

# AULA CREATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN LA UNIVERSIDAD

CÍVICO, Alejandra  
MANCINELLI, Carolina C.  
BERLIANSKY, Ana F.  
TODARO, Alejandra  
DE MUNNO, Cecilia Y.

## I-Introducción

En diferentes oportunidades se han realizado desde la Cátedra de Cálculo, ahora Matemática II, propuestas para que los alumnos mejoren la apropiación de los conceptos específicos de la materia. Bajo esta perspectiva se han producido diferentes tipos de materiales: escritos, en formato digital usando diferentes softwares, virtuales para ser gestionados a distancia, en todos los casos se ha hecho hincapié en la comunicación y la comprensión por parte de los alumnos.

Ahora la implementación de los nuevos Planes de Estudios en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo, basados en el enfoque de la “formación por competencias”, motivó a un grupo de docentes de esta unidad académica a pensar otras estrategias didácticas que apunten a una nueva manera de concebir esa apropiación de conocimientos y que a su vez generen nuevas actitudes y aptitudes en los alumnos. En definitiva, que generen nuevas capacidades.

Se trata de fomentar actividades que lleven a aprendizajes significativos, aumentando en los estudiantes las oportunidades de alcanzar niveles más profundos de comprensión, desde una visión centrada en la innovación y la creatividad.

En el marco de la formación por competencias se apuntó a una de las competencias enunciadas en el programa de la asignatura para las diferentes carreras de la facultad: *“capacidad para trabajar con otros en equipo con el objetivo de resolver problemas”*.

Bajo este enfoque se diseñaron situaciones didácticas basadas en la resolución de problemas, con el objetivo de generar nuevos espacios de aprendizaje donde lo inesperado refuerza la motivación y la significación del aprendizaje. Dichas situaciones se llevaron a la práctica a través de actividades con un grupo de alumnos.

En este informe se presentan algunos artículos que hacen referencia a la importancia de investigar sobre innovaciones educativas. Se exponen fundamentos teóricos que avalan la importancia de la creatividad y su vinculación con la construcción de contextos educativos y se citan algunas experiencias llevadas a cabo en otras Universidades.

A partir de las ideas de los diferentes autores y tomando como base la propia experiencia docente, se proponen actividades didácticas orientadas a alcanzar la competencia enunciada.

En particular se describe una experiencia realizada en la Facultad de Ciencias Económicas de la UNCuyo, y se analizan además las valoraciones de los estudiantes y docentes que participaron de dicha experiencia.

Por último, y teniendo en cuenta todo lo anterior, se incluyen las conclusiones y reflexiones personales.

## II- Antecedentes

Teniendo en cuenta los nuevos Planes de Estudios de las carreras de la Facultad de Ciencias Económicas, basados en la formación por competencias, el intercambio que, como docentes, tenemos a diario con nuestros estudiantes, y basándonos también en diversos artículos y trabajos de investigación de otras universidades, podemos afirmar que hoy los alumnos requieren diferentes modos de abordar los conocimientos.

Las actividades que desde una cátedra se pueden generar para que un alumno alcance una competencia y la manera de valorar la adquisición de esa capacidad, es un gran desafío que debe ser afrontado con creatividad. Una forma de empezar podría ser cambiando el punto de vista, pensar en nuevos escenarios y posibilidades de

aprendizaje, estar abierto a transformaciones, tanto en los contenidos como en los roles del profesor y de los alumnos. El panorama es muy amplio y puede ser abarcado desde diferentes perspectivas. Para acotar y orientar nuestro estudio centraremos las consideraciones teóricas en ideas vertidas sobre: innovación, creatividad y neurociencias relacionadas con la educación.

### **Innovación**

La Universidad argentina en general está imbuida en la formación por competencias, lo cual implica desarrollar aspectos referidos al logro de capacidades, habilidades, actitudes y valores, por lo tanto, es ineludible generar procesos que involucren la educación integral. Esto refuerza la necesidad de repensar la educación en todos los niveles, particularmente nos referimos al nivel universitario.

Toman así relevancia las investigaciones acerca de las innovaciones educativas, como también el estudio del impacto que estas pueden provocar.

Según Tejada Fernandez (2000) la innovación es esencial en todo cambio educativo, tanto en el sistema educativo en general como en la propia escuela. Esto implica y tiene siempre como referente al profesor. De hecho, el desarrollo de toda innovación exige la consideración de la dimensión personal o biográfica, por cuanto la puesta en práctica depende de este agente de cambio.

Lucarelli (2009), quien reconoce que la Universidad es una de las instituciones más antiguas del mundo occidental y que está tensionada por procesos de transformación, afirma que las innovaciones de carácter protagónico que implican rupturas con las prácticas rutinarias, habituales en el aula de clase, se constituyen en un objeto interesante de investigación para una institución que se atreve mirarse a sí misma, planteándose nuevos interrogantes.

Parece claro pensar en que la innovación está entre nosotros y que el docente es uno de los grandes responsables de que se lleve a cabo con éxito. La reflexión acerca de las prácticas docentes y de la nueva asignación de roles puede ser uno de los ejes a tener en cuenta para empezar.

Es primordial pensar en cómo realizar este proceso de cambio, qué acciones desplegar, cómo desarrollar esta transformación. Pero también es importante tener en cuenta el impacto que puede producir en toda la comunidad educativa cada reforma que se sugiera.

Hoy se propone un nuevo modelo basado en competencias como una manera de responder a los retos que nos plantea la sociedad. La forma de encarar un cambio enfocado hacia ese nuevo modelo exige una renovación en la forma de enseñar y de aprender, y cada espacio curricular deberá encontrar cómo transmitir en las aulas el modo en que se encarará este proceso.

Lo que todos debemos admitir es que, si queremos formar al individuo para que adquiera "capacidades", ese individuo debe ser un partícipe activo en la construcción de los conocimientos.

Como dice Rodicio (2010), parece obvio que si un estudiante además de "saber" ha de conseguir "saber hacer" difícilmente lo conseguirá con una metodología en la que sea un agente pasivo. Para que el alumno adquiera responsabilidad hay que dársela, para que aprenda a planificar hay que mandarle hacerlo, para que sepa trabajar en equipo hay que potenciar esta metodología docente.

### **Creatividad**

El término creatividad es complejo e incluye múltiples variaciones según el contexto en el que se haga referencia a este vocablo. En este trabajo se alude a la creatividad como objetivo educativo o como clave estratégica en la labor educativa.

Según Elisondo (2015), pensar la educación desde una perspectiva creativa implica divergencias, flexibilidad y alternativas a la hora de diseñar las propuestas pedagógicas, los contenidos y los encuadres didácticos.

En este sentido se puede pensar en la capacidad del alumno para responder ante un problema inesperado. Pero también se hace referencia a la herramienta que el docente puede usar para provocar en el alumno su atención y suscitar en él ese proceso interno, y complejo, que es la motivación.

Según Trujillo Sáez (2014) el tiempo del docente reproductivo ha llegado a su fin o está a punto de hacerlo y la creatividad es necesaria para hacer del aprendizaje una experiencia memorable en un mundo lleno de impactos sensoriales de gran alcance.

R.J. Sternberg, J.C. Kaufman y J.E. Pretz (2002) definen creatividad como la habilidad de realizar un trabajo (y un producto) que sea novedoso (original, inesperado), de alta calidad y apropiado (es decir útil, que se ajuste a las condiciones de la tarea).

Desde esta perspectiva se entiende que la creatividad es una forma de dar respuesta a los problemas a los que nos enfrentamos. Esa respuesta no es calculada según un criterio establecido o siguiendo pautas prefijadas, sino que cada uno debe ensayar la respuesta de manera novedosa. Entonces, además de factores personales, en esta respuesta intervienen otros factores y el reto al que nos enfrentamos es cómo desde la educación se puede ayudar a que los individuos tengan mecanismos para dar respuestas creativas a los problemas que se le plantean.

### **Neurociencias**

Desde el punto de vista de las neurociencias Ballarini (2015) afirma que la novedad tiene un papel clave en el proceso de aprendizaje, a tal punto que sin el efecto de la novedad muchas memorias jamás se consolidarían y se perderían por siempre en el olvido. Esto nos indica que una experiencia novedosa que tenga relevancia pedagógica puede favorecer el logro de aprendizajes por el hecho de que se graban situaciones que de lo contrario habrían pasado desapercibidas. En situaciones experimentales (Ballarini et al., 2013; 2009) se ha observado que los eventos novedosos disparan la síntesis de proteínas y etiquetan conexiones sinápticas: las proteínas producto de la novedad lograrían sostener dicha conexión de forma duradera.

Es decir que la novedad suele estar ligada a la curiosidad, y la curiosidad se vincula con lo que se desconoce. Por eso, según las neurociencias, cuando una situación excede nuestro conocimiento, cuando nos sorprende, es posible que se genere un mecanismo fisiológico que nos permite guardar de forma segura y perdurable la información.

Los desarrollos de Manes (2014) sobre neuroplasticidad, creatividad y relevancia de la interacción social en la construcción de conocimientos también ofrecen interesantes herramientas para la innovación educativa.

Lo expresado indicaría que las neurociencias nos invitan a generar ambientes de enseñanza y aprendizaje que consideren las infinitas posibilidades del cerebro humano. Se hace referencia en particular a lo inesperado o sorpresivo como disparador de aprendizajes duraderos.

Por otra parte, las diferentes teorías y concepciones de la creatividad reconocen componentes inesperados y novedosos en los procesos creativos, tanto las perspectivas de formulación como de resolución de problemas (Kozbelt, Beghetto y Runco, 2010).

Según Elisondo y otros (Elisondo, Rinaudo y Donolo, 2011) los contextos educativos inesperados ofrecen múltiples posibilidades de generación de ideas y promueven emociones positivas y relaciones de colaboración entre los participantes.

Mucho más se puede exponer sobre el tipo de experiencias llevadas a cabo en diferentes investigaciones donde se ha centrado la atención en contextos y situaciones inesperadas. En dichos informes y resultados se ha basado la actual propuesta desarrollada para la enseñanza de la matemática en la Universidad. Este trabajo se ha centrado en algunos temas de Matemática II (Cálculo) de la Currícula de la Facultad de Ciencias Económicas - UNCuyo.

### **III- Propuesta didáctica**

La propuesta, llevada a cabo en varias etapas, procuró incluir diferentes facetas del hecho educativo. Para ello se trabajó sobre algunas acciones concretas, enunciadas a continuación.

Elaboración y ejecución de:

- Actividades motivadoras de nuevos conceptos.
- Controles escritos sobre conceptos desarrollados.

- Cuestionarios de opinión (online y/o escritos).
- Actividades de recuperación de conceptos.

### **1- Actividades motivadoras de nuevos conceptos**

Se diseñaron actividades que incluyeron situaciones problemáticas del contexto para ser analizadas y discutidas en grupo.

Se eligió uno de los últimos temas del programa, en el cual durante años anteriores se detectaron dificultades para la comprensión y la resolución de ejercicios.

Se planteó una forma de trabajo innovadora para el grupo de alumnos y para la cátedra, pretendiendo de alguna manera incorporar lo inesperado tanto en el recurso didáctico como en el contenido de la actividad.

- ✓ **Tema:** Sucesiones
- ✓ **Objetivos:** Lograr que el alumno
  - Trabaje en grupo para resolver una situación problemática.
  - Discuta con los compañeros y busque posibles soluciones.
  - Comunique los resultados y conclusiones.
  - Deduzca el concepto de sucesión.

#### ✓ **Metodología:**

La propuesta se basa en el papel activo que asume el alumno a través de la resolución de situaciones problemáticas. La estrategia didáctica en este caso apunta a fomentar procesos reflexivos, estimular el trabajo en equipo y rescatar conocimientos previos para dar lugar a los nuevos conceptos. Se crea un espacio necesario para el debate de las posibles soluciones apelando a la creatividad entendida como la capacidad de dar respuesta a un problema novedoso y se estimula la participación y la comunicación de las ideas.

Se considera que la actividad es innovadora y apela a lo inesperado, por cuanto los alumnos no suelen trabajar con estos esquemas, principalmente por el papel activo y protagónico que cumplen en estas prácticas, y también por el tipo de respuestas que pueden ensayar, apartadas de cualquier patrón preestablecido. El espacio físico del aula se transforma cambiando la disposición de las mesas y sillas y el profesor es un observador que deja que los alumnos hagan sus propias conjeturas sin intervenir hasta el momento de la puesta en común.

#### ✓ **Destinatarios:**

Alumnos de primer año de las carreras de Contador Público Nacional, Licenciatura en Administración y Licenciatura en Economía, que cursan Matemática II.

### **Relato de la experiencia**

Se elaboró una actividad para introducir el tema de Sucesiones numéricas, que consistió en dos problemas concretos, referidos a contextos cercanos a los alumnos (ver ANEXO I).

Se trabajó en cuatro de las siete comisiones que se organizaron en 2019 para el dictado de Matemática II.

Los alumnos se reunieron en grupos formados por tres o cuatro integrantes.

Se le entregó a cada uno de los grupos una hoja escrita con la actividad sobre la que debían trabajar.

Algunos grupos trabajaron sobre uno de los problemas (identificado como Actividad A) y otros grupos trabajaron sobre el otro problema (Actividad B).

Se pidió que resolvieran la actividad por escrito en la hoja entregada y que agregaran todo lo que quisieran o necesitaran expresar incluyendo dibujos, esquemas, cálculos, diagramas, etc.

Los alumnos trabajaron con entusiasmo en un ambiente cordial y distendido. Se ajustaron al tiempo preestablecido, intercambiaron ideas en forma ordenada y en muchos casos acertaron en sus apreciaciones.

Al cabo de dicho tiempo se realizó la puesta en común, donde todas las respuestas fueron tenidas en cuenta.

El profesor en cada caso anotó en el pizarrón aquellos resultados que podían conducir a introducir el nuevo concepto.

Entre todos se fue elaborando la definición de sucesión infinita de números reales.

## **2- Control escrito sobre conceptos vinculados al tema: Sucesiones**

Después de desarrollar el tema precisando los conceptos involucrados, realizando algunos ejemplos por parte del profesor y ejercicios por parte de los alumnos, se realizó sobre el cierre de la clase, un control de conceptos.

Este consistió en un formulario escrito de múltiple opción (ver ANEXO II) que fue completado por los alumnos en pocos minutos.

Los resultados de este control, junto con las respuestas a las Actividades (A y B) ayudó a orientar a los docentes acerca de la comprensión del tema y a proyectar algunos ajustes para una futura experiencia.

## **3- Cuestionario de opinión**

Para valorar la propuesta se realizó una encuesta de opinión a los alumnos. La herramienta utilizada fue un formulario Google, aplicado el mismo día de la actividad innovadora en el aula al finalizar la clase. Se les proporcionó a los alumnos el link necesario para acceder a dicho formulario. La información solicitada se refirió a:

- La participación y comprensión de la actividad inicial.
- La utilidad de la actividad.
- La comprensión de la unidad temática desarrollada con posterioridad.
- La posibilidad de extender este desarrollo didáctico a otras unidades.

Esta herramienta resultó importante para conocer la opinión y sensaciones de los estudiantes (ver ANEXO III).

## **4- Actividad de recuperación de conceptos previa al examen final**

Se diseñó una actividad con cambio de roles destinada a los alumnos que preparan su examen final.

La propuesta se hizo para repasar y profundizar los Teoremas del valor medio del cálculo diferencial.

Se planteó una forma de trabajo innovadora para el grupo de alumnos y para la cátedra, donde el alumno es el protagonista y puede explicar a sus pares y a su vez solucionar dudas propias y ajenas.

- ✓ **Tema:** Teoremas del valor medio del cálculo diferencial
- ✓ **Objetivos:** Lograr que el alumno:
  - Lea enunciados con atención haciendo una comprensión de los conceptos que intervienen.
  - Discuta con los compañeros e interprete diferentes situaciones relacionadas con los enunciados de los teoremas.
  - Trabaje en grupo para la elaboración de conclusiones y la resolución de ejercicios.
  - Comunique resultados y conclusiones.
- ✓ **Metodología:**

La propuesta se basa en la participación activa del alumno. La estrategia didáctica en este caso apunta a fomentar procesos reflexivos, estimular el trabajo en equipo, rescatar conocimientos previos y hacer visible

la forma que tienen los alumnos de comunicar dichos conocimientos. Se crea un espacio para la exposición, el debate y las preguntas abiertas, estimulando la participación y la comunicación de las ideas.

El espacio físico del aula se transforma, y el cambio de roles se lleva a cabo por cuanto los alumnos explican, preguntan y contestan y los profesores son espectadores, participando cuando es necesario para que los conceptos queden explícitamente aclarados.

Se considera que la actividad es innovadora y apela a lo inesperado, por cuanto los alumnos cambian de lugar, ocupan otros espacios y funciones y asumen un papel activo y protagónico, mientras que los profesores se distribuyen en el aula en el lugar de los estudiantes permitiendo que ellos asuman el control de su propio estudio.

✓ **Destinatarios:**

Alumnos de primer año de las carreras de Contador Público Nacional, Licenciatura en Administración y Licenciatura en Economía, que cursan Matemática II que preparan el examen final de la materia para rendir en la mesa de febrero (2020).

### **Relato de la experiencia**

Se diseñó un encuentro sobre los teoremas de Rolle y de Lagrange. Se realizó una convocatoria a través de redes sociales, de la página de Econet y con carteles en la oficina de consulta de la Cátedra (ver ANEXO IV). Asistieron 22 alumnos y 4 profesoras de la Cátedra.

Los alumnos se ubicaron en rueda, rompiendo así la estructura rígida de la disposición de mesas y sillas del aula asignada y los profesores se ubicaron en la misma rueda, intercalados con los alumnos.

Se les solicitó a los alumnos que lean y/o expliquen lo que entendieron sobre los enunciados de los teoremas de Rolle y Lagrange.

Voluntariamente dos alumnos (uno después de otro) explicaron las hipótesis y la tesis de cada uno de los teoremas señalados. Entre todos se realizó una interpretación gráfica de las hipótesis y tesis mencionadas. Se propusieron ejemplos y contraejemplos (casos en que no se cumple alguna condición).

Seguidamente se entregó una propuesta práctica para que los alumnos resolvieran en grupo. Esta propuesta constaba de dos partes: La primera consistió en ejercicios de múltiple opción, y la segunda en ejercicios de desarrollo para resolver.

Se destinó un tiempo para resolver los ejercicios de múltiple opción a continuación de lo cual se hizo una puesta en común de las respuestas.

Luego se trabajó en grupo con los ejercicios de desarrollo, los alumnos trabajaron con entusiasmo y solicitaron la intervención de los profesores para aclarar dudas, hacer preguntas y/o verificar resultados.

El clima distendido y el cambio en la disposición del aula sorprendieron a los alumnos y fue muy bien apreciado. Por lo que se considera que estos factores inesperados se constituyen en elementos motivadores de aprendizajes.

Al final del encuentro se realizó una breve encuesta en la que los alumnos pudieron expresar su opinión y comentarios sobre la experiencia (ANEXO IV).

### **IV- Respuestas de los alumnos a las diferentes experiencias**

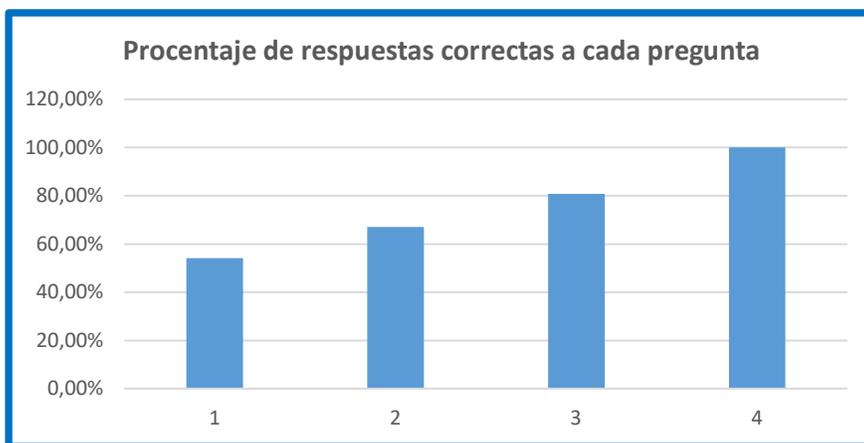
Teniendo en cuenta las respuestas de los alumnos en las **Actividades A y B** (ANEXO I), motivadoras del concepto de Sucesión, puede observarse que:

- Con respecto a la Actividad A, 83% de los alumnos respondió correctamente la pregunta sobre qué proporción estudian cada día pero solamente 28% del total lo hicieron generalizando mediante una fórmula. Al preguntar qué parte de la unidad estudiarían al octavo día un alto porcentaje respondió correctamente (75%). Cuando se les consultó sobre el momento en que llevarían estudiado el 99% de la materia, un 67% de los estudiantes respondió sin planteo y/o descripción alguna para otorgar dicha

respuesta. Finalmente, resulta sorprendente que un gran porcentaje (78%) de los alumnos pudiese contestar la pregunta relacionada a series numéricas sin siquiera realizar una mención sobre esa definición.

- Con respecto a la Actividad B, 47% de los alumnos describió correctamente la incorporación de nuevos seguidores durante los primeros cinco minutos. La descripción fue realizada a través de diversos métodos, el 37% optó hacerlo a través de un árbol y el 48% a través de fórmula. Al preguntar sobre cuántos nuevos seguidores se incorporarían en el momento 84, un alto porcentaje (68%) respondió correctamente utilizando la expresión  $2^{84}$ . Finalmente, cuando se les preguntó al cabo de cuánto tiempo llegarían a conseguir 1000 seguidores, el 37% respondió correctamente pero un gran porcentaje no contestó (26%).

Con respecto al **Control escrito** del tema Sucesiones (ANEXO II), las respuestas de los alumnos se visualizan en el siguiente gráfico:



Referencias:

1. ¿Qué es una sucesión?
2. ¿Qué significa  $n$  para las sucesiones?
3. ¿Cuál es el término genérico de la siguiente sucesión? 6, 9, 12, 15, 18, ...
4. ¿Qué significan los puntos suspensivos al final de una sucesión?

Como se puede observar, si bien las preguntas son sencillas ya que el cuestionario fue tomado al cierre de la clase donde se trabajó sobre el concepto de sucesión, todas las respuestas tienen un porcentaje de acierto mayor al 50 %.

El **Cuestionario de opinión** (formulario Google – ANEXO III) fue respondido por 80 alumnos de los cuales 69 participaron de la actividad introductoria.

De los participantes:

- La mayoría manifestó que la actividad fue comprensible y que les facilitó el entendimiento del concepto de sucesiones.
- Un 72,5 % de estos alumnos opinaron que la actividad introductoria les resultó útil.
- El 69,6 % recomendaría la metodología utilizada para otros ejes temáticos del programa.

De los estudiantes que no participaron de la actividad inicial, el 55% aproximadamente recomienda este tipo de actividad para iniciar los temas de la materia.

Con respecto a la **Actividad de recuperación de conceptos**, donde se llevó a cabo el estudio activo de los teoremas de Rolle y Lagrange mediante cambio de roles, se pueden sintetizar las respuestas a la encuesta realizada a los alumnos de la siguiente manera:

Un total de veinte (20) alumnos contestaron presencialmente la encuesta (ANEXO IV). De acuerdo a lo observado en las respuestas de la misma se puede decir que:

- Existió una diversidad de valoraciones positivas hacia la dinámica de trabajo, tales como: muy buena, divertida y entretenida, útil, fructífera, cómoda para trabajar y entender.
- Algunos alumnos resaltaron la participación en grupo, les gustó llevar el tema estudiado (condición excluyente de la actividad) así como también priorizar un tema que no había sido visto con profundidad en clase.
- El total de los alumnos coincidió en que dicha actividad les había ayudado a comprender el tema abordado.
- Con respecto a los temas de la materia en que les gustaría que esta metodología fuese aplicada, se pudo establecer un orden de prioridades, a saber:
  - 1) Series numéricas
  - 2) Sucesiones
  - 3) Funciones de dos variables
  - 4) Integrales y sus aplicaciones
  - 5) Derivadas y sus aplicaciones
  - 6) Todos los temas

Un análisis de los exámenes finales de los alumnos que asistieron al encuentro, nos permite hacer la siguiente descripción:

De un total de 22 estudiantes de las tres carreras (LE, LA y CPN) que asistieron a la actividad realizada el jueves 20/2/20, 18 alumnos rindieron el examen final en la mesa próxima al día de la actividad, el 28/02/2020.

Si bien de esos alumnos 8 aprobaron el examen final y 10 desaprobaron, lo relevante en este caso es que considerando los ejercicios referidos a los temas que se trataron en la actividad podemos observar que existe un gran porcentaje (89%) de alumnos que contestaron adecuadamente la pregunta referida al Teorema de Rolle y un 62% que desarrolló de manera correcta el ejercicio sobre el Teorema de Lagrange.

## **V- Conclusiones**

Las actividades llevadas a cabo se circunscribieron en torno a dos temas: Sucesiones infinitas de números reales, y Teoremas del valor medio del cálculo diferencial.

La elección de los temas se basó en las dificultades que manifestaron los alumnos, detectadas en consultas y en exámenes finales.

Para realizar la propuesta didáctica se tuvo en cuenta el fundamento del modelo basado en la formación por competencias, el trabajo en grupo, lo inesperado como disparador de respuestas creativas por parte de los alumnos y el cambio de los esquemas de la clase tradicional para lograr lo que se pretende.

Teniendo en cuenta todas las experiencias llevadas a cabo, puede concluirse que en general fueron muy bien recibidas por los alumnos y generaron conductas y comentarios favorables. Los alumnos participaron en forma activa y valoraron positivamente las propuestas. Se pudo visualizar que lo inesperado despertó en los estudiantes cierta curiosidad y expectativa acerca de qué actividades desarrollarían ya que no era la clase tradicional a la que

están acostumbrados. Esto llevó también al interés de querer participar con entusiasmo y deseo de aprender. Los hechos que causan sorpresa y emoción se recuerdan en el tiempo.

Para los docentes que participaron también resultó muy buena la experiencia, se generaron muchas ideas innovadoras y se hicieron propuestas que superan la clase tradicional.

Cambiar la estructura de una clase, el espacio físico y los roles de docentes y alumnos fue un desafío para todos. Se considera una experiencia enriquecedora que motivó la generación de nuevas iniciativas para otros temas del programa, con la idea de futuras prácticas.

Además, la propuesta de trabajar en grupo fomentó la capacidad de resolver problemas ya que el aporte y las ideas de todos los estudiantes eran importantes para comprender consignas y proponer respuestas. Si bien al ser alumnos de primer año, no conocerse mucho entre los compañeros y no estar acostumbrados a trabajar en grupo al principio pudo ser un obstáculo, con la insistencia de los profesores supieron superarlo y resultó muy beneficioso. Conocer los puntos de vista de los demás, discutir ideas, pensamientos, conclusiones los ayudó a comprender mejor los temas y a elaborar mejores respuestas.

Sin embargo, no puede dejar de tenerse en cuenta que el gran número de alumnos, el tiempo limitado para el desarrollo de los temas de la asignatura y, en algunos casos, las limitaciones edilicias, dificultan la implementación de clases abiertas, participativas e innovadoras. Por lo cual las ideas y proyectos que surgen siempre están condicionados por estos factores. El reto es pensar en clases que se adecuen a los estudiantes actuales, donde no se pierda calidad educativa pero sí se incorpore creatividad y se genere entusiasmo.

Como educadores hoy vivimos un gran desafío: generar estrategias que faciliten a nuestros estudiantes la apropiación de habilidades que les permitan gestionar su propio conocimiento, obtenido de un mundo global y colmado de información, posibilitando entornos saludables e integrados a una sociedad en constante cambio.

## **VI- Referencias bibliográficas**

Ballarini, F.; Moncada, D.; Martínez, M.; Alen, N. y Viola, H. (2009) Behavioral tagging is a general mechanism of long-term memory formation. PNAS, 106 (28), 14599-14604. Recuperado de [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0907078106](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0907078106)

Ballarini, F.; Martínez, M.; Díaz Pérez, M.; Moncada, D. y Viola, H. (2013) Memory in elementary school children is improved by an unrelated novel experience. PLoS ONE 8(6), e66875. doi:10.1371/journal.pone.0066875.

Ballarini, F. (2015). REC. Por qué recordamos lo que recordamos y olvidamos lo que olvidamos. Buenos Aires: Sudamericana.

Biggs, J. B. (2006). Calidad del aprendizaje universitario Madrid: Narcea Ediciones.

Elisondo, R. y Donolo, D. (2014). Creatividad y alfabetización informacional. Revista Panorama, 8(15), 23-33. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5051594.pdf> Lucarelli, E. Lucarelli, Elisa (2009). Teoría y práctica en la universidad. La innovación en las aulas. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

Elisondo, R.; Rinaudo, M. y Donolo, D. (2011). Actividades inesperadas como oportunidades para la creatividad. Contextos creativos en la Educación Superior Argentina. Revista Innovación Educativa, 11(57), 147-156. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179422350016>

Elisondo, R. (2015). La creatividad como perspectiva educativa. Cinco ideas para pensar los contextos creativos de enseñanza y aprendizaje. Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación, 15, 3, 1-23. Recuperado de <http://revista.inie.ucr.ac.cr/index.php/aie/article/view/855/913>

Elisondo, R., Melgar MF. (2016). El poder educativo de lo inesperado. Estudio de experiencias innovadoras en la universidad. Recuperado de: <https://doi.org/10.18861/cied.2016.7.2.2609>.

Kozbelt, A.; Beghetto, R. y Runco, M. (2010). Theories of Creativity. En: Kaufman, J. y R. Sternberg. The Cambridge Handbook of Creativity (pp. 447-463). Cambridge: Cambridge Press.

Lucarelli, E. (2009). Teoría y práctica en la universidad. La innovación en las aulas. Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.

Morin, E. (2001). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Barcelona: Paidós.

Manes, F. (2014). Usar el cerebro. Buenos Aires: Planeta.

Rodicio García, M. L. (2010). La docencia universitaria en el proceso de adaptación a Europa: la percepción de los estudiantes. Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica, (28), 23-43.

Sternberg, R.J., Kaufman, J.C. y Pretz J.E. (2002). The Creativity Conundrum: a propulsión model of kinds of creative contributions. Nueva York: Psychology Press.

Tejada Fernández, J (2000). El docente innovador, Capítulo 2.3 47-62, de "Estrategias didácticas innovadoras" Saturnino de la Torre y Oscar Barrios (Coords.). Ediciones Octaedro S.L. Primera edición 2000.

Trujillo Sáez, F. (2014) "Aulas creativas". Educadores, nº 249, pp.24-37.

## ANEXO I

### 1- Actividades motivadoras de nuevos conceptos

#### Actividad A:

*Supongan que tienen que preparar una materia para rendir el examen final.*

*Programan estudiar la primera unidad de la siguiente manera:*

*El primer día estudian la mitad de la unidad.*

*Al día siguiente estudian la mitad de lo que les queda (de la primera unidad)*

*Al tercer día estudian la mitad de lo que ha quedado.*

*Y así sucesivamente.*

*1) ¿Qué proporción de la unidad estudian cada día? Describan los primeros cinco días.*

*2) ¿Qué parte de la unidad estudiarían el octavo día?*

*3) ¿Al cabo de cuántos días llevan estudiado el 99% de la unidad?*

*4) Si siguen con esta forma de estudiar: ¿cuándo terminarían de estudiar la Unidad N° 1?*

#### Actividad B:

*Supongan que uno de ustedes quiere tener muchos seguidores en instagram para lograr canjes con las empresas que promocionan.*

*Planifica obtenerlos de la siguiente manera:*

*En el primer minuto les propone a dos amigos que lo sigan.*

*En el segundo minuto le propone que cada uno de esos dos amigos invite a su vez a dos amigos a seguirlo (cada uno invita solamente a dos).*

*En el tercer minuto los nuevos seguidores invitan cada uno a dos amigos.*

*Y así sucesivamente.*

*1) ¿Cuántos nuevos seguidores se incorporarán por cada minuto? Describan los primeros 5 minutos.*

*2) ¿Se animan a decir cuántos nuevos seguidores se incorporan en el minuto 84?*

*3) ¿Si el primer objetivo son 1000 seguidores, al cabo de cuánto tiempo llegan a conseguirlos?*

### 2- Respuestas a las Actividades

Actividad A. Total de respuestas: 18

- 1) ¿Qué porción de la unidad estudian cada día?  
Describen
  - a.1) Sí: Bien (15) - Mal (1)
  - a.2) No: 2
- b. Generalización con fórmula
  - b.1) Bien: 5
  - b.2) Mal: 2
- c. No generaliza: 13
- d. Utilizan algún elemento concreto para la descripción: 5
- 2) ¿Qué parte de la unidad estudiarían en el octavo día?
  - a. Bien: 14
  - b. Mal: 4
- 3) ¿Al cabo de cuántos días llevan estudiado el 99% de la unidad?
  - a. Realizan suma: 1
  - b. Responde mal: 4

- c. Iguale la generalización a 0,99 (razonamiento incorrecto): 1
  - d. Responde sin planteo y/o descripción: 12
- 4) Si siguen con esta forma de estudiar: ¿Cuándo terminarían de estudiar la Unidad 1?
- a. Nunca: 14
  - b. Mal respondido: 3
  - c. No responde: 1

*Actividad B.* Total de respuestas: 19

- 1) ¿Cuántos nuevos seguidores se incorporarán por cada minuto? Describan los primeros 5 minutos
- a. Describen minuto a minuto
    - a.1 Sí: bien (9) - mal (usando suma de los términos: 6)
    - a.2 No: 4
  - b. Usan árbol para el análisis:
    - b.1 Sí: 7
    - b.2 No: 12
  - c. Generalizan con fórmula de función:
    - c.1 Bien: 8
    - c.2 Mal: 3
  - d. No generalizan: 8
- 2) ¿Se animan a decir cuántos nuevos seguidores se incorporan en el minuto 84?
- 1- Responden  $284$ : 13
  - 2- Responden  $22+\dots+284$  u otra expresión: 2
  - 3- No responden: 4
- 3) Si es primer objetivo son 1000 seguidores, al cabo de cuánto tiempo llegan a conseguirlos?
- 1- Realizan suma: 3
  - 2- Responden mal: 1
  - 3- Igualan la generalización a 1000: 7
  - 4- No resuelve: 5
  - 5- Responde sin planteo y/o descripción: 3

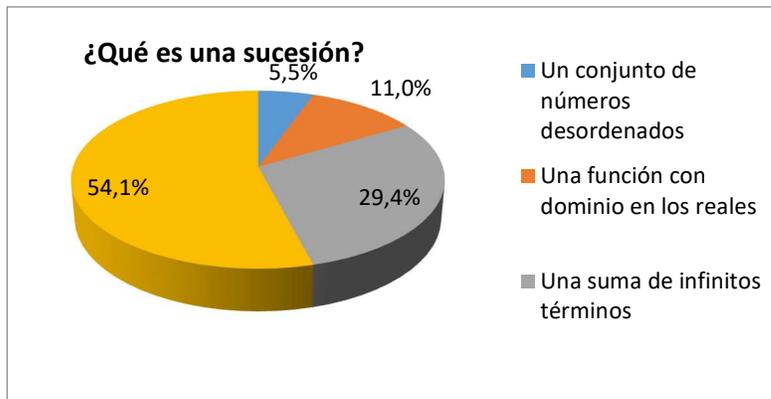
## ANEXO II

### 1- Control escrito

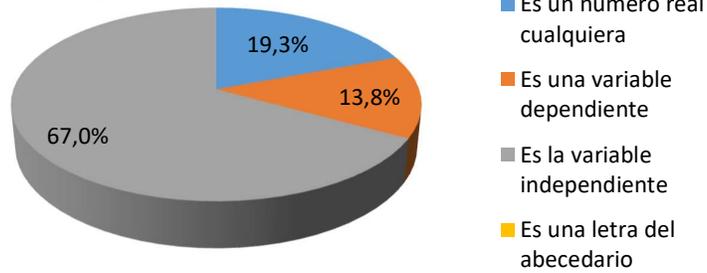
Pensamos un poquito... y luego marcamos con una X la respuesta correcta.

1. ¿Qué es una sucesión numérica?			
Un conjunto de números desordenados	Una función con dominio en reales	Una suma de infinitos términos	Ninguna respuesta de las anteriores
2. ¿Qué significa la n para las sucesiones?			
Es un número real cualquiera	Es una variable dependiente	Es la variable independiente	Es una letra del abecedario
3. ¿Cuál es el término genérico de la siguiente sucesión? 6, 9, 12, 15, 18, ...			
$3n$	$3n+1$	$3n+3$	No se puede determinar
4. ¿Qué significan los puntos suspensivos al final de una sucesión?			
Marcan que la sucesión terminó	Indican que la sucesión tiene infinitos términos	Sugieren que no se conoce el término siguiente	No tienen significado

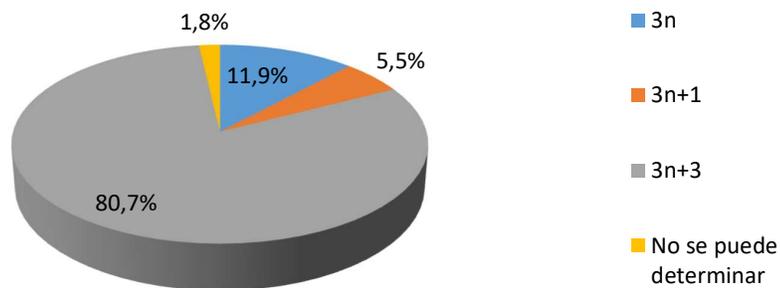
### 2- Respuestas al control escrito:



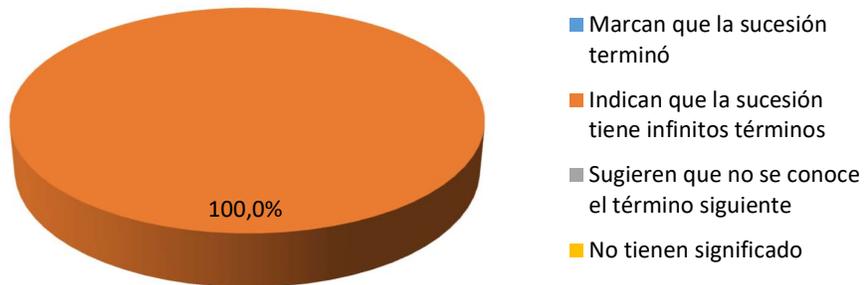
### ¿Qué significa la "n" para las sucesiones?



### ¿Cuál es el término genérico de la siguiente sucesión? 3, 6, 9, 12, 15, 18, ...



### ¿Qué significan los puntos suspensivos al final de una sucesión?



### ANEXO III

#### 1- Formulario Google

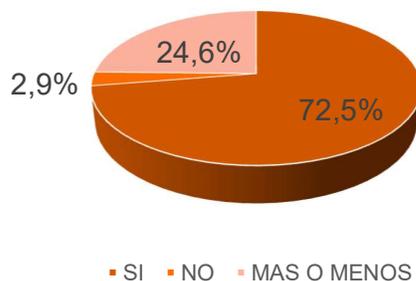
Se muestra cada pregunta y las respectivas respuestas de los alumnos.



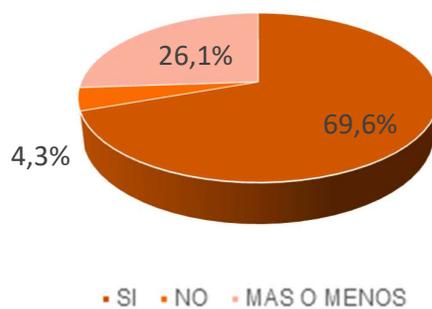
Los que respondieron SI:



3) ¿La actividad inicial le resultó útil para entender el concepto de Sucesiones?



4) ¿Recomendaría iniciar todos los temas de Matemática II con una actividad/situación/caso a resolver por Ud.?



Los que respondieron NO:

¿Recomendaría iniciar todos los temas de Matemática II con una actividad/situación/caso a resolver por Ud.?



**ANEXO IV**

**1- Anuncio del encuentro de recuperación de conceptos sobre Teoremas del Valor medio**

“¿Qué nos dicen Rolle y Lagrange?”  
*Animate a participar de una clase con cambio de roles ¡Te esperamos!*  
 ¿Cuándo? Jueves 20/02/2020 a las 11:30  
 ¿Dónde? Anfiteatro 4.  
 Requisito indispensable:  
 -Leer y estudiar los Teoremas de Rolle y Lagrange.  
 -Llevar el material teórico a la clase.

**2- Ejercitación propuesta y resuelta en el encuentro**

A. Teniendo en cuenta que  $f$  es una función real definida en  $[a, b]$  y  $c$  es un punto interior de  $(a, b)$ , pensamos un poquito... y luego marcamos con una X la respuesta correcta.

1. Para que se cumpla el Teorema de Rolle es necesario que...			
$\lim_{x \rightarrow c} f(x) = f(c)$	$f(b) - f(a) = 0$	$f$ sea integrable en $[a, b]$	$f'(c) = 0$
2. ¿Qué representa la expresión $\frac{f(b)-f(a)}{b-a}$ ?			
Una de las hipótesis del Teorema de Lagrange	La pendiente de una recta en el punto $(c, f(c))$	La pendiente de la recta secante que une los puntos $(a, f(a))$ y $(b, f(b))$	La derivada de $f$ en el punto $a$
3. Si se sabe que $f'(c) = 0$ , entonces se puede asegurar que:			
$f$ sea continua en $[a, b]$	$f$ sea derivable en $(a, b)$	$f(b) = f(a)$	La recta tangente a $f$ en $(c, f(c))$ es horizontal
4. Una función que verifica el Teorema de Rolle en $[0; 2]$ es la dada por:			
$f(x) =  x - 1 $	$g(x) = (x - 1)^{\frac{2}{3}}$	$h(x) = x^3 - 2x^2 +$	$s(x) = 2x^3 - 3x^2 + 1$

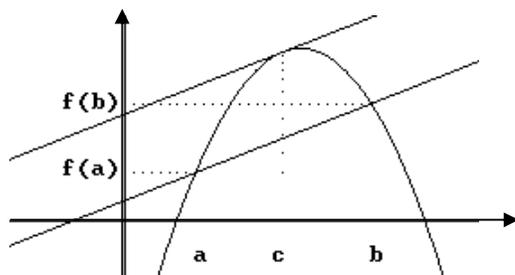
B. Resolvemos en forma completa incluyendo todos los cálculos:

La función  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} / f(x) = x^2 - 2x - 3$  verifica el Teorema del Valor medio del Cálculo diferencial (Teorema de Lagrange) en  $c = 3/2$  interior al intervalo  $[-1; b]$ .

Determinar:

- El valor de  $b$ .
- La ecuación de la recta que pasa por  $(c; f(c))$  que verifica el Teorema señalado.
- Determinar, si es que existen, los extremos absolutos y relativos de  $f$  en el intervalo cerrado considerado. Si tiene extremos, indicar tipo de extremo (Máximo o mínimo), incluyendo todos los pasos.

C. La función cuya gráfica se muestra a continuación es continua en  $[a,b]$  y derivable en  $(a,b)$ :



Completamos el texto:

- La pendiente de la recta secante es  $m_s = \dots\dots\dots$
- La pendiente de la recta tangente a la curva en  $(c, f(c))$  es  $m_t = \dots\dots\dots$
- Como las rectas son paralelas, podemos concluir escribiendo que  $\dots\dots\dots$
- Esta conclusión corresponde a la tesis del teorema  $\dots\dots\dots$

- Para  $f(x) = x^3 - 3x^2$ , el/los valor/es del intervalo  $[0, 3]$  aludido en la tesis del teorema del valor medio de Rolle es/son:
- El valor de  $c$  del  $[-3, -1]$  donde la recta tangente a  $f(x) = (x + 1)^3 + 2$  es paralela a la secante determinada por los puntos extremos del mismo es aproximadamente:

### 3- Encuesta

- ✓ ¿Qué te pareció la dinámica de trabajo de la actividad realizada?
- ✓ ¿Te resultó útil este taller para comprender el tema abordado?
- ✓ ¿Sobre cuáles temas de la materia te gustaría que se aplicara esta metodología?
  - Ninguno
  - Todos
  - Límites, asíntotas y continuidad
  - Derivadas y sus aplicaciones
  - Integrales y sus aplicaciones
  - Sucesiones
  - Series numéricas
  - Función de dos variables