

Modelando problemas de Programación Lineal a través del juego

Mariana Funes
Josefina Racagni
Cecilia Cáceres
Estefanía Nahas



UNC

Universidad
Nacional
de Córdoba

ISBN: 978-607-96854-3-0



Foro Internacional de Innovación Docente 2019

© La Red CESAL, 29 de diciembre de 2020
Prol. Reforma 1190 - 2812
Ciudad de México, 05349



Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 4.0 de Creative Commons. Puede copiarla, distribuirla y comunicarla públicamente, siempre que indique su autor y la cita bibliográfica; no la utilice para fines comerciales; y no haga con ella obra derivada.

Modelando problemas de Programación Lineal a través del juego

Mariana Funes *
Josefina Racagni *
Cecilia Cáceres *
Estefanía Nahas *

Marzo 2020

Resumen: El trabajo describe la instrumentación de un juego de competencia grupal aplicando una estrategia de aprendizaje electrónico móvil (m-learning) sobre modelización de problemas de Programación Lineal, llevado a cabo en una clase práctica de la asignatura Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba durante el ciclo lectivo 2019. La actividad tuvo el propósito de contribuir a generar mejores aprendizajes de un tema para el que los estudiantes manifiestan tener gran dificultad, propiciando una instancia en la que puedan participar en forma activa con sus pares en un ambiente desestructurado y con retroalimentación inmediata. Superados algunos inconvenientes técnicos producidos al inicio de la implementación, se generó una dinámica de trabajo muy amena en un clima colaborativo, más allá de la competencia que proponía el juego. Quienes participaron de la actividad, tuvieron una ventaja comparativa al momento de una instancia de evaluación del tema ejercitado.

Palabras clave: Modelización matemática; Programación Lineal; Ludificación; m-learning.

Contexto de la intervención

La intervención que se describe formó parte de las actividades propuestas durante el dictado del ciclo lectivo 2019 en una de las cuatro divisiones de la materia **Métodos Cuantitativos para la Toma de Decisiones**, asignatura obligatoria ubicada en el sexto semestre del Plan de Estudios de las carreras de Contador Público y Licenciatura en Administración de la Facultad de Ciencias Económicas de la U.N.C. A partir del año 2019, también se ofrece como electiva de la carrera de Licenciatura en Economía.

Esta materia es correlativa de tres cursos de matemática y dos cursos de estadística. Con su dictado se pretende que el alumno aprenda a enfrentar y resolver problemas utilizando modelos matemáticos y metodología científica. Se procura que el alumno termine el curso sabiendo - frente a un problema concreto de decisión - definir las variables involucradas, plantear el modelo matemático correspondiente, resolverlo utilizando el software adecuado, obteniendo luego, las conclusiones correspondientes.

Las unidades temáticas que se desarrollan son:

- Teoría general de la Decisión
- Introducción a la Programación Lineal (PL)
- Análisis de Post-optimidad en PL
- Administración de Inventarios
- Introducción a los Modelos de Simulación
- Programación y control de Proyectos

Programación Lineal es uno de los temas de mayor importancia en el programa y al que se destina, aproximadamente, el 40% del tiempo de cursado. Particularmente, formular el modelo matemático de un problema lineal, es la actividad que reviste para los estudiantes mayor dificultad ya que requiere que desarrollen la capacidad de abstracción y comprensión de los problemas planteados y

* Facultad de Ciencias Económicas - Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

la habilidad de formular el modelo cuantitativo que represente la situación analizada. Es decir, traducir el enunciado coloquial en lenguaje matemático. Este proceso consiste en identificar el objetivo del problema y las restricciones (limitaciones en el logro de ese objetivo), definir las variables en forma precisa y completa (incluyendo unidad de medida y de tiempo), y plantear el modelo matemático que lo represente.

El Plan de Estudios de las carreras estipula la modalidad de dictado presencial, con una carga de cinco horas semanales, tres destinadas a clases teórico-prácticas y dos, a una clase práctica de refuerzo. Se destinan 2 de las 14 clases prácticas para trabajar la modelización de problemas de PL.

Para el ciclo lectivo 2019 el número de estudiantes inscriptos fue de 392, con un docente a cargo de la división y tres auxiliares docentes organizados en dos grupos de práctico. Un cuarto auxiliar tuvo a cargo el dictado de una clase semanal de consulta en aula (optativa) para dar respuesta a las dudas sobre problemas del material de trabajos prácticos. El dictado de clases se realizó en aulas tipo anfiteatro con PC, cañón y acceso libre a Internet.

Formó parte de la propuesta educativa, también, la utilización de un aula virtual de la asignatura que permitía el acceso a materiales de estudio complementarios a la bibliografía básica, la generación de foros de discusión y la realización de autoevaluaciones. Y, dado el uso generalizado de las redes sociales entre nuestros estudiantes, habilitamos una cuenta de Instagram como medio de comunicación y difusión de noticias y novedades vinculadas con el desarrollo de las actividades de la división.

Descripción de la intervención

La masividad del curso torna complejo realizar un seguimiento de las dificultades que experimentan los estudiantes en su proceso de aprendizaje y darles respuesta. En el intento de superar esta dificultad hemos implementado diferentes actividades procurando fomentar la participación activada de nuestros estudiantes en clase de manera que alcancen habilidades para un adecuado modelado de problemas matemáticos.

Felder y Brent (1999) sugieren que cuanto mayor es el tamaño de la clase, más crucial resulta la utilización de aprendizaje activo, dado que en clases de 75 estudiantes o más resulta prácticamente imposible lograr que casi todos los estudiantes se involucren activamente formulando y respondiendo preguntas y participando en la discusión sobre el material del curso. Son pocos los estudiantes que tienen la confianza para preguntar o responder frente de un gran número de compañeros, pero trabajando en grupos de dos o tres, el riesgo de sentirse avergonzado es mínimo.

Existen diferentes formas de utilizar el aprendizaje activo en el aula, desde simples pausas de clarificación a actividades más complejas como los juegos². Según Ortiz Ocaña (2014) el juego, como forma de actividad humana, posee un gran potencial emotivo y motivacional, que propicia la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades. Entre las características más destacadas que menciona el autor y que los hacen atractivos como recurso didáctico podemos citar:

- *Despiertan el interés hacia las asignaturas.*
- *Provocan la necesidad de adoptar decisiones.*
- *Crean en los estudiantes las habilidades del trabajo interrelacionado de colaboración mutua en el cumplimiento conjunto de tareas.*
- *Se utilizan para fortalecer y comprobar los conocimientos adquiridos en clases demostrativas y para el desarrollo de habilidades.*

² Para mayor detalle consultar Faust y Paulson (1998).

- *Constituyen actividades pedagógicas dinámicas, con limitación en el tiempo y conjugación de variantes.*(Ortiz Ocaña, 2014: pp. 220)

En un contexto en que los dispositivos móviles han superado ampliamente la capacidad de brindar los servicios para los que inicialmente fueron creados y en el que su uso se ha generalizado, alcanzando a un número amplio de personas que utilizan estos dispositivos no solamente para comunicarse sino también con fines de entretenimiento, información, como para un sinnúmero de otras actividades, se los ha comenzado a ver como instrumentos útiles para otros usos, impensados años atrás. Si bien aún existe controversia acerca de la utilización de dispositivos móviles en el aula, es indudable que en el marco de una propuesta cuidadosamente diseñada, pueden constituir una herramienta que permita poner en práctica actividades pedagógicas innovadoras, capaces de facilitar el aprendizaje activo.

La amplia utilización de teléfonos celulares de tercera y cuarta generación y la mejora en la prestación de los servicios de Internet móvil, favorece la implementación de estrategias didácticas (por ejemplo juegos) valiéndose de estos dispositivos. Esta innovación pedagógica en gran auge, posibilita una modalidad de “Aprendizaje Móvil” (*m-learning*). A decir de García Aretio, el *m-learning*, implica *la integración del e-Learning (sistemas de enseñanza y aprendizaje a través de redes digitales) con los dispositivos móviles de comunicación con la finalidad de producir experiencias educativas en cualquier lugar y momento* (García Aretio, 2004: pp. 2).

Teniendo en cuenta las virtudes de estos recursos, consideramos oportuno propiciar en una de nuestras clases una instancia en la que los estudiantes pudieran participar en forma activa con sus pares en un ambiente desestructurado y con retroalimentación inmediata, diseñando un **juego de competencia grupal** sobre modelización de PL aplicando una **estrategia de aprendizaje electrónico móvil**.

Esta actividad fue pensada para la segunda parte de la clase (destinada al trabajo autónomo de los estudiantes), con posterioridad a un período de clase expositiva de ejercitación de la temática.

A los efectos de preparar el juego, el equipo docente mantuvo reuniones en las que se evaluaron diferentes alternativas de acción.

Sobre el problema de Programación Lineal a proponer

Se seleccionó un caso de aplicación que pudiera ser modelado a partir de diferentes definiciones de variables, dependiendo de la unidad de medida empleada, ya que la definición de las variables de decisión representa una cuestión clave para el modelado de los problemas de Programación Lineal.

Este problema se dividió en tres partes, a los efectos de facilitar su análisis: i) la definición de variables; ii) la formulación de la función objetivo y iii) el planteo de distintas restricciones.

Se formularon 6 consignas, en su mayoría de opción múltiple (excepto una de verdadero-falso), con nivel de dificultad progresivo, y se asignaron tiempos a las consignas en función a su grado de dificultad.

Selección de la aplicación a utilizar

Se analizaron diferentes aplicaciones para el trabajo lúdico, resultando elegida Kahoot!³, una plataforma desarrollada para que los estudiantes aprendan jugando en el aula de manera que la experiencia de aprendizaje sea más motivadora.

Esta aplicación permite la creación de cuestionarios de evaluación que se proyectan durante la clase y que los estudiantes (en forma individual o grupal) responden en el tiempo estipulado utilizando sus dispositivos móviles u ordenadores, accediendo en forma inmediata a la respuesta correcta y al puntaje obtenido. Esta puntuación depende, en caso de responder correctamente, del tiempo insumido para elegir la opción correspondiente. Una vez respondidas todas las preguntas del cuestionario, se accede a un puntaje global con el que se establece un *ranking* que puede emplearse para establecer un sistema de recompensa para los mejores puestos. También es posible exportar los resultados a “Excel” o incluirlos en “Google Drive”, para el proceso de evaluación.

Preparación de las herramientas

Seleccionado el problema a modelar y la aplicación a emplear, fue necesario adaptar las consignas diseñadas al formato de la aplicación. Cabe mencionar que este proceso fue enriquecedor, ya que permitió advertir el alto nivel de desafío que representaban algunas consignas al probar su resolución por medio de la aplicación, y rediseñarlas en consecuencia.

Se resolvió, además, diseñar una diapositiva en *PowerPoint* para presentar el problema, con la intención de que los estudiantes dispusieran de un tiempo para analizar la información disponible e identificar el objetivo y los datos relevantes.

En virtud de que la retroalimentación es una etapa importante del proceso de aprendizaje, se planificó destinarle un tiempo significativo. Como la versión gratuita de Kahoot! que se utilizó, no habilitaba acceder a la consigna una vez respondida, ni incorporar imágenes adicionales que sirvan de soporte para analizar las alternativas de respuesta de las consignas, se diseñaron diapositivas en *PowerPoint* para apoyar las instancias de retroalimentación.

Por recomendación del personal del área de formación docente de la facultad, se creó un cuestionario de prueba para explicar al grupo el funcionamiento de la aplicación y las “reglas del juego”. A este efecto se seleccionaron 3 preguntas de interés general del banco de preguntas del aplicativo.

Implementación

La actividad se desarrolló en paralelo en dos aulas a cargo de dos docentes por aula, manteniendo la distribución de alumnos establecida para las clases prácticas, con la asistencia de 264 estudiantes.

Se solicitó a los estudiantes que formaran grupos de entre 3 y 4 integrantes, que realizarían la actividad de prueba de la herramienta y luego participarían del juego. Aun cuando las aulas en las que se llevó a cabo la actividad contaban con asientos fijos, al ser amplias, permitieron trabajar en grupos cómodamente (ver Figura 1).

³Ver <https://kahoot.com/>



Figura 1. Imágenes de la organización de los estudiantes en las aulas

Se explicó brevemente cómo funciona la herramienta, que en términos generales opera de la siguiente manera:

- En pantalla se proyecta la página Web que contiene el cuestionario en el que figura un código PIN que habilita el juego.
- Se indica la página Web a la que un miembro del grupo debe acceder desde su dispositivo móvil (kahoot.it), cargar el código PIN informado, ingresar un nombre de usuario para el grupo, y los apodos de los integrantes (solicitamos usaran sus números de legajo). A medida que se dan de alta los grupos, sus nombres pueden visualizarse en la página Web del cuestionario.
- Para cada pregunta el aplicativo ofrece 5 segundos de tiempo para la “charla de equipo” (la visualización de la consigna) y, a continuación, se muestran las opciones en pantalla y un marcador que indica el tiempo asignado para responder (que puede consistir en 20, 60, 90, 120 ó 240 segundos). Además, el marcador se va ajustando al tiempo transcurrido.
- En los teléfonos móviles solamente aparecen las imágenes de los íconos de colores que representan las diferentes opciones, de las que deben presionar el correspondiente a la alternativa elegida.
- Una vez seleccionada la opción, se puede visualizar en el teléfono si la misma es correcta o no y el puntaje obtenido. Las opciones incorrectas o sin respuesta implican 0 puntos y las correctas otorgan mayor puntaje a menor tiempo insumido para seleccionar la opción.
- Finalizado el tiempo de respuesta de la pregunta, se proyecta un resumen del número de grupos que seleccionó cada opción, indicando la alternativa correcta y el *ranking* de los grupos en función de los puntajes obtenidos.

Con el propósito de practicar el uso de la aplicación y los detalles de su funcionamiento, se habilitó el código PIN del juego de prueba (ver Figura 2). En una de las aulas (Aula 1), se produjo un pequeño inconveniente con el proyector que pudo resolverse rápidamente. Pero en la otra (Aula 2), surgieron varios inconvenientes técnicos que retrasaron el inicio de la actividad lúdica, por lo que la explicación del funcionamiento de la aplicación fue menos detallada, generando algunos problemas de comprensión que dificultaron la rápida instrumentación.



Figura 2. Imágenes del juego de prueba

Proponer el juego de prueba fue positivo, ya que permitió generar un ambiente propicio para la instrumentación de la actividad lúdica, con estudiantes motivados a participar activamente. Concluida esta actividad se explicó el propósito del juego a realizar y, mientras se cargaba el juego y habilitaba el código de acceso, se proyectó el enunciado del problema para dar tiempo a su análisis (ver Figura 3). Sin embargo, por un error en la habilitación del cuestionario en el Aula 2, se produjo una importante demora en el inicio del juego. A pesar de ello, los estudiantes mostraron la mejor disposición permaneciendo en el aula y participando con entusiasmo. Superada la frustración generada por los inconvenientes técnicos, la predisposición y entusiasmo de los estudiantes contribuyó a que todos pudiéramos disfrutar de la experiencia.

PRIMER DESAFÍO – MCFUNES 2019

Enunciado

Un inversionista dispone de \$1.000.000 y analiza invertir en:

Títulos	1	2	3	4
Categoría de riesgo	Alto	Medio	Medio	Bajo
Precio (\$ por títulos)	80	15	20	24
Rendimiento anual (%)	20	12	10	7

Una de las condiciones establecidas por el inversionista es que los fondos invertidos en títulos de bajo riesgo deben estar entre 20% y 40% de la cartera.

El inversionista desea formular un modelo matemático que le permita maximizar el rendimiento de la cartera de inversión conformada.

Figura 3. Diapositiva con el enunciado del problema

En el Aula 1 se conformaron 39 grupos y en la 2, 48. Si bien la consigna había sido que los grupos tuvieran entre 3 y 4 integrantes, algunos de ellos no respetaron esta pauta, formando grupos de dos integrantes o trabajando solos. Cada pregunta se fue proyectando en la pantalla y, en el celular, los estudiantes tenían acceso a seleccionar las alternativas de respuesta (ver Figura 4). La actividad se completó con todo el grupo de estudiantes, trabajando en forma interactiva, tanto al interior de los grupos, como en el grupo general con las docentes.

¿Cuál/es de las siguientes definiciones de variables se ajusta al problema?

119

Un inversionista dispone de \$1.000.000 y analiza invertir en:

Títulos	1	2	3	4
Categoría de riesgo	Alto	Medio	Medio	Bajo
Precio (\$ por títulos)	80	15	20	24
Rendimiento anual (%)	20	12	10	7

▲ x_j = pesos a invertir en el título j ; $j = 1, 2, 3, 4$

● x_j = pesos a invertir en títulos de la categoría de riesgo j ; $j = 1, 2, 3$

◆ x_j = número de títulos a adquirir de la alternativa j ; $j = 1, 2, 3, 4$

■ x_j = número de títulos a adquirir de la categoría de riesgo j ; $j = 1, 2, 3$

Skip

0 Answers

Figura 4. Imagen de la primera consigna del juego y del trabajo grupal

Modelando problemas de Programación Lineal a través del juego • 6

Concluido el tiempo de resolución asignado a cada consigna, se analizaron las respuestas con la activa participación de los estudiantes en el proceso de retroalimentación, observándose gestos de agrado al visualizar el conteo de respuestas para cada alternativa (ver Figura 5).

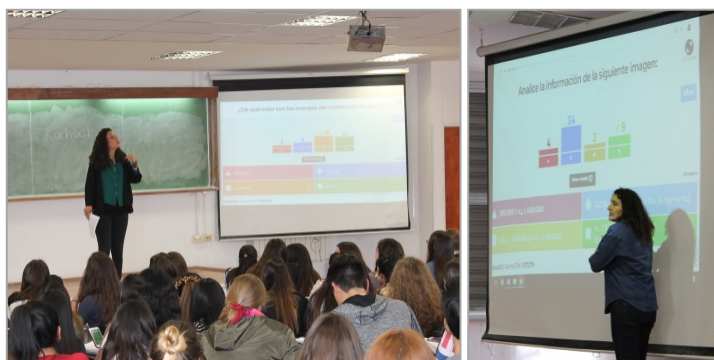


Figura 5. Imágenes de la instancia de retroalimentación en cada aula

Finalizado el juego, se entregaron premios a los grupos que obtuvieron los tres mayores puntajes (ver Figura 6), los que sorprendentemente, no generaron el mismo entusiasmo que la actividad en sí. Es decir, sentimos que a los estudiantes les resultó más atractiva la dinámica lúdica grupal que los resultados en términos de puntajes alcanzados o premios.



Figura 6. Imágenes del momento de la entrega de premios

Métodos empleados para el seguimiento y observación del cambio

La aplicación seleccionada para implementar la actividad ofrece, al concluir las preguntas específicas del juego, una breve encuesta que indaga sobre la percepción de los participantes acerca de la actividad realizada. Dado que nos interesaba profundizar sobre las opiniones de los estudiantes respecto de diferentes aspectos de la experiencia, preferimos elaborar una encuesta en "Google Forms" con 5 preguntas de opción múltiple⁴ acerca de:

- La actividad desarrollada.
- El nivel de dificultad de las preguntas con las que debieron trabajar.
- El tiempo asignado a la resolución de las diferentes consignas.
- La retroalimentación ofrecida tras la resolución de cada consigna.
- La percepción acerca de la utilidad del juego como instrumento para trabajar los contenidos de la clase.

⁴ El formulario de la encuesta está disponible en el Anexo.

Con la intención de que los estudiantes respondieran la encuesta apenas concluida la actividad, comunicamos el enlace al formulario a través de la cuenta de Instagram de la división, aprovechando la gran aceptación y tasa de utilización que tiene esta aplicación entre nuestros estudiantes.

Kahoot! provee, también, una serie de reportes resumen y por pregunta, de los puntajes obtenidos, el número de respuestas respondidas y no respondidas y el tiempo empleado por cada grupo (o individuo, si se opta por esta forma de trabajo), de mucha utilidad para valorar el grado de dificultad de las consignas propuestas y la necesidad de hacer ajustes en los tiempos asignados a las mismas. La información de los reportes de cada aula fue unificada y procesada a los efectos de presentar los resultados en términos porcentuales sobre el número de grupos que participaron y sobre el tiempo asignado a las consignas, a fin de que los resultados fueran comparables entre las diferentes consignas.

Contamos con la valiosa colaboración del personal del área de formación docente, que realizó registro fotográfico durante la clase y asistió en la resolución de los problemas técnicos.

Finalizada la clase, las docentes a cargo de la intervención elaboramos la bitácora de la instancia lúdica, registrando detalladamente las distintas actividades realizadas y comparando las similitudes y diferencias entre las aulas. Incluimos en ella las observaciones realizadas por el equipo de formación docente.

Por otra parte, con el objetivo de estudiar el impacto de la actividad propuesta en la capacidad de los estudiantes de modelar problemas, analizamos los resultados obtenidos por los estudiantes que participaron del juego, en una instancia de evaluación específica del tema Modelización de PL. Durante el dictado de la asignatura del año 2019 ofrecimos a los estudiantes la posibilidad de anticipar la evaluación parcial de este tema, conservando la posibilidad de rendirlo nuevamente en la fecha regular del examen parcial, si no lograran alcanzar la suficiencia. Su participación en esta instancia previa adicional era completamente voluntaria. A estos efectos se compararon los porcentajes de estudiantes que aprobaron y no aprobaron la evaluación anticipada respecto de quienes participaron y no participaron del juego.

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la intervención, según la información provista por Kahoot!, y luego, se analizan las opiniones de los participantes: los estudiantes (quienes respondieron la encuesta *online* una vez finalizado el juego) y las docentes moderadoras. Lo anterior, es presentado con el objetivo de obtener una evaluación integral de la herramienta implementada.

Resultados del juego provistos por Kahoot!

La Tabla 1 proporciona información acerca de la estructura del cuestionario elaborado en Kahoot! y de los tiempos asignados a cada una de las 6 consignas formuladas. Para las primeras dos, de menor nivel de dificultad, se estableció un tiempo de resolución de 120 segundos. A la consigna de Verdadero-Falso, que por esta característica tenía un menor nivel de dificultad, decidimos asignarle menor tiempo (60 segundos). Sin embargo, por un error en la carga, omitimos la asignación del tiempo de respuesta, quedando éste fijado en sólo 20 segundos (el tiempo que por defecto asigna la aplicación). Para el resto de las consignas, de mayor nivel de dificultad, se estipuló un tiempo de 240 segundos. Particularmente, la Consigna 5, fue diseñada con una modalidad diferente a las restantes, consistiendo en proveer la formulación matemática de la función, debiendo los estudiantes identificar el enunciado textual con el que se correspondía.

Tabla 1. Detalle de las consignas y tiempos de respuesta asignados

Consigna	Contenido	Tipo	Tiempo (segundos)
1	Sobre la definición de variables	Con opciones	120
2	Sobre la función objetivo	Con opciones	120
3	Sobre un tipo de restricción	Con opciones	240
4	Sobre otro tipo de restricción	Verdadero-Falso	20
5	Sobre un tercer tipo de restricción (identificar enunciado)	Con opciones	240
6	Sobre un cuarto tipo de restricción	Con opciones	240

En la Tabla 2, elaborada a partir de los reportes que provee la aplicación, presentamos un resumen del desempeño de los grupos en cada una de las consignas, informado en porcentaje del número total de grupos. Cabe aclarar que, si bien contamos con esta información para cada una de las aulas, optamos por elaborar un informe unificado, dado que no existían diferencias significativas entre ellas.

Sólo el 5,49% de los grupos no respondió la Consigna 1, sobre la definición de variables, y el 67,03% eligió la alternativa correcta. Respecto a las Consignas 2 y 3, el 58,24% y el 69,23% de los grupos erró la respuesta, por lo que a priori podría inferirse que los contenidos resultaron de un mayor nivel de dificultad para los estudiantes. Los resultados de la Consigna 4 se diferencian notablemente del resto, ya que el 56,04% de los grupos no logró responderla y solamente un 31,87% respondió correctamente (los que representan un 72,49% de los grupos que sí lograron responder). Este resultado, confirma que el problema estuvo en el tiempo asignado y no en el contenido de la consigna. Las Consignas 5 y 6, si bien tuvieron un mayor tiempo asignado, muestran un aumento en el porcentaje de no respuesta respecto de las tres primeras. Comparando el porcentaje de grupos que respondió en forma incorrecta, la Consigna 5 muestra un porcentaje sensiblemente mayor (31,87% contra 10,99% para la 6), que podría estar indicando que el cambio en la modalidad de presentación de la consigna, les significó un mayor nivel de dificultad.

Tabla 2. Desempeño de los grupos por consigna en porcentaje del total

% de Grupos	Consigna 1	Consigna 2	Consigna 3	Consigna 4	Consigna 5	Consigna 6
que no respondieron	5,49%	5,49%	7,69%	56,04%	10,99%	12,09%
que erraron respuesta	27,47%	58,24%	69,23%	12,09%	31,87%	10,99%
que eligieron correctamente	67,03%	36,26%	23,08%	31,87%	57,14%	76,92%

Analizados los tiempos de respuesta respecto al tiempo total asignado para cada consigna (Tabla 3), es posible observar que dos de ellas no requirieron la utilización del tiempo total previsto (Consignas 2 y 6). En el caso de la Consigna 4, resulta evidente el problema con el tiempo estipulado, ya que se eleva notablemente el tiempo promedio utilizado respecto del total asignado (86,70%) en comparación con las otras.

Considerando el tiempo promedio de respuesta, éste disminuye de la primera a la última, lo que podría atribuirse a que el tiempo asignado a la resolución aumentó (excepto para la Consigna 4), a que los estudiantes se fueron familiarizando cada vez más con el funcionamiento de la herramienta y a que la retroalimentación inmediata contribuyó a darles herramientas para resolver con mayor rapidez las consignas. Al realizar en este espacio un análisis de las diferentes respuestas, de los criterios para identificar la alternativa correcta y distinguirla de las que no lo son, los participantes fueron desarrollando estrategias y habilidades para mejorar su desempeño en el juego, logrando responder en menor tiempo y con menor tasa de error.

Dado que las Consignas 5 y 6 muestran una reducción muy importante en el tiempo promedio de respuesta, puede inferirse que el tiempo asignado a la consigna resultó excesivo. El mismo comportamiento muestra el tiempo mínimo de respuesta, exceptuando la Consigna 4, cuyo problema ya fue comentado.

Tabla 3. Tiempos de respuesta sobre el total asignado

% de tiempo de respuesta respecto del tiempo total	Consigna 1	Consigna 2	Consigna 3	Consigna 4	Consigna 5	Consigna 6
mínimo	2,50%	2,50%	2,79%	8,50%	0,46%	0,63%
máximo	100,00%	95,92%	100,00%	100,00%	100,00%	82,13%
promedio	53,18%	47,47%	36,41%	86,70%	17,71%	17,20%

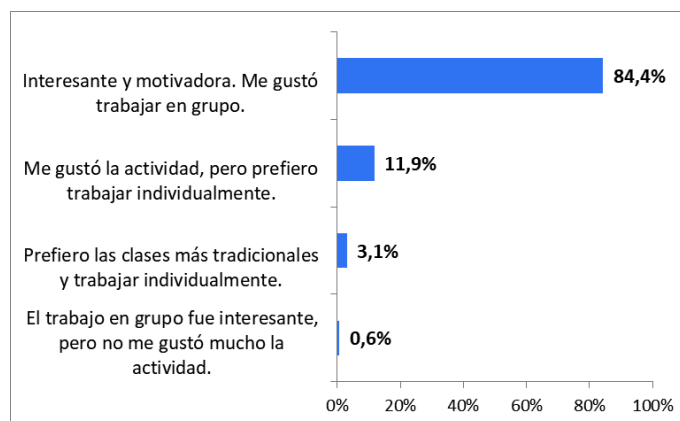
Opiniones de los participantes

En el presente apartado se analizan, en primer lugar, las opiniones de los estudiantes que participaron de la innovación, que surgieron de la encuesta que se realizó a través de "Google Forms" y, en segundo lugar, las opiniones de las docentes moderadoras.

Opiniones de los estudiantes

A continuación analizamos las 160 respuestas obtenidas para las cinco preguntas de la encuesta a los estudiantes.

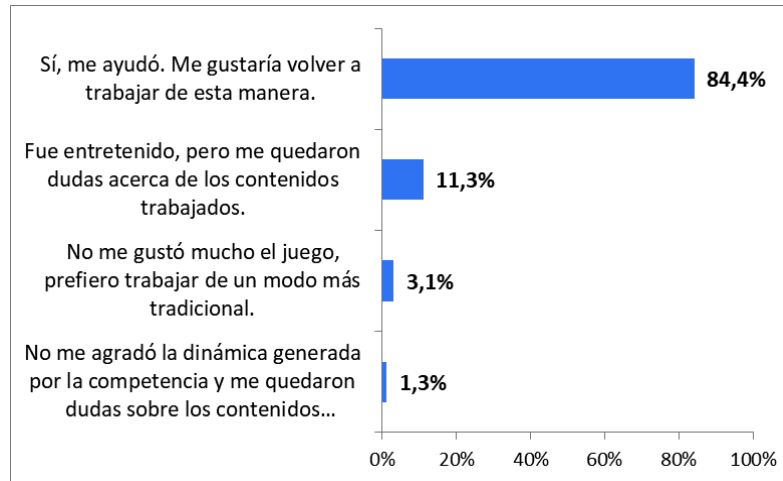
**Gráfico 1. Respuestas a la Pregunta
¿Qué te pareció la actividad desarrollada?**



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

En el Gráfico 1 puede observarse que para la gran mayoría (84,4%) la actividad fue interesante y motivadora y que les gustó trabajar en grupo; al 11,9%, les gustó pero preferirían trabajar de manera individual; el 3,1%, preferiría clases más tradicionales y trabajar de manera individual; y sólo el 0,6%, respondió que el trabajo en grupo fue interesante pero no le gustó la actividad.

Gráfico 2. Respuestas a la Pregunta
¿Consideras que el juego ayudó a trabajar los contenidos de la clase?

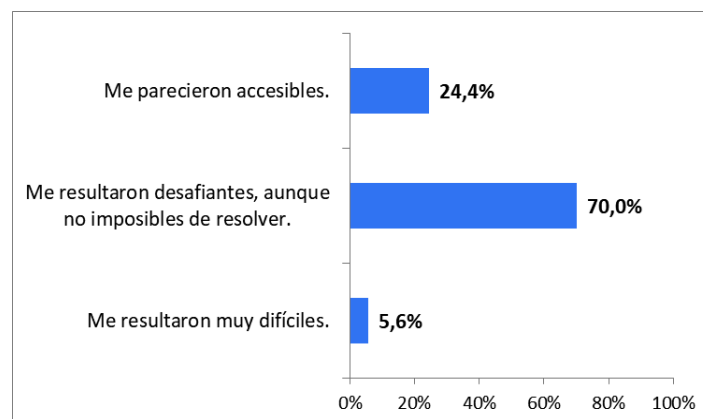


Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Según el Gráfico 2, un 84,4% de los estudiantes manifestó que el juego ayudó a trabajar los contenidos de la clase y les gustaría volver a trabajar de esta manera. Si bien este número resultó gratificante, no resulta menos importante considerar las respuestas de quienes manifestaron haber disfrutado la actividad, pero continuar con dudas acerca de los contenidos (11,3%), lo que nos invita a revisar el tiempo y la forma en la que se llevó a cabo la retroalimentación. Un reducido número de estudiantes expresó que el juego no es de su agrado y prefiere trabajar en una forma más tradicional (3,1%) y un grupo aún menor, que no le agradó la dinámica generada por la competencia y les quedaron dudas sobre los contenidos (1,3%).

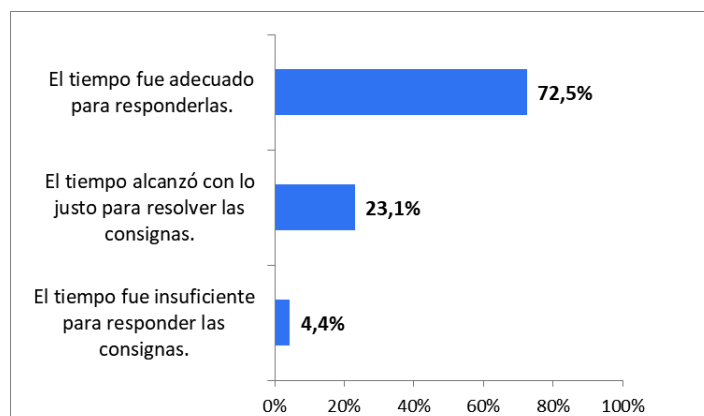
Según muestra el Gráfico 3, solamente un 5,6% consideró que el nivel de dificultad de las preguntas fue elevado (consignas muy difíciles). Fue satisfactorio observar que para el 70% de los estudiantes que respondieron el juego representó un desafío.

Gráfico 3. Respuestas a la Pregunta
¿Qué opinas sobre el nivel de dificultad de las preguntas?



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

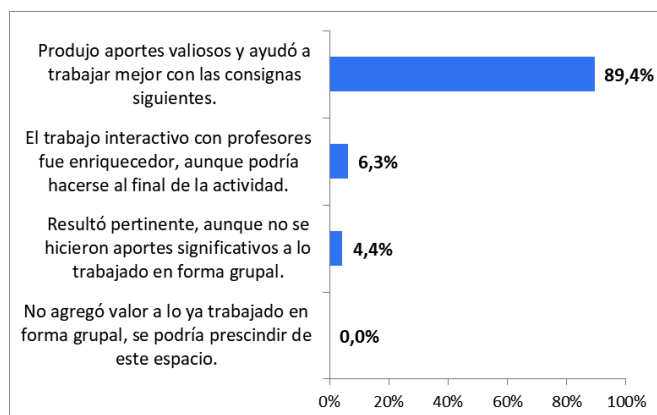
Gráfico 4. Respuestas a la Pregunta
¿Qué opinás sobre el tiempo asignado a responder las preguntas?



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

En cuanto al tiempo asignado para responder las preguntas (Gráfico 4), sólo para el 4,4% de los estudiantes fue insuficiente, mientras que el 72,5% dijo que fue adecuado y el 23,1% que alcanzó con lo justo.

Gráfico 5 Respuestas a la Pregunta
¿Qué opinás sobre la retroalimentación tras el trabajo grupal?



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta

Finalmente, las opiniones sobre la retroalimentación realizada tras el trabajo grupal fueron muy positivas. Ninguno de los encuestados manifestó que esta actividad resultara prescindible, más aún, un 89,4% expresó que produjo aportes valiosos y ayudó a trabajar mejor con las consignas que siguieron. Tal apreciación, apoya lo expresado al analizar las Tablas 2 y 3 sobre la mejora en los porcentajes de respuestas correctas y de disminución de tiempo promedio requerido para responder. El 6,3% consideró que fue un trabajo enriquecedor pero que podría haberse realizado al final de la clase y el 4,4% dijo que fue pertinente pero que no implicó aportes significativos al trabajo grupal ya realizado.

Opiniones de las docentes

Para el equipo docente el proceso de “ludificar” la clase fue sumamente enriquecedor. Resultaron valiosos los aportes de todos sus miembros durante las reuniones destinadas a la selección del

problema a resolver, a la formulación de las consignas y su adaptación al formato de la aplicación seleccionada. En estas instancias se conjugaron las perspectivas de las docentes con mayor antigüedad en la materia, enfocadas principalmente en los contenidos y estrategias de enseñanza y aprendizaje, con las de las más jóvenes, con mayor destreza en el uso de las nuevas tecnologías, que rápidamente se abocaron a la resolución de las consignas y prueba de la herramienta.

Si bien los premios revistieron un carácter meramente simbólico, es de destacar el cariño puesto en la preparación de los mismos, desde su contenido a la presentación elegida, ya que no queríamos dejar de reconocer el esfuerzo y la disposición de los participantes en forma explícita.

Finalizada la clase en que se implementó el juego, identificamos como aspectos positivos, que la actividad se completó con todo el grupo de estudiantes, quienes mostraron una excelente predisposición y trabajaron con entusiasmo. Se observó también, una activa participación de los grupos en el proceso de retroalimentación tras cada pregunta, con gestos de agrado al visualizar el conteo de respuestas para cada alternativa.

En cuanto a los aspectos negativos, se pueden mencionar las restricciones que presenta la versión gratuita de Kahoot! con la que se trabajó, que no permitió mantener el enunciado de las consignas en pantalla por el tiempo que hubiera resultado deseable, ni cargar contenidos para facilitar la retroalimentación. Esto generó la necesidad de desarrollar otros instrumentos para apoyar el proceso, cuyo uso retó fluidez a la actividad. Otro aspecto que impactó negativamente en la instrumentación estuvo asociado a los inconvenientes tecnológicos al inicio de la actividad que restaron tiempo a su desarrollo, a lo que se suma que en una de las aulas no pudo utilizarse la presentación de *PowerPoint* diseñada como herramienta de apoyo en el proceso de retroalimentación.

De cualquier manera, en términos generales, la experiencia fue valorada de manera muy positiva y disfrutada por las docentes, ya que pudo apreciarse el entusiasmo de los estudiantes frente a una actividad innovadora y diferente a una clase tradicional.

Resultados en una evaluación parcial sobre el tema ejercitado

En la Tabla 4 se presentan los resultados de los estudiantes que optaron por presentarse a la evaluación anticipada de Modelización de PL (277 estudiantes), teniendo en cuenta si habían participado o no de la clase en la que se instrumentó el juego, y en las Tablas 5 y 6 se calculan los porcentajes condicionados por filas y columnas, respectivamente.

Tabla 4. Distribución conjunta de estudiantes aprobados/reprobados y participación en la actividad

Modelización	Participó del Kahoot		Totales
	Sí	No	
Aprobó	109	20	129
No aprobó	109	39	148
Totales	218	59	277

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 es posible observar que del total de estudiantes que aprobaron la evaluación anticipada, un 84,5% había participado de la actividad lúdica. A su vez, aproximadamente 1 de cada 4 estudiantes reprobados, no había realizado el juego (26,35%).

Tabla 5. Distribución conjunta de aprobados/reprobados y participación en la actividad (porcentajes por fila)

Modelización	Participó del Kahoot		Total fila
	Sí	No	
Aprobó	84,50%	15,50%	100,00%
No aprobó	73,65%	26,35%	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, resulta interesante destacar que del total de estudiantes que realizaron el juego, la mitad no aprobó la evaluación de carácter voluntario. Es factible que este porcentaje de reprobados esté influenciado por el hecho de contar con una segunda oportunidad de evaluación, que pudo motivar a algunos estudiantes a presentarse a esta instancia sin estar necesariamente preparados en forma adecuada. El porcentaje de reprobados aumenta si se consideran los estudiantes que no participaron de la actividad: las dos terceras partes (66,1%) no logró la suficiencia⁵.

Tabla 6. Distribución conjunta de aprobados/reprobados y participación en la actividad (porcentajes por columna)

Modelización	Participó del Kahoot	
	Sí	No
Aprobó	50,00%	33,90%
No aprobó	50,00%	66,10%
Total columna	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Discusión o análisis

Las actividades lúdicas tienen un inmenso potencial motivador que, al ser implementadas en la tarea docente, generan en sus participantes actitudes colaborativas, permiten desarrollar habilidades y facilitan la incorporación de conocimientos de un modo entretenido. En este sentido, consideramos que el resultado del proceso de innovación y la realización de un juego de competencia grupal fue sumamente positivo. La propuesta permitió a los estudiantes participar activamente en clase, generando una dinámica de trabajo amena para esclarecer dudas y fortalecer conocimientos.

En cuanto a las fortalezas de la propuesta, la elección de la aplicación Kahoot! fue un acierto. Su versión de acceso gratuito es muy completa (salvo las restricciones ya comentadas) y se encuentra disponible para cualquier dispositivo móvil. Se trata de una aplicación de fácil utilización, que no requiere ser descargada ni de conocimientos técnicos previos por parte de los participantes, brindando un entorno amigable e intuitivo. Asimismo, la implementación de un breve cuestionario de prueba previo al juego, constituyó una estrategia que favoreció el desarrollo posterior de la actividad lúdica, al posibilitar que los estudiantes se familiarizaran con el funcionamiento de la aplicación y las reglas del juego.

Otro importante punto a favor, fue la retroalimentación dinámica luego de la realización de cada pregunta, que permitió aclarar conceptos y dudas, contribuyendo a mejorar los resultados en términos del tiempo requerido para responder y reducción de errores. El hecho de que un

⁵ La suficiencia se logra alcanzando al menos el 50% del puntaje asignado al tema.

porcentaje de estudiantes cercano al 12% manifestara que le quedaron dudas sobre algunos contenidos, motivó un replanteo de la necesidad de realizar ajustes al proceso de retroalimentación en términos de la forma y de los tiempos asignados a la misma. Teniendo en cuenta la opinión del 6,3% de los estudiantes, que sugirió realizar la devolución por parte de las docentes, para todas las consignas, al concluir el juego, en una clase posterior se utilizó Kahoot! con la modalidad de realizar la retroalimentación al final del cuestionario. En esa oportunidad se pudo comprobar el porcentaje de error no se fue reduciendo en las sucesivas respuestas, como ocurriera en el caso de retroalimentación inmediata, que facilita el seguimiento del grupo y evita que se produzcan errores de arrastre.

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación anticipada del tema ejercitado a través de esta propuesta, podría inferirse que la participación en la actividad tuvo un impacto positivo en los estudiantes, ya que significó un aporte a su capacidad de modelar problemas, que luego impactó en una mayor proporción de aprobados. Si bien reconocemos que en el hecho de aprobar un parcial también influyen otros factores (como las horas de estudio, la consulta de material bibliográfico, las consultas a docentes y/o pares para resolver dudas y otras inquietudes acerca del tema, por mencionar algunos), consideramos que la actividad lúdica contribuyó a fortalecer los conocimientos adquiridos y permitió lograr un mejor rendimiento en la evaluación parcial.

La experiencia fue positiva y tuvo amplia aceptación. En el momento de su implementación, la propuesta fue muy bien recibida y los estudiantes se mostraron entusiasmados y dispuestos a participar. Las respuestas a la encuesta *on line* realizada luego del juego confirmaron la opinión favorable de la gran mayoría acerca de la actividad. Sin embargo, el hecho de que el 11,9% de los estudiantes afirmara que si bien le agradó la actividad, hubiese preferido trabajar individualmente, podría estar conectado con la circunstancia de que algunos de ellos no respetaran la pauta de la conformación de los grupos y trabajaran en forma individual. Si bien resulta deseable fomentar el trabajo colaborativo y grupal, la posibilidad de aceptar grupos “unipersonales” constituye otro punto a favor la herramienta empleada.

Un aspecto que nos interesaría mejorar es el número de respuestas con la opinión de los estudiantes, ya que sólo 160 participantes respondieron la encuesta *on line* sobre la experiencia. Para futuras implementaciones deberíamos considerar otras alternativas de administración de la encuesta (por ejemplo, formato impreso) y analizar cuál sería el mejor momento para hacerlo.

En virtud de que los principales inconvenientes en la instrumentación de la actividad fueron de carácter técnico, para futuras experiencias sería deseable realizar un ensayo del funcionamiento del juego en el aula donde se implementará con la tecnología allí disponible, a fin de evitar demoras o incluso el fracaso al momento de realizar la actividad.

A partir de esta experiencia, consideramos altamente recomendable la implementación de estrategias de aprendizaje activo en grupos masivos, ya que permiten romper con el esquema de las clases expositivas tradicionales y abordar los contenidos de una manera diferente, posibilitando que un mayor número de estudiantes se involucren y participen activamente en la formulación y respuesta de preguntas en el aula. Este tipo de propuesta favorece la detección de los temas que representan mayor dificultad para los estudiantes y el grado de apropiación de los contenidos desarrollados.

Si bien se requiere de tiempo adicional para planificar y elaborar este tipo de actividades, los resultados en cuanto a aprendizajes y la valoración positiva de los estudiantes ameritan el esfuerzo extra. La experiencia planteada ha resultado motivadora, tanto para las docentes como para los estudiantes, lo que nos alienta a continuar adoptando nuevas estrategias pedagógicas, que nos permitan ajustar las clases a las necesidades y preferencias de los estudiantes con los que nos toca trabajar.

Referencias

- Faust, J.L. Y Paulson, D.R. (1998). Active learning in the college classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 9 (2), pp. 3-24.
- Felder, R. M. y Brent, R. (1999). FAQs. II. (a) Active learning vs. covering the syllabus; (b) Dealing with large classes. *Chem. Engr. Education*, 33 (4), 276–277.
- García Aretio, L. (2004). Aprendizaje móvil, *m-learning*. Editorial BENED; Diciembre.
- Kahoot! (2020). Recuperado 24 de mayo de 2019, de Kahoot! Página Web: <https://kahoot.com/>
- Ortiz Ocaña, A. (2014). *Educación infantil*. Ediciones de la U. Bogotá.

Anexo

Encuesta de opinión sobre la actividad de aprendizaje activo administrada mediante “Google Forms”

Encuesta Primer Desafío MC-Funes 2019

Preguntas Respuestas

¿Qué te pareció la actividad grupal desarrollada? *

- ☐ Interesante y motivadora. Me gustó trabajar en grupo.
- ☐ El trabajo en grupo fue interesante, pero no me gustó mucho la actividad.
- ☐ Me gustó la actividad, pero prefiero trabajar individualmente.
- ☐ Prefiero las clases más tradicionales y trabajar individualmente.

¿Qué opinás sobre el nivel de dificultad de las preguntas? *

- ☐ Me parecieron accesibles.
- ☐ Me resultaron desafiantes, aunque no imposibles de resolver.
- ☐ Me resultaron muy difíciles.

¿Qué opinás sobre el tiempo asignado para responder las preguntas? *

- ☐ El tiempo fue adecuado para responderlas.
- ☐ El tiempo alcanzó con lo justo para resolver las consignas.
- ☐ El tiempo fue insuficiente para responder las consignas.

...

¿Qué opinás sobre la retroalimentación tras el trabajo grupal? *

- ☐ El trabajo con las docentes produjo aportes valiosos y ayudó a trabajar mejor con las consignas siguientes.
- ☐ El trabajo interactivo con las profesoras fue enriquecedor, aunque podría hacerse al final de la actividad.
- ☐ Los comentarios de las docentes resultaron pertinentes, aunque no hicieron aportes significativos a lo tra ...
- ☐ Los comentarios de las docentes no agregaron valor a lo ya trabajado en forma grupal, se podría prescindir...

...

¿Considerás que el juego ayudó a trabajar los contenidos de la clase? *

- ☐ Sí, me ayudó. Me gustaría volver a trabajar de esta manera.
- ☐ Fue entretenido, pero me quedaron dudas acerca de los contenidos trabajados.
- ☐ No me gustó mucho el juego, prefiero trabajar de un modo más tradicional.
- ☐ No me agradó la dinámica generada por la competencia y me quedaron dudas sobre los contenidos abord...