

Propuesta de acercamiento a la investigación e innovación en el marco de un modelo de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo

Silvia Raichman
Eduardo Totter



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO



innova**CESAL**



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
Proyecto coordinado por
la Universidad Veracruzana,
México

2011



Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea



Universidad Veracruzana

Proyecto coordinado
por la Universidad Veracruzana,
México

«La presente publicación ha sido elaborada con la asistencia de la Unión Europea. El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso refleja los puntos de vista de la Unión Europea».



Esta obra está bajo la licencia de Reconocimiento-No comercial – Sin trabajos derivados 2.5 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.

Propuesta de acercamiento a la investigación e innovación en el marco de un modelo de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo

Silvia Raichman¹ – Eduardo Totter²
4 de Febrero de 2011

Resumen

En un trabajo anterior, dentro del marco del Proyecto INNOVA CESAL, se presentó un modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC), que promueve la mejora de la calidad del aprendizaje significativo y contribuye al desarrollo de capacidades asociadas al perfil de los futuros profesionales. En esta propuesta se incorpora al modelo anterior una intervención educativa que tiende a favorecer el acercamiento de los estudiantes a la investigación científica y a despertar su espíritu innovador en los inicios de la carrera. Se crea de esta manera un nuevo espacio de aprendizaje, adicional a los del modelo pedagógico presentado, generando nuevos canales de interactividad que fortalecen la relación docente-alumno y alumno-contenido, potenciando los procesos comprensivos, reflexivos y creativos. Se trata de una estrategia que implica el desarrollo de Trabajos Integradores relacionados a contenidos de la Geometría Analítica, que ofrece la oportunidad a los estudiantes de desarrollar trabajos adecuados en el nivel de dificultad que ellos pueden resolver y de profundizar en temas de interés, acercándose al mismo tiempo a la problemática específica de la especialidad elegida. En este documento se presenta la hipótesis de trabajo, una descripción de la estrategia educativa diseñada, así como también resultados obtenidos luego de la implementación de una experiencia piloto en el ciclo lectivo 2010 y sus respectivas conclusiones.

Palabras clave: Geometría Analítica; Ingeniería; Investigación; Innovación; Pensamiento complejo; Trabajos integradores.

1. Introducción

Geometría Analítica es una asignatura que brinda una serie de herramientas matemáticas y de conceptos de interpretación y visualización sistemática de lugares geométricos en los espacios bidimensional y tridimensional, necesarios para avanzar en otras áreas del conocimiento. La asignatura se encuentra relacionada en distintos niveles, con una gran cantidad de ramas de la ciencia y la tecnología.

En Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, se desarrolla durante el primer semestre del primer año, en forma simultánea con las asignaturas Análisis Matemático I y Álgebra, para las carreras que se dictan en la Facultad, es decir, Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Petróleos.

En un trabajo anterior, dentro del marco del Proyecto INNOVA CESAL, se presentó una implementación en la asignatura Geometría Analítica de un modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC). Éste incluye actividades significativas de aprendizaje, que implican el rediseño de la propuesta presencial y la utilización de materiales de educación a distancia mediados pedagógicamente. El modelo promueve la mejora de la calidad del aprendizaje significativo de los contenidos de los módulos involucrados en la propuesta y contribuye al desarrollo de capacidades asociadas al perfil de los futuros profesionales.

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. Correo electrónico: sraichman@uncu.edu.ar

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. Argentina. Correo electrónico: etotter@fing.uncu.edu.ar

En virtud de la diversidad de contenidos y teniendo en cuenta los aspectos de vinculación que plantea la asignatura Geometría Analítica con una importante cantidad de temas relacionados a las especialidades de la Ingeniería, es que surge la posibilidad de incorporar al modelo anterior una intervención educativa que tienda a favorecer el acercamiento de los estudiantes a la investigación científica y a despertar su espíritu innovador en los inicios de la carrera. Se crea de esta manera un nuevo espacio de aprendizaje, adicional a los descritos en el modelo pedagógico presentado, generando nuevos canales de interactividad que fortalecen la relación docente-alumno y alumno-contenido, potenciando los procesos comprensivos, reflexivos y creativos.

Esta intervención pedagógica constituye una actividad de innovación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura. Tiende a favorecer en estudiantes de primer año el desarrollo de capacidades relacionadas a la investigación e innovación por medio de una estrategia de desarrollo de Trabajos Integradores relacionados a contenidos de la Geometría Analítica. Los mismos ofrecen la oportunidad de profundizar en temas de interés, acercándose al mismo tiempo a la problemática específica de la especialidad elegida.

Si bien se trata de una estrategia retadora para los estudiantes, ya que en los semestres iniciales de la carrera algunos jóvenes tienen dificultades para organizar su pensamiento de forma argumentativa, las temáticas que se les proponen les dan la oportunidad de minimizar esta problemática y enriquecer su formación a partir del desarrollo de trabajos adecuados al nivel de dificultad que ellos pueden resolver y que les resulten interesantes. En los siguientes apartados se describe el diseño de la intervención educativa junto con los principios didácticos en los que ésta se basa.

2. Principios didácticos de la intervención educativa

Las intervenciones educativas deben estar llamadas a devenir, cada vez más, en actividades que tiendan a liberar las potencialidades creadoras de los estudiantes y que desarrollen en los mismos, la capacidad de interactuar, de enfrentar y resolver problemas, de pensar en totalidad, de reflexionar, de actuar y de trabajar en equipo.

El diseño de esta intervención educativa, desde un enfoque transformativo en lugar de uno meramente transmisivo, se basa en los siguientes principios didácticos:

- ***Partir del otro***

El punto de inicio de todo proceso pedagógico es partir siempre del otro. Para esto, primero debemos verlo, reconocerlo, ser conscientes de su existencia, conocer sus intereses, sus experiencias, sus aspiraciones. Para construir el proceso de aprendizaje y comunicarnos con nuestros alumnos, necesitamos acercarnos a la manera de percibir y relacionarse que ellos poseen. Partir del otro implica que el docente sea capaz de esperarlo, de escucharlo, de respetar su ritmo de aprendizaje, sus intereses y su capacidad de generar ideas.

- ***Tender puentes***

La mediación pedagógica implica tender puentes entre lo cercano y lo lejano, entre lo conocido y lo por venir, entre lo que se sabe y los nuevos conceptos, hechos y procedimientos. Está asociada al pasaje de un modelo de comunicación basado en la transmisión a uno basado en la relación, que implica una voluntad de comunicación y una preocupación centrada en el cómo comunicar. El quehacer docente significa en este marco, constituirnos en mediadores del proceso de aprendizaje, es decir, en los constructores de puentes entre el conocimiento y el alumno, en administradores de recursos, orientadores y estimuladores.

- ***Confianza***

Se aprende con y de los demás sobre una base de confianza. Esto significa brindar a nuestros alumnos la posibilidad de que asuman la más amplia responsabilidad en su preparación, ayudando a que hagan un mejor uso de sus recursos personales, proveyéndoles de una

infraestructura de apoyo apropiada y seleccionando con criterio las instancias de actuación docente. La confianza en el potencial de nuestros estudiantes deriva en el diseño de intervenciones educativas en las que ellos son protagonistas de su propio aprendizaje y en las que se llegan a involucrar de tal forma, que procuran ampliar y profundizar sobre los conocimientos de forma espontánea, descubriendo por sí mismos nuevas relaciones y aplicaciones.

3. Hipótesis de trabajo

Una intervención educativa en la asignatura Geometría Analítica, diseñada para desafiar los procesos cognitivos de los estudiantes, a partir de la elaboración y divulgación de trabajos integradores, adecuados al nivel de dificultad que ellos pueden resolver y basados en sus propios intereses y expectativas, favorece el desarrollo de actitudes y capacidades para la investigación e innovación en estudiantes de primer año en carreras de Ingeniería.

4. Horizonte formativo

El horizonte formativo en las etapas tanto de diseño como de implementación de la intervención educativa, es que ésta logre despertar en los alumnos el placer de investigar por medio de una intervención libre de ataduras, flexible en cuanto a sus reglas, basada en la confianza absoluta hacia los estudiantes y sus capacidades, en un marco de respeto mutuo entre las partes, acompañando, guiando y orientando en todas las situaciones en las cuales fuera necesario.

Es así que los primeros pasos de los alumnos en su acercamiento a la investigación y la innovación son dados con firmeza y seguridad, sin invasión y sin abandono por parte del docente, quien permanece atento en todo momento a las siguientes premisas:

- Alentar el esfuerzo de la consulta bibliográfica.
- Fomentar el desarrollo de capacidades comunicacionales y de trabajo en equipo.
- Favorecer el desarrollo de las capacidades de observación, análisis, abstracción, generalización y sistematización.
- Favorecer la comprensión, el uso y la transferencia del conocimiento.
- Potenciar los procesos reflexivos, críticos y creativos.
- Incentivar la iniciativa y la autonomía del estudiante.
- Favorecer una mejora en la producción oral y escrita.
- Estimular el interés del estudiante por la carrera elegida.

5. Descripción de la intervención educativa

La intervención educativa propiamente dicha, consiste en el desarrollo por parte de los estudiantes de un Trabajo Integrador realizado en pequeños grupos, en base a sus propios intereses y con la apropiada guía y orientación de los docentes durante todo el proceso.

La estrategia está diseñada de forma tal que los alumnos puedan conocer y cumplimentar en una pequeña escala el proceso de selección, presentación, elaboración y divulgación de Proyectos de Investigación en una institución de nivel superior.

En la Figura 1 se puede observar un esquema global de la propuesta, junto con las sucesivas etapas de las cuales consta la misma.

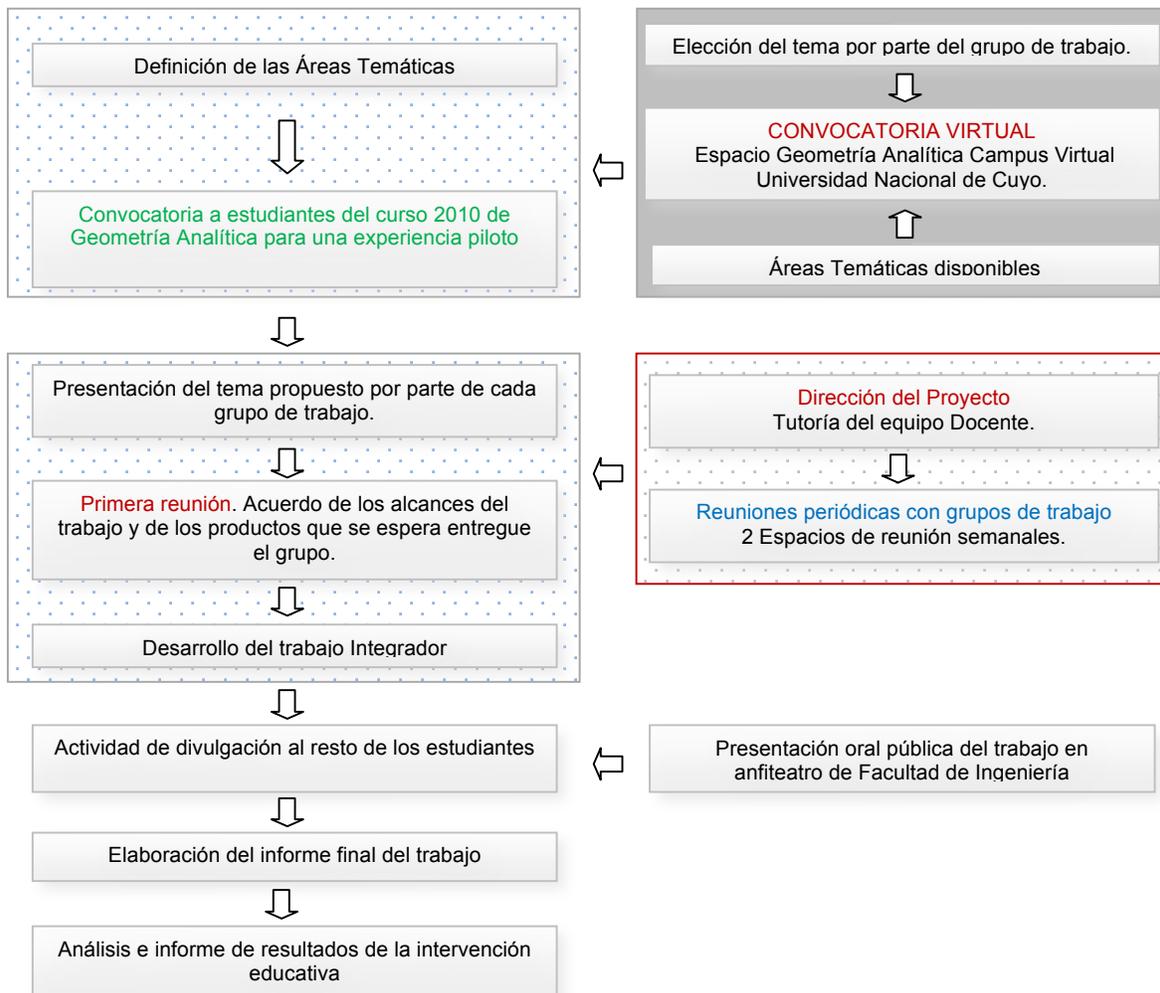


Figura 1. Esquema general de la propuesta

En los párrafos siguientes se describen los aspectos sobresalientes de las etapas en las que se estructura la intervención.

5.1 Áreas temáticas

En concordancia con los principios didácticos de la propuesta y como orientación a los grupos en la definición del tema a abordar, se proponen en primera instancia grandes áreas temáticas. Las mismas pueden ser clasificadas en 3 grupos, cada uno de los cuales está compuesto por una serie de temas posibles relacionados entre sí, entre los que los alumnos pueden elegir libremente la temática de interés a desarrollar.

A continuación se detallan las áreas temáticas, indicando en cada caso en forma general los posibles temas en cada una de ellas, quedando abierta la posibilidad de incluir algún tema a proponer por parte de los estudiantes.

- **Aplicaciones de la Geometría Analítica en Ingeniería**
 - Aplicaciones de rectas y planos.
 - Aplicaciones de cónicas.
 - Aplicaciones de superficies tridimensionales.
- **Desarrollos Analíticos**

- Sistemas de Ecuaciones. Asociación con posiciones relativas entre lugares geométricos.
 - Ecuaciones paramétricas de distintos lugares geométricos. Demostraciones y aplicaciones.
 - Modificación de lugares geométricos ante variaciones de parámetros.
 - Articulación del tema superficies con contenidos del Álgebra y del Análisis Matemático.
 - Aspectos históricos
- **Creación de modelos**
 - Representación de cónicas. Modelo gráfico tradicional.
 - Uso de software en Geometría Analítica. Modelo gráfico computacional.
 - Construcción de maquetas. Modelo físico.
 - Creación de modelos en papel. Papiroflexia.

5.2 Primera reunión de trabajo – Pautas generales para la presentación del informe

Una vez seleccionado el tema a abordar por parte de cada grupo de trabajo, se establece una primera reunión con los docentes, en la cual se acuerda el alcance del trabajo a elaborar y el producto que se espera brinde el grupo como resultado final del desarrollo. En la misma, además, se entrega a los estudiantes un documento titulado “*Pautas generales para la presentación del informe del trabajo integrador – Geometría Analítica 2010*”, el cual contiene normas generales para la presentación del informe escrito. En el mencionado documento, se presentan pautas generales mínimas a cumplir por una comunicación científica escrita, a los efectos de que sirva de guía y orientación a los estudiantes para la redacción de los informes finales correspondientes a los Trabajos Integradores llevados a cabo. La Figura 2 muestra la portada del documento mencionado.

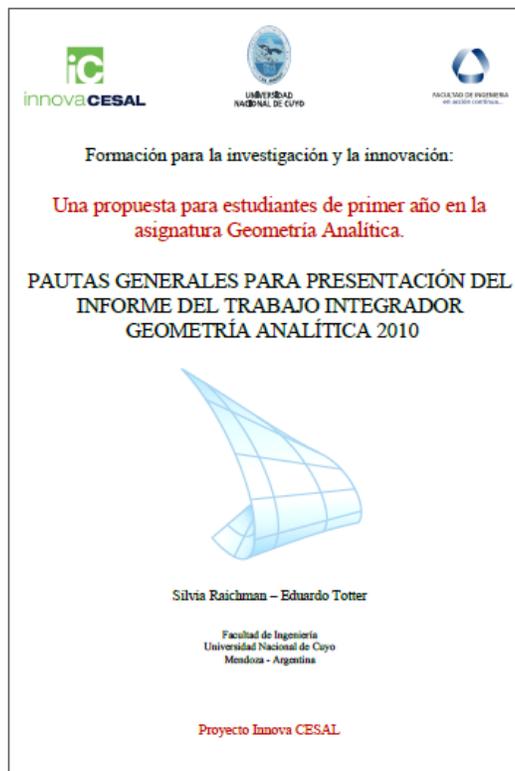


Figura 2. Portada del documento entregado a los alumnos participantes de la intervención educativa

Esta guía se concibe para ser un núcleo de información que, junto con las reuniones periódicas semanales que se llevan a cabo con los distintos equipos de trabajo, tiende a lograr un informe escrito de las distintas actividades que realizaron los alumnos y de los resultados obtenidos por los mismos.

5.3 Rol del docente - Apoyo y orientación

El apoyo y la orientación de los docentes a los grupos de trabajo, se fundamenta en el concepto de mediación pedagógica. La mediación pedagógica es la tarea de promover y acompañar el aprendizaje, entendiendo a éste como la construcción del propio ser, la apropiación del mundo y de uno mismo. La promoción y el acompañamiento del aprendizaje mediante tutorías presenciales, implica un juego de cercanía sin invadir y de distancia sin abandonar, es decir, mediar desde el umbral pedagógico, que es el espacio donde se produce la mediación pedagógica.

Se entiende que las tutorías presenciales cumplen un rol fundamental dentro de la propuesta educativa, ya que es el encuentro, a partir de la mirada, el estímulo, la escucha, la interacción, la comprensión, una parte esencial del andamiaje de los procesos de aprender.

Se parte de la concepción de una tutoría presencial por parte del docente, cuyo rol es:

- Contribuir a los procesos de construcción del conocimiento a partir de preguntas centrales, del planteo de relaciones y de un acompañamiento personalizado de las producciones de los alumnos.
- Favorecer los procesos cognitivos reflexivos.
- Fomentar la autonomía del estudiante.
- Reconocer los obstáculos de los estudiantes en la construcción del conocimiento.
- Tomar conciencia de lo que hay que modificar y/o enriquecer a partir del proceso de cada grupo.
- Sugerir, de ser necesario, fuentes alternativas de información.
- Permanecer atento a las situaciones del proceso de cada grupo para intervenir oportunamente.
- Tener en claro, a partir de un análisis flexible de las situaciones, el sentido didáctico de cada una de sus intervenciones.
- Estimular el despliegue de la iniciativa y de la capacidad creativa de los estudiantes.
- Buscar que los estudiantes se afirmen en sus formas de aprender, de reflexionar y de expresarse.
- Promover que los grupos de trabajo lo hagan desde un enfoque cooperativo y no competitivo.

6. Desarrollo de la intervención educativa

Al inicio del ciclo lectivo 2010, se realizó una convocatoria a los estudiantes de la asignatura Geometría Analítica, para participar de una intervención educativa, a manera de experiencia piloto, que implica el desarrollo de Trabajos Integradores asociados a temas de su propio interés y que les ofrece la oportunidad de acercamiento a la investigación científica y a despertar su espíritu innovador en los inicios de la carrera.

Esta convocatoria se realizó en el espacio de Geometría Analítica dentro del Campus Virtual de la Universidad Nacional de Cuyo. A partir de la misma, y luego de un período de decisión y conformación de los posibles grupos, se contó finalmente con 4 grupos interesados en participar de la propuesta.

En un primer encuentro de los docentes con cada uno de los grupos, se delimitaron los alcances de los trabajos a desarrollar, en base a los temas de interés seleccionados por los propios estudiantes, teniendo en cuenta además los tiempos disponibles para la elaboración del trabajo en base a las pautas generales descriptas en el apartado anterior.

A partir de este primer encuentro, se acordó con los distintos grupos un mínimo de una reunión de trabajo semanal con el docente en la que pudieran discutirse los avances realizados por el grupo, resolverse las posibles dudas o inquietudes que los alumnos pudieran plantear, realizar pequeñas correcciones de rumbo y delinear en conjunto los próximos pasos en el desarrollo del trabajo. Para estas tutorías presenciales se contó con los horarios de consulta de los docentes de la cátedra que se sumaron a esta tarea y horarios adicionales a continuación de los correspondientes a las Aulas-Taller descritas en el reporte general del modelo pedagógico.

A partir del respeto por el propio estilo de aprendizaje y expectativas de los estudiantes, durante el transcurso de estos encuentros y a medida que el grupo avanzó en la profundización del tema elegido, se fue abriendo un abanico de posibilidades, referido a implementaciones computacionales, realización de maquetas, desarrollos analíticos y aplicaciones de interés, que enriquecieron profundamente los trabajos elaborados.

En la Tabla 1 se pueden observar la cantidad de integrantes de cada uno de los 4 grupos, los temas seleccionados en cada caso para la realización de los Trabajos Integradores y los principales aspectos abordados por los mismos.

Grupo	Integrantes	Temas seleccionados	Principales aspectos abordados
1	2	Aplicaciones de Geometría Analítica en Ingeniería Civil: Estudio de los Puentes en Arco	Reconocimiento de estructuras en Ingeniería Civil. Vocabulario específico de ingeniería estructural relativo a puentes. Modelos matemáticos. Parametrización. Teoría de errores. Implementación computacional. Análisis comparativo, gráfico y numérico. Introducción al análisis estructural.
2	2	Una mirada desde el punto de vista matricial a la resolución de problemas en Geometría Analítica.	Ecuaciones de lugares geométricos en el plano. Representación matricial. Identificación de cónicas y posiciones relativas entre recta y cónica a partir de la forma matricial. Implementación computacional.
3	2	Aplicaciones de Geometría Analítica en Ingeniería: Superficies geométricas en el espacio tridimensional.	Reconocimiento de estructuras en Ingeniería Civil. Vocabulario específico de ingeniería estructural relativo a superficies. Aplicaciones de la Geometría en Ingeniería y Arquitectura: Gaudí, Candela y Otto. Modelos matemáticos. Introducción al análisis estructural. Papiroflexia.
4	3	Caracterización y estudio de una superficie geométrica particular: La Banda de Möbius	Caracterización y estudio de la banda de Möbius. Aspectos históricos. Aplicaciones y propiedades. Características Geométricas. Parametrización. Implementación computacional. Papiroflexia.

Tabla 1. Grupos de trabajo y temas desarrollados

Los sucesivos pasos de los trabajos de cada grupo son guiados para favorecer los procesos comprensivos de los alumnos, la integración de los conocimientos previos con los nuevos y ayudan a darle un sentido y a transferir estos últimos. En los encuentros presenciales, el docente tiene la oportunidad de reconocer las representaciones mentales de los estudiantes y discernir el nivel de

comprensión alcanzado, constituyendo esto un aspecto clave para lograr el incremento de la calidad del aprendizaje significativo.

Una vez finalizada la elaboración de los trabajos, se realizó la Jornada de divulgación hacia el resto de los alumnos no participantes de la propuesta. Esta actividad consistió en una presentación multimedia de los trabajos elaborados por los distintos grupos al resto de los estudiantes del curso de Geometría Analítica. Se realizó en el Anfiteatro Oeste de la Facultad de Ingeniería, ante la presencia de los docentes de la cátedra y una cantidad de aproximadamente 60 alumnos que escucharon atentamente las exposiciones de los grupos de trabajo y luego de las mismas, plantearon las dudas que surgían.

La Figura 3 muestra dos instantes de las exposiciones de los grupos nros. 2 y 3



Figura 3. Exposición de los grupos nros. 2 y 3

Las exposiciones de los grupos, estaban previstas para una duración de 20 minutos cada una y se buscó en las mismas mostrar los principales aspectos de los trabajos. La totalidad de los alumnos expositores manifestaron que era la primera oportunidad en la que se presentaban ante el resto de los estudiantes en un trabajo de esta magnitud.

Los recursos utilizados en las exposiciones fueron variados y acordes al tema que se trataba. La Figura 4 muestra al grupo nro. 4 utilizando elementos de papiroflexia para demostrar algunas propiedades interesantes de la cinta de Möbius y una foto grupal luego de finalizadas las exposiciones.



Figura 4. Exposición del grupo nro. 4 y foto grupal luego de las exposiciones

7. Resultados

En este apartado, se describen resultados obtenidos luego de la implementación de una experiencia piloto de la intervención educativa descrita, durante el primer semestre del ciclo lectivo 2010, en la asignatura Geometría Analítica.

A los efectos de analizar los resultados de la propuesta innovadora implementada, se definieron tres grupos diferentes de estudiantes, de acuerdo al mayor o menor grado de participación de los mismos en las distintas actividades. En la Tabla 2 se puede observar la cantidad de alumnos en cada uno de los grupos mencionados.

Grupo	Cantidad alumnos	Tipo de participación
Alumnos participantes activos	9	Desarrollaron Trabajos Integradores y cumplieron con la totalidad del proceso.
Alumnos participantes pasivos	62	Participaron en forma activa de las actividades de divulgación.
No participantes	149	No participaron de la propuesta.

Tabla 2. Distribución de alumnos de acuerdo al grado de participación

En el caso de los alumnos participantes activos, se obtuvieron los primeros resultados, a partir de las tutorías presenciales, las cuales se convirtieron en un espacio propicio para que los docentes tuvieran oportunidad de relatar experiencias propias o de colegas respecto a los diferentes aspectos relevantes de la investigación en general. Los distintos grupos en todos los casos manifestaron especial interés en este tipo de relatos, en los cuales recibían información valiosa para sus propios trabajos y en algunos casos información anecdótica que, gracias a su propio interés en la misma, colaboraba en la formación del espíritu investigador e innovador.

De esta forma los estudiantes aprenden junto con el docente, quien los guía en su aventura intelectual. Debe destacarse además la inigualable sensación de retorno que experimenta el docente al participar en este tipo de encuentros con los estudiantes.

Durante las reuniones mencionadas, el docente tiene la oportunidad de percibir que los estudiantes se involucran con compromiso y responsabilidad, avanzan en una comprensión más compleja y profunda de los temas seleccionados y comienzan a realizar aportes que van más allá de los contenidos desarrollados en la asignatura, en función de sus propios intereses y posibilidades.

A los efectos de sistematizar los resultados obtenidos luego de la implementación de la intervención educativa, se elaboraron instrumentos adecuados de recolección de datos. Estos, fueron diseñados para obtener información sobre las actividades de divulgación, los informes finales escritos y sobre la percepción de los distintos grupos de alumnos acerca de la propuesta en general.

Las presentaciones realizadas por los estudiantes durante las actividades de divulgación, fueron evaluadas por los docentes de acuerdo a una matriz de variables que cuantifican distintos aspectos de las mismas en una escala de 1 a 5, en la que 1 corresponde a “Nada” y 5 corresponde a “Mucho”. La Tabla 3 muestra una descripción de estas variables, junto con los resultados obtenidos en la evaluación mencionada por cada uno de los grupos participantes.

Variable	Descripción de la variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Diseño de la Presentación	<ul style="list-style-type: none"> Apropiada diagramación general. Correcta secuenciación de contenidos. Cantidad y calidad apropiada de textos y figuras. Correcta extensión de la presentación. 	5	3	5	4
Recursos utilizados	<ul style="list-style-type: none"> Uso de proyector multimedia. Presentación de simulaciones. Uso organizado del pizarrón. Maquetas atractivas y adecuadas. 	4	3	5	5
Contenido de la presentación oral	<ul style="list-style-type: none"> Conocimiento claro y profundo del tema. Presentación clara y precisa de los objetivos. Apropiada selección de contenidos. 	5	4	5	4
Calidad de la comunicación oral	<ul style="list-style-type: none"> Claridad en la dicción. Volumen de voz adecuada. Variaciones en el tono de voz. Correcta postura corporal. Riqueza de vocabulario. 	5	3	5	4
Coordinación de la presentación	<ul style="list-style-type: none"> Buena coordinación entre los distintos integrantes. Adecuado uso del tiempo. Ritmo apropiado de la presentación. 	5	3	4	3
Postura del grupo en la presentación.	<ul style="list-style-type: none"> Seguridad evidente. Entusiasmo evidente. Alegría manifiesta. Compromiso manifiesto. 	5	4	5	5

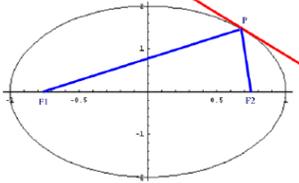
Tabla 3. Evaluación de las presentaciones realizadas durante la actividad de divulgación

A los efectos de mostrar un ejemplo del tratamiento de los diversos temas dados en las actividades de divulgación realizadas, se inserta en la Figura 5 un ejemplo de una diapositiva de la presentación del grupo 1 sobre el tema “Aplicaciones de Geometría Analítica en Ingeniería Civil: Estudio de los Puentes en Arco”.

PROYECTO INNOVA – CESAL | FORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN

Aplicaciones de la Geometría Analítica en Puentes de Arco

- Elipse:



$$\begin{cases} x = a \cdot \cos t + h \\ y = b \cdot \sin t + k \end{cases} ; t \in [0, 2\pi)$$

$$\begin{cases} x = \frac{L}{2} \cdot \cos t \\ y = F \cdot \sin t \end{cases} ; t \in [0, \pi]$$

• UNA PROPUESTA PARA ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO EN LA ASIGNATURA GEOMETRÍA ANALÍTICA

Figura 5. Ejemplo de diapositiva correspondiente a la presentación del Grupo 1

De la misma manera, la Figura 6 muestra un ejemplo correspondiente a una diapositiva de la presentación del Grupo 2, “Una mirada desde el punto de vista matricial a la resolución de problemas en Geometría Analítica”

PROYECTO INNOVA – CESAL | FORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA INNOVACIÓN

Ecuación de segundo grado en dos variables: FORMA MATRICIAL

$$X^T AX + BX + f = 0$$

$$\begin{bmatrix} x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b \\ b & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} d & e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + f = 0$$

↓

Esta ecuación puede escribirse de la siguiente manera:

$$\begin{bmatrix} 1 & x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & d & e \\ d & a & b \\ e & b & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x & y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & B \\ B^T & A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ y \end{bmatrix} = \tilde{X}^T M \tilde{X} = 0$$

↑

[A] : Matriz de los términos cuadráticos
[M] : Matriz de las cónicas para los ejes dados

OTRA FORMA MATRICIAL DE LA ECUACIÓN GENERAL DE SEGUNDO GRADO EN DOS VARIABLES

UNA PROPUESTA PARA ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO EN LA ASIGNATURA GEOMETRÍA ANALÍTICA

Figura 6. Ejemplo de diapositiva correspondiente a la presentación del Grupo 2

Por otra parte, los informes escritos que elaboran los distintos Grupos, son evaluados de acuerdo a una matriz de variables que cuantifican los aspectos salientes de los mismos, en un todo de acuerdo al documento inicial entregado a los estudiantes en la primera reunión de trabajo. La Tabla 4 muestra las variables mencionadas con su respectiva descripción.

Variable	Descripción de la variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Título del trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Extensión apropiada. Descripción adecuada del trabajo. Suficientemente motivador. 	5	5	5	5
Resumen	<ul style="list-style-type: none"> Identificación clara y precisa del contenido. Fundamentación del trabajo. Extensión adecuada. 	5	4	5	4
Introducción	<ul style="list-style-type: none"> Clara motivación. Importancia y alcances del trabajo claramente delimitados. Extensión adecuada. 	4	5	4	4
Descripción del trabajo y resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> Revisión bibliográfica pertinente. Descripción clara de la metodología utilizada. Adecuada presentación de los resultados. Lenguaje técnico apropiado. Ideas claras y precisas. Número suficiente y adecuado de auxiliares gráficos. 	4	4	4	3
Conclusiones.	<ul style="list-style-type: none"> Se cita discusión y contraste de los resultados. Lógica y pertinencia en las conclusiones. Suficientes recomendaciones de los autores. Se reconocen las limitaciones del trabajo. 	4	3	3	3

Tabla 4. Evaluación de los informes escritos de los distintos grupos

Al finalizar la presentación de los trabajos que realizaron los estudiantes que participaron en forma activa de la propuesta, se realizó una encuesta a los efectos de conocer la opinión de los alumnos participantes pasivos que asistieron a esta presentación. La encuesta tiene por objetivo conocer las percepciones de los mencionados estudiantes acerca de esta actividad para el acercamiento a la investigación e innovación en la asignatura Geometría Analítica. En las Tablas 5 y 6 se señalan las preguntas realizadas y los resultados obtenidos sobre una muestra de 43 estudiantes, referidos a las consideraciones de los mismos acerca de este tipo de actividades.

<i>Acerca de actividades generales para la formación en investigación e innovación en carreras de Ingeniería.</i>		1 es igual a "Nada" y 5 es igual a "Mucho"					
		1	2	3	4	5	No sé
a	¿Consideras valioso que asignaturas de primer año en carreras de Ingeniería incorporen actividades que favorezcan la formación para la investigación y la innovación?	0	0	4.6	14.0	81.4	0
b	¿Consideras que este tipo de actividades son motivadoras para acercar al estudiante a la investigación, en ésta o en otras oportunidades más adelante en la carrera?	0	0	2.3	11.7	86.0	0
c	¿Consideras que este tipo de actividades pueden afianzar el interés del estudiante por la carrera elegida?	0	0	0	34.9	65.1	0

Tabla 5. Distribución porcentual de resultados de la encuesta de opinión a alumnos pasivos participantes

Se puede observar que en todos los casos la suma de las respuestas 4 y 5 es mayor al 95%, lo que refleja la consideración por parte de los estudiantes del valor que posee este tipo de actividades en carreras de Ingeniería.

<i>Acerca de actividades para la formación en investigación e innovación en Geometría Analítica.</i>		1 es igual a "Nada" y 5 es igual a "Mucho"					
		1	2	3	4	5	No sé
a	¿Consideras valioso dar a conocer al estudiante de primer año el proceso de selección, presentación, elaboración y divulgación de Proyectos de Investigación?	0	0	11.6	37.2	51.2	0
b	¿Consideras clara la presentación realizada por tus compañeros de sus avances en los Trabajos Integradores?	0	0	9.3	55.8	34.9	0
c	¿Consideras que las presentaciones realizadas por tus compañeros te aportaron nuevos conocimientos?	0	2.3	9.3	23.3	65.1	0
d	¿Consideras que las presentaciones realizadas por tus compañeros implicaron la transferencia de conocimientos adquiridos en la asignatura a nuevas situaciones?	0	0	14	37.2	48.8	0
e	¿Consideras que, luego de haber visto las presentaciones de tus compañeros, en futuras actividades propuestas por otras asignaturas podrías estar interesado en participar?	0	2.3	11.6	39.6	46.5	0

Tabla 6. Distribución porcentual de resultados de la encuesta de opinión a alumnos pasivos participantes

En la Tabla 6 se observa que la suma de las respuestas 4 y 5 supera en todos los casos el 86%, lo que muestra la importancia de este tipo de actividades a partir de los primeros años de la carrera universitaria.

Las encuestas realizadas contienen además un espacio abierto de libre opinión, en el cual los estudiantes pueden expresar sus inquietudes respecto a la intervención educativa llevada a cabo. La Tabla 7 muestra observaciones y sugerencias que dejaron planteadas algunos de los alumnos encuestados.

Alumno	Comentario
1	"Creo que sería productivo realizar algún tipo de actividad obligatoria para toda la clase".
2	"Considero el Proyecto sumamente interesante, aunque creo que lo ideal es organizarlo después de las mesas de examen, ya que al ser nuestros primeros finales, varios alumnos (como en mi caso) no participamos por miedo a no dedicar suficiente tiempo para preparar las materias".
3	"Me pareció muy interesante todo lo visto en este curso. Me sorprendió el trato de los profesores: son muy buenos explicando y llegan a todos los alumnos de una manera muy cariñosa y respetuosa... Gracias por todo".
4	"Es una actividad productiva y fructífera la que acabo de ver".
5	"La sugerencia sería que los Trabajos Integradores vistos se puedan subir al Campus para que otros compañeros que no estuvieron presentes puedan verlos y también informarse".
6	"A fin de despertar interés en el Proyecto podrían mostrarse a los alumnos los trabajos de años anteriores".
7	"Fue interesante y gratificante descubrir que no se queda todo en un papel, sino que se puede ver la Geometría en la vida real".
8	"Más que una propuesta debería ser una obligación de cada cátedra".
9	"En general me interesó mucho la propuesta, a pesar que no participé por cuestiones de tiempo y dedicación a otras materias, y me gustaría felicitar a los encargados del Proyecto porque me pareció muy bien desarrollado".

Tabla 7. Observaciones y sugerencias realizadas por los alumnos en las encuestas

Con el objeto de incrementar los canales de adquisición de datos a partir de la experiencia piloto implementada, se realizó una entrevista a los alumnos integrantes de dos de los grupos participantes. En la misma, se requirió información referida tanto a aspectos generales de la propuesta, como así también a las percepciones de cada uno de ellos en las distintas etapas del proceso de elaboración de los Trabajos Integradores. Los principales aspectos de esta entrevista se transcriben a continuación:

Docente 1 - ¿Qué los motivó a Ustedes a participar en el Proyecto a partir de la convocatoria realizada?

Docente 2 – Hubo mucha gente que dijo no.

Entrevistado 1 – Si, claro.

Docente 2 – Nos interesa saber porqué los que dijeron sí lo hicieron.

Entrevistado 1 – En lo particular a mí me parece un Proyecto interesante, porque lo que estábamos viendo nosotros de Geometría, queríamos ver si le podíamos dar algún tipo de aplicación, esa fue en lo personal la motivación que tuve yo.

Entrevistado 2 – Yo creo que para mí fue primero la motivación de ser el primer semestre universitario y después la materia venía muy bien encaminada, gustaba mucho, entonces encontrarle un poquito más de profundidad a lo que ya habíamos visto era, fue y va a ser muy fructífero.

Entrevistado 3 – A mí me entusiasma mucho la posibilidad de aprender más, de poder profundizar en las cosas que ya estábamos viendo y una forma de fijar mejor los conocimientos que tenía. Y bueno, falta cerrar el informe escrito pero yo creo que ya hemos aprendido muchísimo.

Docente 1 – ¿Ustedes consideran que el Proyecto alentó el esfuerzo en la consulta bibliográfica, los alentó a asistir a la biblioteca?

Todos – Si, si ...sí.

Entrevistado 1 – Fue muy útil porque vimos bibliografía relativa al tema que no era solamente un compendio, sino que había más material muy útil, para poder hacer investigaciones y para reforzar los conocimientos.

Entrevistado 2 – En un principio se busca la bibliografía porque uno no sabe por dónde comenzar y cuando ya comenzamos a encontrar cosas interesantes, se recurre a la bibliografía como un tema más personal y de gusto, para seguir aprendiendo más que por el simple hecho de hacer un informe.

Docente 1 – Ahora después de haber terminado el proyecto, Ustedes están cursando Química, Física y...
Entrevistado 1 – Química, Física, Sistemas de Representación y Medio Ambiente.
Docente 1 – ¿Qué actitud tienen hacia la bibliografía de esas cátedras?
Entrevistado 2 – No sé si por el paso del tiempo, pero es como que uno va madurando más en cuanto a decir bueno, en vez de dirigirnos a una sola cosa o a lo que nos recomendó el profesor, voy a buscar otra alternativa...para ver qué me dicen las otras alternativas... y por ahí el trabajo en Geometría nos ayudó mucho a eso.
Entrevistado 3 – Tratamos de no quedarnos estancados con un libro.....
Entrevistado 1 – Hemos cambiado la actitud.
Docente 1 – Nos interesa saber si Ustedes consideran que el Proyecto promovió capacidades comunicacionales y de trabajo en equipo.
Todos – Si, si ...sí.
Entrevistado 1 – Mucho, la verdad.
Entrevistado 3 - Más en los días previos.
Docente 2 – ¿Los días previos a la presentación en el anfiteatro?
Entrevistado 1 – ¡Claro!
Entrevistado 2 – Aparte, que sean temas extensos o que uno los haya tratado mucho y tener que exponérselos a compañeros, en donde uno sabe qué lenguaje estamos manejando porque lo estamos usando, y nosotros hemos ahondado un poquito más sobre un tema específico y tener que explicárselos a ellos con un lenguaje un poquito más técnico, es como que uno tiene que buscar diferentes recursos, un vocabulario que pueda entenderse más... Motiva mucho el trabajo en equipo, ayuda mucho en la comunicación y en la exposición.
Entrevistado 3 – Es muy fructífero que cada uno vaya aportando sus ideas, que cada uno dé una opinión diferente.

.....
Docente 1 – ¿Cuál es su opinión sobre la importancia que posee el proyecto en la promoción de la autonomía por parte de los estudiantes?
Docente 2 - ¿Fueron conscientes de esa autonomía?
Entrevistado 2 – Reunimos con el docente un viernes a la semana fue mejor que habernos juntado dos o tres veces a la semana. A veces uno siente que se está atrasando en un trabajo que inició, no por obligatoriedad sino por elección, entonces si me estoy atrasando y es algo que yo elegí, algo tengo que hacer, lo estudio, lo trabajo, nos juntamos, lo discutimos, lo reflexionamos y entonces uno va escalando una montañita de a poco y llega el viernes cuando nos juntamos y hay algo, por mínimo que sea.
Entrevistado 3 – Es escucharse mucho entre nosotros y no está tan presente la voz del profesor...
Entrevistado 1 – La verdad que si lo sentimos, nos sentimos más sueltos más propios.

.....
Docente 1 – ¿Ustedes consideran que el proyecto abordado, incrementó sus intereses en la carrera elegida?
Entrevistado 2 – Por lo menos en lo personal, cuando uno ingresa a una carrera, lo hace porque le gustó un puente, le gustó una construcción, pero entra al ciclo básico y es todo matemática, todo física, todo química y todavía uno no se siente en la carrera, no se siente seguro de estar en esa carrera, entonces encontrándole la veta desde lo matemático, un poco desde lo físico y hallarle una aplicación a algo en lo que vamos a trabajar a futuro, aumenta mucho las ganas de seguir en la carrera, asegura los fundamentos de por qué haber seguido esta carrera y aumentan mucho las ganas de perseverar para no quedarse atrás.

.....
Docente 1 – ¿Cuáles fueron las principales vivencias experimentadas en las actividades de transferencia hacia sus pares?
Entrevistado 2 – Antes de lo que fue la transferencia, un poco que los otros alumnos no entendían por qué habíamos ingresado en el proyecto, estás ya muy ocupado para ingresar en algo más. Después cuando se ve el trabajo, cuando se ve lo que pudieron haber aprendido, cuánto se entiende, las críticas son muy buenas, las ganas de participar o de haber participado también, o sea, surge como que a uno lo felicitan.

.....
Docente 1 – ¿Qué les gustaría agregar a esta entrevista?
Entrevistado 2 – Algo muy rescatable de todo esto, es precisamente que lo que se ve en el semestre está todo aplicado. Está todo muy vinculado.

.....
Entrevistado 1 – Destacar en general la alegría que nos ha dado, nos ha parecido muy bueno el proyecto, la verdad.
Entrevistado 3 – El sentimiento de gratitud que nos produce, uno ve tan lejos el día que se va a recibir, que esperar lo suficiente para llegar a especializarse, está bueno tener un acercamiento.

.....
Entrevistado 1 – Siempre todo trabajo en equipo, todo trabajo en grupo, todo equipo a la larga o la corta termina siendo una amistad, fuerte o débil, pero amistad al fin, entonces ayuda mucho a las relaciones interpersonales.
Entrevistado 3 – Se valora mucho el antes y el después. No sabíamos nada. Ahora tenemos ganas de saber.

8. Enfoque de los trabajos integradores desde la perspectiva de situaciones de prueba

Según el autor *Pedro Lafourcade*, se definen las situaciones de prueba como: “*conjuntos específicos de tareas que integran teoría y práctica en actividades contextualizadas, seleccionadas por ser representativas o más tipificantes del quehacer del campo para el cual se están formando los alumnos y para cuya resolución se requiere de un adecuado manejo e integración de saberes*”.

Sus características más relevantes son:

- Autenticidad de la situación que se plantea.
- Representatividad de la situación.
- Adecuado nivel de dificultad de la situación propuesta, en relación con la ubicación de la asignatura en el diseño curricular.
- Integración de saberes.
- Activación de procesos resolutivos de altos niveles de calidad.

Las componentes más relevantes de las situaciones de prueba son:

- La situación eje a partir de la cual se van a llevar a cabo las actividades.
- Los materiales de apoyo con los que se desarrollan las tareas.
- Actividades a realizar.
- Consignas regulantes de las acciones.
- Tiempo en el que se cubrirán las actividades.

Las situaciones de prueba permiten:

- Evaluar la forma en que el alumno emplea el conocimiento, desde la perspectiva de una visión de totalidad del problema o desde enfoques inadecuados.
- Determinar el modo en que el estudiante elabora estrategias imaginativas o muestra incapacidad resolutiva.
- Indagar la naturaleza de las visiones mediante las cuales explica la realidad.
- Cerrar un proceso.

Las situaciones de prueba procuran una síntesis e integración de distintos componentes que activan reflexiones y respuestas que sean interpretables a la luz de cada elemento y también de su interrelación con la globalidad, con un nivel de dificultad adecuado a la posición de la asignatura en el diseño curricular.

Los Trabajos Integradores, desde la mirada de las situaciones de prueba, representan una instancia de evaluación construida para apreciar la presencia de variedad de aprendizajes articulados en torno de un eje que los integra y les da sentido. El enfoque evaluativo es por una parte analítico, en relación con las partes que lo componen y por otra globalizador, en función de la estructura general de la situación que se plantea. En estas situaciones de prueba es posible evaluar la forma en que el alumno emplea el conocimiento desde una perspectiva de totalidad del problema y el modo en que elabora estrategias imaginativas.

9. Conclusiones

Se ha presentado una intervención educativa en la asignatura Geometría Analítica en Ingeniería, que favorece el acercamiento de los estudiantes a la investigación científica y tiende a despertar su espíritu innovador en los inicios de la carrera. La propuesta implica la generación de un nuevo espacio de aprendizaje, adicional a los descriptos en el modelo pedagógico presentado en un trabajo anterior, que abre nuevos canales de interactividad, fortaleciendo la relación docente-alumno y alumno-contenido. A partir de una estrategia de elaboración de Trabajos Integradores relacionados a contenidos de la Geometría Analítica se potencian los procesos comprensivos, reflexivos y creativos.

A la luz de los resultados obtenidos, de los trabajos elaborados y presentados al resto de los estudiantes en la jornada de divulgación, y de las encuestas y entrevistas realizadas a los distintos grupos que participaron de la propuesta, se concluye que la misma constituye una actividad que desafía los procesos cognitivos de los estudiantes en un nivel de dificultad que ellos pueden resolver, a la vez que se promueve el desarrollo de capacidades relacionadas a la investigación e innovación.

Se trata de una intervención educativa en la que el centro de la misma es el estudiante, en el rol de “investigador-autor” de un trabajo integrador. El eje de la propuesta lo constituye el aprendizaje autónomo y dinámico del estudiante con el apoyo y la orientación del docente, realizado a partir de las tutorías presenciales. El intercambio de experiencias y de saberes se realiza sobre la base de un clima de apertura a todos los puntos de vista y a una diversidad de alternativas, en un espacio de interacción, construcción, seriedad y compromiso.

Luego de la experiencia piloto realizada y del análisis de las variables puestas de manifiesto en las diversas etapas del proceso, es importante destacar que la presente intervención educativa requiere de docentes que posean actitud y compromiso con la mejora que conlleva la propuesta, a la vez que capacidad y humildad para seguir aprendiendo e innovando junto a sus estudiantes. Estos últimos son guiados, a partir de sus necesidades, intereses y expectativas, por el camino en el que aprender es descubrir y disfrutar, sintiéndose valorados en sus esfuerzos. Pasan de ser sujetos pasivos y reproductores a convertirse en activos y creadores. Se pone en valor la libertad y la cooperación, generando un nuevo espacio en el que se permite tanto a docentes como a estudiantes transformarse y crecer en el interaprendizaje.

10. Recomendaciones para futuras implementaciones

Para las futuras implementaciones es recomendable incrementar la cantidad de alumnos participantes activos, para lo cual es necesario contar con mayor número de docentes dispuestos a sumarse a estas actividades. Asimismo es necesario contar con una disponibilidad de tiempo razonable tanto de docentes como de estudiantes.

Se podría motivar a los estudiantes a una mayor participación, no sólo incrementando la difusión de la propuesta con mayor tiempo de antelación, sino también a partir de la invitación de los estudiantes del ciclo lectivo anterior, los que, a partir de su propia experiencia pueden contagiar de entusiasmo por este tipo de actividades, tal como ellos mismos lo propusieron en las entrevistas realizadas.

11. Referencias Bibliográficas

- Abecasis, Sara Mabel; Heras, Carlos Alberto. *Metodología de la Investigación*. Editorial Nueva Librería, Buenos Aires, 1994.
- Del Río, F., “*La enseñanza y la investigación, materia y espíritu de la universidad*”. Innova-Cesal, Lisboa, Portugal, Marzo de 2010.
- Feuerstein, R., *Pedagogía de la Mediación*. PEI, Programa de Enriquecimiento Instrumental, Santiago de Chile, 1990.
- Godoy, Luis. *Orden y argumento en una tesis*. Universitas. Editorial Científica Universitaria, Córdoba, Argentina, 2007.
- Grajeda Bradna, G., *Rompiendo el Paradigma Educativo*. Editorial Guategrafic, Guatemala, 1996.
- Gros, B., “*Tendencias actuales de la investigación en docencia universitaria*”, Edusfarm, Revista d’educació superior en Farmàcia. Núm.1. Barcelona, España, 2007.

- Lafourcade, P., *Planeamiento, Conducción y Evaluación en la Enseñanza Superior*. Editorial Kapelusz, Argentina, 1974.
- Mendez Alvarez, Carlos Eduardo. *Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación*. Editorial McGraw Hill, Bogotá, 2001.
- Molina, V, Prieto Castillo D., *El aprendizaje en la Universidad*. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo, Argentina, 1997.
- Raichman, S., Totter, E., “*Modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC): una implementación en la asignatura Geometría Analítica en carreras de Ingeniería*”. Innova-Cesal, Octubre de 2010.
- Rinaudo, C.; Lafourcade, P.; Prieto Castillo, D.; *La Pedagogía Universitaria*. Editorial de la Universidad Nacional de Cuyo., Argentina, 1998.
- Verdejo, P; Freixas, R. “*Educación para el pensamiento complejo y competencias: Diseño de tareas y experiencias de aprendizaje*”. Aseguramiento de la Calidad en la Educación y en el Trabajo, S.C. México, Abril de 2009.