso de provenir de un establecimiento técnico, los conocimientos de especialidad sean, generalmente, escasos.

Al llevar todo lo anteriormente señalado a la práctica, cuando nuestro estudiante de ingeniería se enfrenta a nuevas situaciones y supuestos definidos en ecuaciones algebraicas, las brechas de sus conocimientos previos se hacen evidentes lo que se refleja en rendimientos académicos deficientes, desmotivación, incluso abandono de la asignatura, haciendo aún más complejo el proceso de enseñanza-aprendizaje para el académico, dentro del modelo de formación basado en competencias de nuestra institución. A partir de esto último es que surge la motivación del presente estudio al plantearse qué ocurre cuando el estudiante se enfrenta a la situación de aprender nuevas fórmulas algebraicas en un plazo corto y si se puede mejorar dicho proceso de aprendizaje a través de la aplicación de una innovación metodológica, por medio de la gamificación de un contenido.

Con el propósito de disminuir esta brecha de conocimientos previos en el primer año, empleando una metodología apropiada orientada a la experimentación que sea capaz de despertar la curiosidad e interés del estudiante, favorecida por su desarrollo en un ambiente agradable y distinto a la tradicional sala de clases se diseñó una actividad pedagógica que propenda a la movilización de conocimientos previos, al aprendizaje significativo y de manera entretenida, es decir, se reconocen en esta estrategia didáctica el pensamiento del estudiante participante o jugador, las técnicas y reglas para el desarrollo apropiado de la actividad o juego y, finalmente, uno o más problemas a resolver, todo en un ambiente atractivo y que incite a la acción de parte de los participantes así como los incentivos, ganancias, puntos, para reforzar la conducta deseada por parte del estudiante jugador, todo lo que corresponde al concepto de gamificación definido por Zichermann y Cunningham (2011) y Kapp (2012).

A su vez, la actividad planteada como un juego que, en esencia corresponde a un aprendizaje basado en problema, no sólo reta a los estudiantes participantes a lograr su objetivo sino que, a partir de ese problema, se adquieren e integran nuevos conocimientos, y habilidades transversales como toma de decisiones, trabajo en equipo, comunicación y actitudes como gestión a la frustración, tolerancia, perseverancia, revisión, precisión, entre otras, esenciales en la formación basada en competencias y que, al mismo tiempo, sirven de sustrato para otras

asignaturas de la malla curricular, mejorando la percepción y satisfacción del estudiante hacia la asignatura, la carrera y, por extensión, redundando en fidelización para con la institución. El estudio tiene como grupo objetivo a un total de 70 estudiantes de 3 secciones de 15, 35 y 30, respectivamente, de la asignatura Estática Estructural, CBE01 de Ingeniería en Construcción de INACAP Sede Concepción-Talcahuano planificándose una actividad fuera de la sala de clases, como se muestra en la Figura 1, destinada a impartir un contenido considerado en la primera evaluación sumativa de la asignatura.



Figura 1. Actividad de pilotes desarrollada por un grupo de estudiantes asignatura CBES01.
Elaboración propia.

MUESTRA OBJETIVA

Para el análisis se consideraron 3 secciones, cada una con su respectivo académico, en la asignatura Estática Estructural CBE01 5° semestre, en la carrera Ingeniería en Construcción de la Universidad Tecnológica de Chile INACAP, Sede Concepción Talcahuano, que se imparte en el semestre otoño. El año 2015 se consideró un total de 104 alumnos; para el año 2016, la cantidad total de alumnos fue 51 y el presente año, durante el semestre académico otoño participó un total de 70 estudiantes. El detalle de la distribución por cada sección y por año se presenta a continuación en la Figura 2.

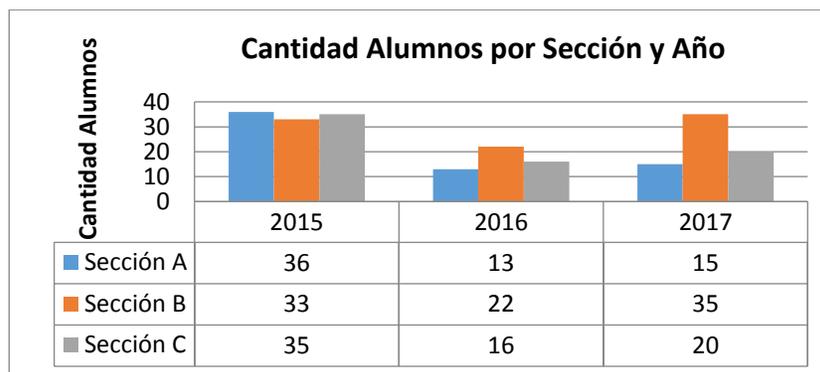


Figura 2. Cantidad de Alumnos por Sección y Año Asignatura CBES01.
Elaboración propia.

RESULTADOS

El año 2015, los rendimientos académicos en la 1° evaluación sumativa no fueron satisfactorios en todas las secciones consideradas, tal como se aprecia en Figura 3; el mejor rendimiento lo logró la Sección B con un promedio curso de 3,3.

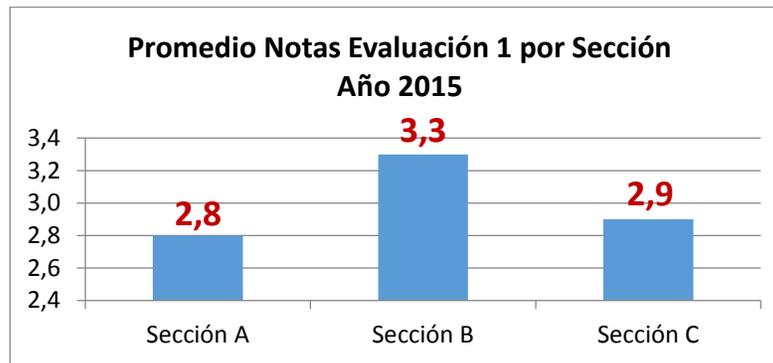


Figura 3. Promedio Notas Evaluación 1 por Sección. Año 2015 Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Al analizar el detalle de la distribución por rango de notas obtenidas en la primera evaluación, por sección, se observa que del total de 104 alumnos, 76 lograron nota deficiente, equivalente al 73,1%, en tanto que el rango de notas con mayor frecuencia fue el que considera notas entre un 1,1 a 2,9. A su vez, un 26,9% de los estudiantes lograron notas aprobatorias en esta evaluación sumativa de la asignatura CBES01.

Rango Notas	Sección A		Sección B		Sección C	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
1	4	11,1%	3	9,1%	6	17,1%
1,1-2,9	16	44,4%	17	51,5%	17	48,6%
3-3,9	6	16,7%	4	12,1%	3	8,6%
4-4,9	7	19,4%	3	9,1%	3	8,6%
5-5,9	2	5,6%	1	3,0%	4	11,4%
6,0-7,0	1	2,8%	5	15,2%	2	5,7%
Total	36	100%	33	100%	35	100%

Figura 4. Distribución por Rango Notas Evaluación 1 por Sección. Año 2015 Asignatura CBE01. Elaboración propia.

Estos resultados son los que motiva el replanteamiento de la estrategia didáctica de parte de uno de los académicos responsable de una sección y planifica la actividad que gamifica un contenido de la evaluación 1 de la asignatura y decide probarlo el año 2016; para efectos del análisis de resultados, la sección intervenida corresponde a la Sección B. Los resultados de la intervención metodológica se traducen en un mejor rendimiento académico, alcanzando un promedio general de la sección B a un 4,2, como se presenta en la Figura 5 y que es significativamente superior al promedio el año 2015, con el mismo académico. La sección A tiene un promedio general deficiente, en tanto que la sección C, alcanza un 4,2 de promedio general.



Figura 5. Promedio Notas Evaluación 1 por Sección. Año 2016 Asignatura CBES01.
Elaboración propia.

Al analizar el detalle de la distribución por rango de notas obtenidas en la primera evaluación, por sección, para el año 2016, en la que sólo la sección B fue la intervenida por el académico, se observa que del total de 51 alumnos, 22 lograron nota deficiente, lo que representa un 43,1% y 29 estudiantes lograron notas aprobatoria, equivalente al 56,8%, como se presenta en la Figura 6, que es significativamente superior al 26,9% del 2015.

Rango Notas	Sección A		Sección B		Sección C	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
1	0	0,0%	4	18,2%	2	12,5%
1,1-2,9	1	7,7%	0	0,0%	2	12,5%
3-3,9	5	38,5%	2	9,1%	6	37,5%
4-4,9	4	30,8%	7	31,8%	3	18,8%
5-5,9	1	7,7%	6	27,3%	2	12,5%
6,0-7,0	2	15,4%	3	13,6%	1	6,3%
Total	13	100%	22	100%	16	100%

Figura 6. Distribución por Rango Notas Evaluación 1 por Sección. Año 2016 Asignatura CBES01.
Elaboración propia.

Al analizar los resultados que se presentan en la Figura 7, para la sección B intervenida con la innovación metodológica, es posible apreciar que no hubo alumnos dentro del rango de nota de 1,1 a 2,9 para el año 2016, a diferencia del 2015 que hubo 17; que existe un significativo aumento de alumnos que obtuvieron notas en el rango de 4,0 a 4,9 con más del doble de alumnos, 7 el 2016 respecto a 3, el 2015; y en el rango de notas de 5,0 a 5,9 con 6 notas el 2016 respecto a 1 el 2015.

Como se presenta en la Figura 7, la línea de tendencia para el 2015 es claramente superior en los rangos de notas deficientes, en tanto que la línea de tendencia de color verde para el año 2016, que se presenta con línea color rojo, presenta una marcada mejora en el rendimiento académico y que es posible atribuir a la innovación metodológica. Si bien estos resultados sólo tuvieron un tratamiento empírico, motivo al académico de la sección B a investigar cuantitativa y cualitativamente el efecto de la intervención sobre el rendimiento académico y sobre la percepción de los alumnos de dicha metodología

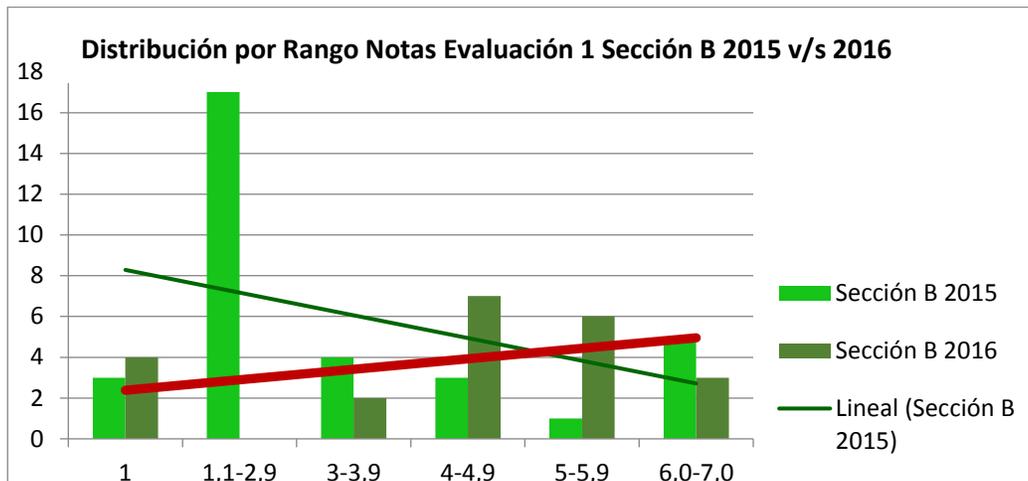


Figura 7. Distribución por Rango Notas Evaluación 1 Sección Intervenido Año 2015 versus 2016
Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Para este año 2017, semestre otoño, los resultados generales de las secciones para la primera evaluación se presentan en la Figura 8, donde se aprecia que la sección B logra un promedio general de 4,1, superior respecto a las otras 2 secciones analizadas para este estudio y sin diferencia significativa respecto al promedio 4,2 del año 2016.

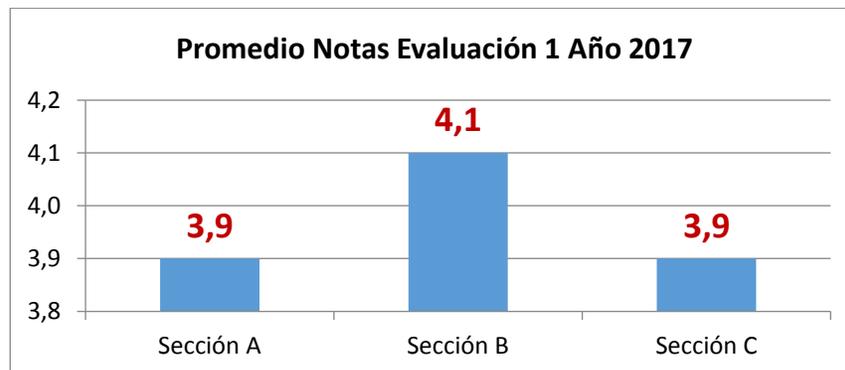


Figura 8. Promedio Notas Evaluación 1 por Sección Año 2017. Asignatura CBES01.
Elaboración propia.

Al analizar el detalle de la distribución por rango de notas obtenidas en la primera evaluación, por sección, para el año 2017, en la que sólo la sección B fue la intervenida por el académico, se observa que del total de 70 alumnos, 39 estudiantes lograron notas aprobatoria, equivalente al 55,7%, como se presenta en la Figura 9, que es significativamente superior al 26,9% del 2015.

Distribución Notas Evaluación 1 por Sección Año 2017						
Rango Notas	Sección A		Sección B		Sección C	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
1	2	13,3%	3	8,6%	4	20,0%
1,1-2,9	1	6,7%	4	11,4%	0	0,0%
3-3,9	2	13,3%	11	31,4%	4	20,0%
4-4,9	8	53,3%	10	28,6%	6	30,0%
5-5,9	2	13,3%	1	2,9%	4	20,0%
6,0-7,0	0	0,0%	6	17,1%	2	10,0%
Total	15	100%	35	100%	20	100%

Figura 9. Distribución por Rango Notas Evaluación 1 por Sección. Año 2017 Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Al analizar los resultados para la sección B, que se presentan en la Figura 10, intervenida con la innovación metodológica, se observa que aumentaron los alumnos en el rango de notas de 3,0 a 3,9, de 4,0 a 4,9 así como en el rango de notas de 6,0 a 7,0.

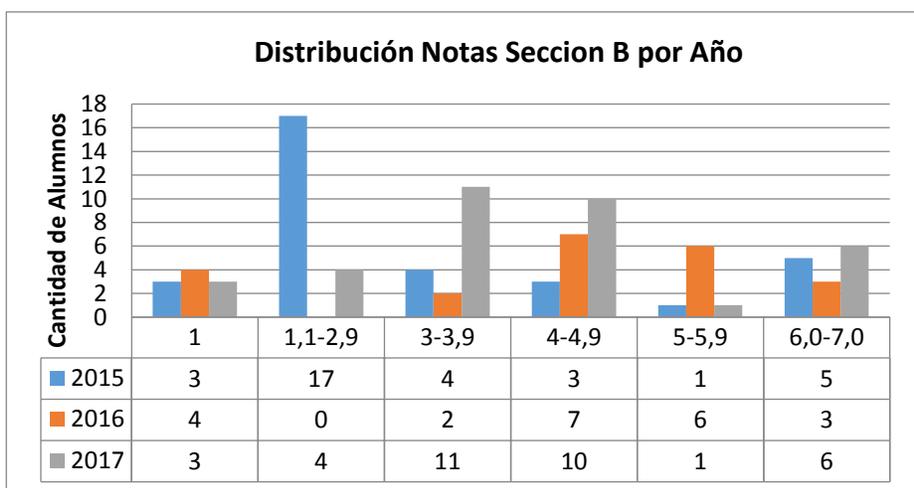


Figura 10. Distribución por Rango Notas Evaluación 1 Sección B. Por Año Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Al comparar los resultados entre el año 2017, con intervención y el 2015, sin intervención, secciones con el mismo académico, tal como se presenta en la Figura 9, el año 2015 sólo 9 de 33 estudiantes lograban nota aprobatoria, en tanto que el año 2017, 17 alumnos de 35 lo lograron. Lo anterior, llevado a rendimiento académico, más del 55% de los alumnos el año 2017 lograron nota aprobatoria para la primera evaluación, siendo casi el doble que lograba dicho rendimiento académico el año 2015, con sólo un 26,9%, diferencia significativa, como se muestra en la Figura 11 que se presenta a continuación.

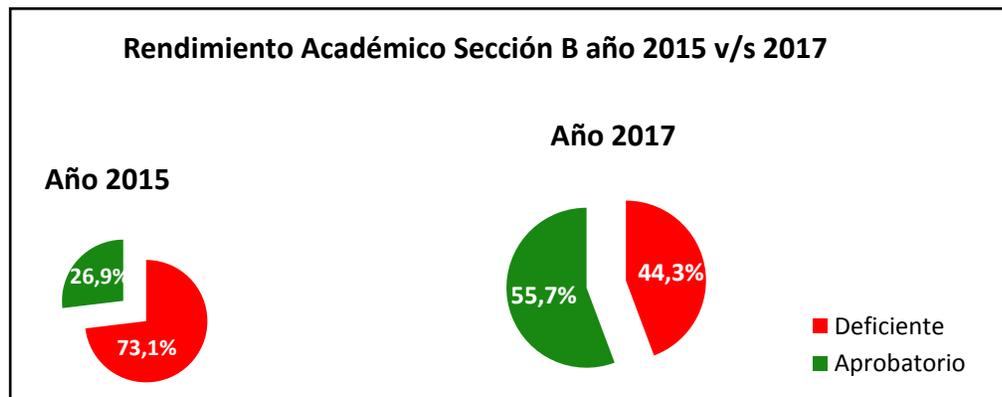


Figura 11. Distribución por Rango Notas Evaluación 1, Sección B. Por Año Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Por otra parte, se analizó la percepción de los alumnos en relación a la metodología empleada a los alumnos de la sección B y que se representan en la Figura 12, donde el 39% de los estudiantes considera que la actividad fortalece la habilidad de trabajo en equipo, el 16% reconoce que mejora los procesos de comunicación y el 11% sostiene que mejora la capacidad de resolución de problemas.

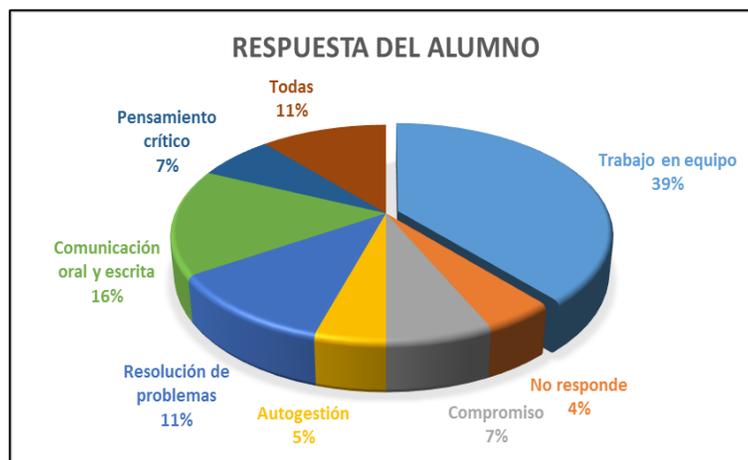


Figura 12. Distribución de Respuesta a Encuesta de Percepción de Actividad Sección B Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Al analizar y comparar los resultados de notas obtenidos entre los alumnos que participaron en el desarrollo de la actividad, que corresponde a 20 alumnos de un grupo de 35; respecto a los que no participaron, como se muestra en Figura 13, el promedio de nota de los participantes fue un 4,7, significativamente superior al 3,8 del promedio de notas de los alumnos que no participaron.

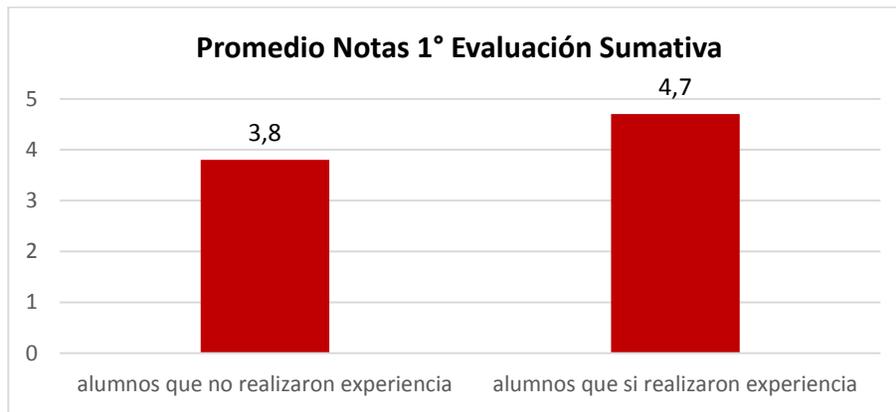


Figura 13. Promedio de Notas de Estudiantes Participantes v/s No Participantes Actividad Sección B Asignatura CBES01. Elaboración propia.

Se observa en este caso, que los alumnos que realizaron esta experiencia activa tuvieron una mejor percepción de los contenidos a posterior, que derivó en el entendimiento de la temática y la nota obtenida considerando el resto de los alumnos de la misma sección, que no desarrolló la actividad.

Por otra parte, siendo consecuente con lo que declara Ginsburg y Opper (1988) “la experiencia activa no debe estar limitada a la manipulación física de los objetos. También debería incluir la manipulación mental de las ideas que surgen de los proyectos o experimentos en clases”; la interacción de los estudiantes con sus pares pone a prueba su pensamiento, generando un desequilibrio natural cuando se sugieren métodos y procedimientos acerca del desarrollo del problema que estimamos una instancia fértil para tomar otros contenidos que se pueden asimilar en esta instancia, situación que queda demostrada en las repuestas del estudiante en la encuesta de retroalimentación tomada al cierre de la actividad

CONCLUSIONES

El valor de una didáctica de gamificación empleada para el desarrollo de esta asignatura tiene una seria orientación a motivar y auxiliar al alumno a redescubrir aprendizajes que seguramente vienen de la educación anterior y que son necesarios para entender los conceptos fundamentales de la estática, particularmente en este caso física vectorial en el espacio.

De lo anteriormente expuesto, deducimos la eficiencia de la actividad realizada basada en los resultados obtenidos que se refleja en primera instancia la diferencia en la primera evaluación de 0.9 puntos de los estudiantes que realizaron esta actividad V/s quienes no la realizaron, subiendo también el promedio general de esta primera evaluación; convencidos que los procesos de aprendizaje superiores, se pueden lograr conforme se construye una experiencia cognitiva, participativa, en contacto con pares, donde el estudiante sea capaz de moverse descubriendo conceptos y sintiendo sus efectos los predispone a un aprendizaje significativo que trascienda la actividad preparándolos para nuevos contenidos o para asignaturas que se dictan en paralelo o bien son sucesoras a la experiencia. Como explica Woolfolk en su libro Psicología educativa (2009) “no se debe aburrir a los estudiantes con un trabajo demasiado sencillo, ni dejarlos atrás con enseñanzas que no sean capaces de entender”.

Los resultados anteriores obtenidos bajo la modalidad de gamificación de aprendizajes basado en problema resultan significativamente superiores respecto a la clase tradicional en aula.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Universidad Tecnológica INACAP por el apoyo en el desarrollo y financiamiento de esta investigación, así como la entusiasta participación de los alumnos de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Editorial Paidós. Barcelona, España.

INACAP. (2017). Vicerrectoría de Pregrado. Universidad Tecnológica de Chile-INACAP. Santiago, Chile.

Kapp, K. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco: John Wiley & Sons.

Moreira, M.A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44.

Rodriguez, M.L. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Proceedings of the First Conference on Concept Mapping. Pamplona, España.

Riveros, E. (2013). Parafraseando a Eugene Gendlin en un modelo procesal. Ajayu, 11(1), Marzo 2013, pp. 1-17.

Woolfolk, A. (2006). Psicología educativa. 9° Ed. Prentice Hall. México.

Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. Cambridge, MA: O'Reilly Media.

ANEXO 1. Instrucciones y contextualización de la técnica “Desafío Pilotes”

Se solicita a los estudiantes reunirse en dos equipos de trabajo, cuya tarea es trasladar un pilote desde un punto A a otro B, por un circuito en zigzag con la finalidad de que ambos equipos lleguen al mismo tiempo a un lugar predefinido como meta. La dificultad de este desafío es que el pilote, tiene dispuesto cuerdas en ambos extremos que deben ser ocupadas para el traslado, y éste debe desplazarse en forma vertical, sin que los alumnos puedan tocar el pilote, y después de la planificación de la actividad, no utilizar algún método de comunicación verbal; quien no cumpla con el requisito anterior es obligado a comenzar nuevamente el ejercicio. Esta actividad, se desarrolla en tres etapas básicas: planificación, ejecución, cierre y contextualización.

Para lograr la verticalidad del pilote y su traslado, los participantes deben tirar una cuerda, con una fuerza, dirección y sentido determinado (física vectorial). Para poder lograr el equilibrio estático, el estudiante par al primero, debe aplicar una fuerza de igual magnitud, pero en sentido contrario, con el objeto de poder anularla como lo dice el principio de la estática estructural (primera ley de Newton). Como en la práctica, es muy difícil lograr este equilibrio (por la cantidad dispar de alumnos o el equilibrio de la fuera de cada participante), el alumno, tiene que anular las fuerzas resultantes trabajando con los ángulos, espacios y sus tres ejes y/o magnitud de la fuerza aplicada. A medida que se desplaza el pilote, se pierde el equilibrio, debido cada estudiante nuevamente ajustar fuerzas a las nuevas condiciones