

# La documentación narrativa como estrategia para re-pensar la enseñanza del Algebra en carreras de Ingeniería

## Narrative documentation as a strategy to reconsider Algebra teaching in Engineering careers

María Laura Distéfano<sup>1</sup>, María Carmen Quercia<sup>2</sup>

### Resumen

En este artículo presentamos algunas reflexiones acerca de la enseñanza de la Matemática a partir de la documentación narrativa de una clase desarrollada en la primera asignatura de Algebra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

En este registro identificamos ciertos aspectos de la práctica docente que merecen ser revisados con el propósito de que los estudiantes logren genuinos aprendizajes al vivenciar una actividad matemática que los invite a explorar, representar, elaborar conjeturas y validar procedimientos y resoluciones.

De esta forma, nos proponemos avanzar en el conocimiento de la buena

### Summary

In this paper we present some thoughts about the teaching of Mathematics from narrative documentation of a class developed in the first Algebra course, which is taught for engineering careers at the Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

In this registry, we identify some aspects of teaching practice that deserve to be reviewed in order for students to achieve genuine learning by experiencing a mathematical activity that invites them to explore, represent, conjecture, and validate procedures and resolutions.

Thus, we propose to advance in the knowledge of good university teaching in the framework of the work carried

enseñanza universitaria en el marco del trabajo que desarrolla el Grupo de Investigación Enseñanza de la Matemática en Carreras de Ingeniería de la mencionada Universidad.

**Palabras clave:** Narrativa; Práctica Docente; Algebra

out by the Teaching Mathematics in Engineering Careers Research Group of the aforementioned University.

**Keywords:** Narrative; Teaching Practice; Algebra

Fecha de Recepción: 31/07/2020 Primera Evaluación: 05/08/2020 Segunda Evaluación: 22/09/2020 Fecha de Aceptación: 30/10/2020
---

## 1. Introducción

El inicio de la vida universitaria genera numerosos desafíos al estudiante, no sólo desde el punto de vista de los conocimientos sino también de los hábitos que debe adquirir y las habilidades que necesita desarrollar para transitar exitosamente su formación académica. Los ingresantes a las carreras de Ingeniería no escapan a esta realidad.

Cuando consideramos este horizonte formativo, observamos que la entrada y el tránsito por el primer año se presentan para cada estudiante como un momento crucial en cuanto a la construcción de su propio proyecto de estudio. Cada uno de ellos se enfrenta a un cambio de prácticas muy importante. Además de su vínculo con el conocimiento científico, se modifica su relación con los docentes: por un lado, debe comprender que una determinada cantidad de ellos integran una misma cátedra y cumplen diferentes funciones y, por otro, percibe que esperan de él tanto una actitud positiva hacia el estudio, como una mayor autonomía para tomar decisiones al respecto.

Por nuestra parte, los docentes confiamos en que los estudiantes podrán afrontar en forma independiente los estudios superiores poniendo en acto ciertas estrategias adquiridas (o no) en su escolaridad.

Así, muchos de los problemas relativos al estudio de la Matemática que aparecen particularmente en las carreras de Ingeniería, incluyendo los más “visibles”

como los índices de lentificación y/o de deserción en los primeros años, pueden ser explicados en términos de contradicciones y discontinuidades o cambios bruscos entre los contratos didácticos vigentes en el Nivel Secundario y en el Nivel Universitario y que son propios de cada una de ellos (Fonseca Bon, 2004). Dichos contratos rigen el tipo de prácticas matemáticas que pueden desarrollarse y la forma como dichas prácticas pueden llevarse a cabo en cada institución.

La rigidez y la “receta” como método son características del Nivel Secundario, perdiéndose de vista muchas veces el sentido del conocimiento matemático que se está estudiando. En consecuencia, no hay cuestionamiento sobre la justificación de las técnicas que se utilizan, los resultados que éstas proporcionan y el alcance y pertinencia de los mismos.

De esta manera, las ideas que cada estudiante construye durante su historia escolar, perduran aún luego de la aprobación del módulo introductorio “Aproximación a la Matemática”, siendo éste uno de los tres que integran el requisito de carácter obligatorio “Introducción a la Ingeniería”.

Estas dificultades, entre otras, son analizadas por el Grupo de Investigación en Enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería (GIEMI), perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, con la finalidad de mejorar la enseñanza de esta ciencia en el citado contexto institucional.

En esta Facultad los planes de estudios, en continua actualización, están orientados a brindar a los graduados una sólida formación en ciencias básicas (matemática, física, química e informática), en ciencias de la ingeniería en general y en la especialidad elegida en particular (eléctrica, electrónica, electromecánica, alimentos, materiales, industrial, mecánica, química, computación e informática).

En el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) hay consenso en cuanto a que el ingeniero no sólo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer implica la puesta en funciones de una compleja estructura de conocimientos, habilidades, destrezas, etc., lo cual supera la mera adquisición de contenidos. Este cambio de paradigma requiere ser reconocido expresamente en el proceso de aprendizaje, de manera que las trayectorias didácticas incluyan las actividades que permitan su desarrollo. En esta línea, CONFEDI (2017) ha aprobado el documento titulado Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería, sentando las bases para reemplazar lo normado hasta el momento para carreras de ingeniería (Resoluciones del Ministerio de Educación 1232/01 y 1054/02, entre otras).

Recientemente, el nuevo escenario marcado por CONFEDI condujo a la Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina, expresada en 2018 en el “Libro

Rojo de CONFEDI”, presentado a la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. En dicho documento se precisaron diez competencias genéricas de egreso del ingeniero, clasificadas en Competencias Tecnológicas y Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales, además las Competencias Específicas de Egreso por carrera, con sus respectivos descriptores de conocimiento.

En este complejo contexto, no obstante, sostenemos que el plan integral de formación matemática de un estudiante de las carreras de Ingeniería exige un renovado proyecto de estudio pues, en el camino, encontrarán objetos matemáticos desconocidos, diferentes problemas y distintas técnicas para producir y para incorporar de manera sistemática. Estudiar requiere, por parte del alumno, reconocer que no se puede aprender sin un trabajo personal, ya que resulta insuficiente ver y escuchar la actividad matemática de otros para desarrollar la propia.

Resulta necesario entonces pensar en algunas cuestiones: ¿son espontáneas estas acciones de los alumnos para aprender a estudiar Álgebra? ¿o estas prácticas deben ser enseñadas? Si deben ser enseñadas, ¿cómo? En este sentido, ¿interpela cada docente su propia práctica? De hacerlo, ¿cómo?

En este sentido, los integrantes de GIEMI analizamos en este trabajo una experiencia que se ha desarrollado en la cátedra Álgebra A.

## 2. Fundamentación teórica

Cuestionar la propia práctica nos invita a pensar: ¿es responsabilidad exclusiva del estudiante su éxito o su fracaso en el estudio de la Matemática?, ¿existirá algún lazo entre la situación de fracaso de un alumno y la relación que establece con el saber matemático a lo largo de su trayectoria escolar y/o universitaria?, ¿las dificultades que encuentra en el estudio de esta asignatura son transitorias o permanentes?, ¿cómo incide en la construcción del conocimiento matemático el tratamiento que un profesor hace de los contenidos en el aula de cada nivel educativo?, ¿necesita un docente para enseñar esta materia otros conocimientos además de los propiamente disciplinares?, ¿o son ellos suficientes?

En los últimos años, los trabajos de numerosos autores enmarcados en perspectivas interpretativas y críticas (Ricoeur, 1984; Bruner, 1988; Jackson, 1998; McEwan, H. y Egan, 1998), muestran de clara manera las características específicas que adopta el acercamiento a estas cuestiones mediante enfoques narrativos. En este sentido, la metodología cualitativa contribuye a configurar un inédito y potente enfoque del conocimiento en la enseñanza pues la narrativa, como herramienta para la construcción de los discursos, nos da voz a los profesores asumiendo que nuestra práctica está histórica y socialmente determinada.

Se ha producido entonces un cambio sustancial en el estudio de la

enseñanza al pasar del interés por un conocimiento generalizable al interés por un conocimiento ideográfico, práctico y personal, expresado mediante relatos, metáforas e imágenes, entre otros.

Es así que, a fines de 1960, se instala un debate que no es sólo epistemológico sino ideológico y político, ya que atañe también al poder y al control del conocimiento: quién elabora conocimiento sobre la enseñanza, de qué forma el conocimiento elaborado en un determinado contexto es transferido a otros, cuál es la relevancia de los distintos tipos de conocimientos para mejorar la acción.

Tomando como punto de partida el trabajo de Jackson (1968), emerge fuertemente una perspectiva de racionalidad práctica en la que se produce una liberación de las ideas impuestas por el positivismo al reconocer el valor del conocimiento propio de los profesionales de la enseñanza, que se obtiene del análisis de su práctica, y que pasa a ser considerada una fuente fundamental para la producción de conocimiento.

Según Jackson, las tareas de enseñanza van más allá del “dar clase”, pues también abarcan ese conjunto de acciones menos visibles y poco reconocidas socialmente como son la planificación y la evaluación de las actividades que se desarrollan en el aula. Es decir, la enseñanza, en sentido amplio, engloba todas las acciones que los profesores realizamos para facilitar el aprendizaje de los alumnos antes, durante y después de la interacción en el aula. En

este sentido, Jackson distingue tres tipos de enseñanza, según la temporalidad y la presencia o ausencia de los alumnos.

a) La *enseñanza preactiva*, que tiene lugar antes de la interacción en el aula. Los profesores estamos solos o con otros profesores, planificamos y programamos.

b) La *enseñanza interactiva*, que acontece durante la interacción en el aula. Los docentes estamos con los estudiantes en el aula y realizamos la enseñanza propiamente dicha.

c) La *enseñanza postactiva*, que sucede después de la interacción en el aula. Los profesores estamos fuera del aula y reflexionamos sobre su práctica, habitualmente, en encuentros con otros docentes.

Las enseñanzas preactiva, interactiva y postactiva están íntimamente interrelacionadas.

Para profundizar en estas ideas generales y poder analizar la práctica docente en Matemática, tomamos en cuenta los aportes del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (EOS), desarrollado por Dr. Juan Godino, Dra. Carmen Batanero y Dr. Vicenç Font (Godino, Batanero y Font, 2008, 2019). En este marco consideramos una de las nociones teóricas que componen el EOS: la Idoneidad Didáctica. Esta se concibe como un criterio general de adecuación

y pertinencia de las acciones de los diferentes actores educativos, de los conocimientos puestos en juego y de los recursos usados en un proceso de estudio en Matemática.

El siguiente sistema de componentes o dimensiones identificados en esta perspectiva constituye una guía para el análisis y la reflexión sistemática de los procesos de enseñanza y de aprendizaje con el propósito de su mejora progresiva:

1. *Idoneidad epistémica*: corresponde al grado de representatividad de los significados institucionales previstos o implementados, respecto de un sistema de referencia.

2. *Idoneidad cognitiva*: expresa, antes de comenzar el proceso de instrucción, si lo que se quiere enseñar está a una distancia razonable de lo que saben los estudiantes y, luego, si los aprendizajes logrados se acercan a los que se pretendían enseñar.

3. *Idoneidad interaccional*: permite determinar si el intercambio ha contribuido a resolver dudas y dificultades de los estudiantes.

4. *Idoneidad mediacional*: refiere al grado de adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

5. *Idoneidad emocional*: habilita tratar el grado de implicación (en cuanto a interés y a motivación) de los alumnos en el proceso de estudio.

6. *Idoneidad ecológica*: posibilita valorar la adaptación del proceso de

estudio al proyecto educativo de la institución en cuestión, las directrices curriculares, las condiciones del entorno social y profesional, etc.

Desde el enfoque adoptado aquí, queremos avanzar en el conocimiento de la buena enseñanza, la cual se relaciona, según Litwin (1998) con “la manera particular que despliega el docente para favorecer los procesos de construcción del conocimiento” (p. 97). Según esta autora, favorecer estos procesos implica una elaboración compleja por parte del docente para tratar los contenidos de su campo disciplinar.

Dado que la construcción de competencias en el futuro ingeniero es un proyecto colectivo en el que cada asignatura debe realizar su contribución, concebimos desde esta perspectiva una situación de enseñanza acorde al momento institucional que se está transitando.

### **3. Diseño metodológico**

El objetivo general del proyecto de investigación que estamos desarrollando en el marco del GIEMI consiste en analizar y valorar la dimensión de la Idoneidad Didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las asignaturas de Matemática en la Facultad de Ingeniería.

Para ello abordamos un enfoque interpretativo, en el marco de la investigación cualitativa dado que destacamos el valor y la importancia de estudiar las clases en su transcurrir, lo cual implica tener en cuenta las acciones, decisiones e intervenciones de los

docentes en sus clases (Litwin, 2012).

Hemos utilizado en esta oportunidad la narrativa de la clase que se desarrolló un día de abril de 2018, pues consideramos que

la documentación narrativa (...) es una modalidad de indagación y acción pedagógicas orientadas a reconstruir, tornar públicamente disponibles e interpretar los sentidos y significaciones que todos los docentes producen y ponen en juego cuando escriben, leen, reflexionan y conversan entre colegas acerca de sus experiencias educativas. (Suárez, 2007, p.71).

Este documento fue elaborado por una de los seis profesores adjuntos de la cátedra Álgebra A de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, que en adelante llamaremos P. Esta asignatura es obligatoria para todas las ramas de la Ingeniería, se sitúa en el primer cuatrimestre del primer año del Plan de Estudios y se ofrece su recursado en el segundo cuatrimestre. En cuanto al grupo de estudiantes que conformó la clase observada, estuvo integrado por 37 alumnos de ambos sexos, cuya edad promedio es de 19 años.

Para dar cuenta de los resultados y discusiones que ofrece el tratamiento de la narrativa, entramos en un relato lo que surge del análisis de este documento en diálogo con los marcos teóricos de referencia.

#### 4. Resultados

En este trabajo reflexionamos a la luz de los marcos teóricos elegidos acerca de la práctica docente a propósito de la enseñanza de la Combinatoria Simple a partir del análisis de la narrativa de la profesora P.

La elección de este contenido la realizamos considerando las dimensiones epistémica, cognitiva y ecológica de la Idoneidad Didáctica, dado a que el tratamiento de los temas que componen el área *Combinatoria* resulta de gran importancia en las carreras de Ingeniería. Esto se debe a que es la base de la Matemática Discreta y, por lo tanto, se constituye en la raíz de otras ramas de la Matemática como la Teoría de Números o la Teoría de la Probabilidad y también de otras Ciencias que se estudian en este ámbito académico.

##### 4.1 Antes de la clase

El inicio de la narrativa de la profesora P caracteriza en términos claramente subjetivos la fase que Jackson denomina preactiva:

*Todo inicio compromete la duda, la incertidumbre, un caos muchas veces imposible de describir, pero generalmente, lleva a una pregunta que marca el comienzo... ¿Por qué pensar una clase diferente a la clásica de teoría-práctica para el tratamiento de la Combinatoria Simple en las carreras de Ingeniería? Y así aparecen otras cuestiones ligadas a ella que la nutren, la debilitan, la potencian, la atenúan... ¿Es por su importancia para el estudio de otras asignaturas en*

*este ámbito académico? ¿O porque las prácticas que se ponen en acto al resolver problemas referidos a este contenido favorecen el desarrollo de las competencias que tan ávidamente se nombran en el Plan de Trabajo Docente de Algebra A? ¿O tal vez por todos estos asuntos a la vez?*

*Es importante empezar... pensar una secuencia de problemas que permita a los estudiantes la construcción del sentido de la Combinatoria Simple, tanto en forma grupal como individual. También enmarcarla en un contexto que les sea familiar a fin de habilitar la exploración, la representación y la elaboración de conjeturas como prácticas previas a la validación. Ummm... ¡Ya sé! Las elecciones del centro de estudiantes... Las cantidades involucradas entonces deben ser pequeñas para que la actividad matemática deseada aparezca... Luego tengo que pensar las intervenciones posibles para "tironear" de las ideas de los chicos y dar, a partir de ello, estatus matemático al conocimiento que estuvo circulando en esa instancia de trabajo. ¡Titánica tarea me espera!*

En este relato identificamos un complejo entramado donde la idoneidad epistémica, la cognitiva, la interaccional, la mediacional, la emocional y la ecológica se solapan para convertirse en el punto de apoyo a partir del cual realizamos la planificación de la clase.

Esta hipótesis de trabajo se encuentra en las Actas del XXI Encuentro Nacional y XIII Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería

(XXI EMCI) bajo el título Hacer Matemática en el inicio de las carreras de Ingeniería. La planificación de una clase de Álgebra. (Quercia y otros, 2018). En ella se encuentra tanto la secuencia de problemas como los probables procedimientos de resolución de los estudiantes, las intervenciones docentes viables y los posibles errores de los estudiantes, entre otras cuestiones.

#### 4.2 En el devenir de la clase

Según la caracterización propuesta por Jackson, en la enseñanza interactiva, la profesora P está con los estudiantes en el aula y realiza la enseñanza propiamente dicha. En los momentos interactivos, en los que la simultaneidad, la imprevisibilidad y la incertidumbre determinan muchas de las decisiones que ella toma, resultó necesario pensar cómo registrar todas aquellas cuestiones que posibilitarían la reflexión posterior sobre la práctica.

Para ello consideramos aquí los estudios acerca de la narración en la enseñanza abordados por Bruner (1988) que permitieron, fundamentalmente, identificar el origen de muchas de las dificultades de la comprensión de los estudiantes. La modalidad narrativa se ocupa de las intenciones de las acciones de las personas y por ello busca la abstracción no con niveles cada vez más lógicos de pensamiento, sino con formas cada vez más comprensivas.

En la puesta en aula, P realiza una narrativa para poder así interpretar pedagógicamente lo sucedido y, a partir

de ello, interpelar la propia práctica con el propósito de que los estudiantes logren genuinos aprendizajes matemáticos. Esta narración nos permite tomar conciencia de algunos de los problemas de la enseñanza de la matemática y así reconocer el verdadero sentido del aporte de la pedagogía y de la didáctica para comprender la tarea docente.

La “lectura” de lo sucedido en la clase una vez finalizada, a la luz de las variaciones narrativas y no sólo de las estructuras de la matemática, nos permite averiguar si se enseña aquello que es legítimo y posible para ser enseñado.

La profesora P relata:

*El día llegó...ya estoy en el aula...trato de traer a mi cabeza lo que escribí en esa planificación y que me permitió imaginar la “película” de esta jornada... ¿Serán estas versiones parecidas? ¿Demasiado parecidas? ¿Diferentes? ¿Muy diferentes?*

*La clase comienza...explico a los estudiantes cómo se desarrollará... resolverán problemas en pequeños grupos a partir de los conocimientos que tengan disponibles... las resoluciones a los problemas que se presentarán son libres, pudiendo utilizar diagramas, esquemas, tablas o un relato describiendo la forma de resolución. Anticipo que todos los grupos pasarán al pizarrón a explicar su resolución...*

*“Si no va a explicar hoy, ¿podremos resolver estos problemas como dice usted?”, pregunta tímidamente un estudiante...y este planteo interpela mi práctica por completo... ¿los alumnos*

*sólo reproducen mis resoluciones? ¿o intentan que las propias se parezcan a ella? ¿no se animan a ensayar una posible respuesta sin mi aprobación? ¿cómo estudian matemática? Con estas dudas sigo la clase....*

Esta reflexión nos invita a pensar acerca de una preocupación que a menudo compartimos los profesores: “los alumnos no estudian” o “los alumnos no saben estudiar”. Pero, ¿qué significa realmente estudiar matemática? ¿Cómo lo entienden los alumnos? ¿Debe cada docente comprometerse en orientar el estudio de los alumnos? Las dificultades que percibimos de los alumnos al “estudiar matemática” ¿podrían ser tratadas en algún sentido en la clase? ¿en la clase de teoría? ¿en la de práctica? ¿o habrá que repensar esta estructuración de las clases?

Esta última pregunta se entrama con otra cuestión acerca de la cual reflexiona la profesora P: las interacciones entre los estudiantes en la clase.

*Doy a los chicos fotocopias con los enunciados de cinco problemas y a continuación leo en voz alta el primer problema. El grupo se ordena y hay entonces un punto de partida para el trabajo. Al finalizar la lectura indico que disponen de 15 minutos para resolver el primer problema.*

*Cuento...en total hay 37 estudiantes. Dos estudiantes quieren formar un grupo solos, pero les indico que se sumen a un grupo que tenía 4 integrantes. En total quedan formados 7 grupos con las siguientes cantidades de estudiantes: uno*

*de 4, tres de 5 y tres de 6.*

*No observo mucha discusión ni intercambio entre los alumnos de cada grupo. La mayoría de los estudiantes no interactúan con los restantes del grupo, están como aislados, y son pocos los que me llaman para consultar alguna que otra cuestión. Los dos estudiantes que se agregaron a un grupo armado no se integran, están aislados, uno se “sumergió” en el apunte teóricos, pasa hojas, mira... El otro mira su hoja en blanco. En otros casos, se ve que dentro del grupo los estudiantes interactúan de a dos. Los grupos se formaron por cercanía de cómo estaban sentados. Esto da cuenta de que probablemente no se conocen con el resto de estudiantes con los que les tocó formar el grupo, y eso inhibe el intercambio entre pares.*

*Camino entre los grupos y, aunque no me llaman para consultarme nada, me acerco a cada grupo y converso con ellos preguntando cómo van en la resolución... percibo que esperan una clase tradicional...*

*En mi “película” los estudiantes interactuaban con fluidez, discutían...se trataba casi de una trama épica...*

La profesora P pone aquí de manifiesto uno de los grandes retos que un docente encuentra al enseñar matemática y que tiene que ver con promover las interacciones que se producen en la clase. En este sentido, consideramos que para aprender matemática es necesario resolver problemas y las situaciones a tratar serán verdaderos problemas en la medida que impliquen desafíos

que permitan a los estudiantes poner en juego los saberes de los cuales disponen a la vez que los muestran insuficientes, para modificarlos y reorganizarlos y así establecer nuevas relaciones a fin de lograr avances en dichos conocimientos. Sin embargo, para aprender, además de resolver problemas, es necesario reflexionar en torno a estos, es decir, discutir en la clase las ideas que aparecieron a propósito de esa resolución, que se confronten las producciones que surgieron, que se intente comprender la resolución de un compañero, que se argumente acerca de los procedimientos utilizados y los resultados obtenidos.

Estos momentos son espacios didácticos donde interviene un saber específico y es en relación con dicho saber que se desarrollan las discusiones. La organización de estos momentos por parte del docente toma como ejes aspectos de saberes matemáticos propiciando la participación de los alumnos en términos de comunicaciones y argumentaciones en relación con dichos saberes. En este sentido, las intervenciones del docente se constituyen en un aspecto de su práctica sobre el cual resulta imprescindible pensar y así lo hace la profesora P.

*Camino entre los grupos y, aunque no me llaman para consultar alguna que otra cuestión, me acerco a cada uno de ellos y converso con los integrantes preguntando cómo van en la resolución. La ansiedad crece a medida que escucho sus breves respuestas en bajo tono de voz.... me pregunto: ¿qué estarán haciendo? Intento mirar de reojo, para que no se note.... veo poco sin mis anteojos para ver de cerca...*

(...)

*Pregunto a otro grupo de qué otra forma resolvieron el problema. Nadie responde y vuelvo a preguntar: ¿lo hicieron así? La respuesta obvia y cómoda para ellos: Sí. ¡Qué floja mi intervención! Intento traer entonces a mi mente unas posibles que aparecían en mi hipótesis de trabajo...pero no pensé ninguna, me parece, de este tipo, tan cerrado. Luego coordino las dos formas de resolución propuestas, intentando construir con ellos las asociaciones posibles.*

(...)

*Después de un breve intercambio con los estudiantes y de proponer la resolución, paso al inciso c) del problema. Pregunto si algo de lo que está escrito en el pizarrón puede utilizarse para la resolución del problema que se plantea en este inciso. Nuevamente, muestro la conexión entre lo propuesto en cada problema, en la búsqueda de similitudes o diferencias.*

*Vuelve a contestar el mismo alumno de adelante, que propone parte de la solución. Pregunto a los demás estudiantes cómo seguir. Contesta una alumna, escribo lo que me indica. Vuelve a aparecer entre los estudiantes la duda entre sumar o multiplicar los resultados que surgen de análisis parciales. Para cada respuesta que dan los estudiantes, repregunto por el porqué de diferentes maneras. La clase se pone interesante.... al menos para mí y para la mayoría de los estudiantes... porque se van gestando argumentaciones, y también me sirve para constatar si contestan al azar o*

*tienen un razonamiento previo sobre la respuesta que dan.*

*(...)*

*¡Ay! Ahora sí.... tengo que pensar mis intervenciones...no se parecen a las que anticipé en la planificación...a no desesperar...al ruedo....rescato lo dicho por este estudiante y lo entramo e identifico con los procedimientos de los ítems ya resueltos....¡lupi!*

*Interesante momento éste...y lo aprovecho para invitar a los chicos a bucear en el apunte de la cátedra para que encuentren en qué página está el desarrollo teórico de los conceptos utilizados en la clase.*

*(...)*

*Cinco minutos más tarde comienza la puesta en común del ejercicio 2. Pregunto en qué se parece y/o en qué se diferencia este problema con el anterior. En este caso, en el problema se propone una permutación en círculo. De la interacción con los estudiantes aparece el hecho de que se diferencia del anterior en que ahora no hay ni primero ni último entre los elementos a permutar. Represento la situación a través de una figura en la que dispone cruces sobre una circunferencia, simulando las personas distribuidas en torno a una mesa redonda. Pienso.... debería haber invitado a un estudiante a hacerlo...¿no?*

*Sigo interactuando con los estudiantes y aparece la idea de dejar a un invitado "fijo" como estrategia para iniciar el conteo. Aporto una idea.... que con los 4 invitados restantes se puede hacer una permutación y de ahí paso a que estas*

*permutaciones se pueden calcular con la fórmula  $P_n^c = (n-1)!$  Ups.... ¡Otra vez! Me traiciona la ansiedad porque quiere atraparme el tirano tiempo nuevamente.... debería haber invitado a un estudiante a plantear su propio procedimiento para luego intervenir...*

El docente tiene diferentes intervenciones según los momentos de la clase: propone a sus estudiantes que expliciten los conocimientos y procedimientos utilizados, organiza los debates a propósito de los conocimientos en juego, genera espacios de análisis de procedimientos y soluciones erróneas, somete a discusión una nueva estrategia, ofrece orientaciones para que los alumnos retornen al problema, registra lo nuevo para que pueda ser reutilizado, evoca lo realizado en clases anteriores, entre otras. Desplazar

Estas actividades exigen al docente alejarse del lugar central que ha ocupado históricamente dentro del aula y favorecer la formación de un ambiente en el que los estudiantes encuentren las condiciones adecuadas para el quehacer matemático. Así, les brindará la posibilidad de explorar, conjeturar, volver con una mirada crítica sobre las actividades que se vayan desarrollando, procesar la información, diseñar técnicas y estrategias para obtener soluciones, detectar errores proponiendo momentos de autoevaluación y discutir sus producciones con sus compañeros.

Estas prácticas que desarrollan los alumnos se constituyen en el punto de apoyo para que el docente pueda realizar la institucionalización. Para

ello, de la puesta en común, en la que se confronten distintas soluciones, el profesor deberá extraer aquello que las relaciona. La institucionalización supone entonces que el docente establezca relaciones entre las producciones de los alumnos y el saber cultural que se pretende enseñar, y no debe reducirse a una presentación del saber cultural en sí mismo, desvinculado del trabajo anterior en la clase. La institucionalización devuelve a los alumnos el producto de su trabajo pero también les señala lo que se ha enseñado y que empezará a ser requerido por el docente, tal como la profesora P destaca en su narrativa.

*Finalmente, institucionalizo el concepto de Permutación, indicando el nombre y la notación a utilizar. ¡Logré dar status matemático a ese conocimiento que circuló en la clase! ¡Al fin la “teoría” surge de la “práctica”!*

La actividad matemática caracterizada aquí, tanto de los estudiantes como del docente, requiere un tiempo que, generalmente, difiere de los institucionales. Podemos observar esta cuestión en la narrativa de la profesora P.

*El tiempo de la clase es tirano.... pasaron 25 minutos y sólo resolvimos un inciso del problema....*

(...)

*El tiempo vuelve a ser mi enemigo.... Falta media hora para terminar la clase.... propuse cinco problemas y resolvimos recién el primero. Indico a los chicos que comiencen a resolver el ejercicio 2. Si no le alcanza el tiempo para terminarlos, tendré que retomarlos en la próxima clase (por*

*lo que no podré dejar indicado que vean los videos correspondientes a este tema y darle un “cierre” a la cuestión) y si no los retomo, quedará truncado el desarrollo del tema bajo esta metodología de hacer surgir los conceptos de combinatoria simple. Tendré que “apurar” para que alcance la media hora que queda.... lejos está mi clase de la planificación que hice....bueno...hay que asumir que así es la cotidianeidad de la clase...compleja.... tamaño tema éste para reflexionar en el grupo la semana próxima...*

(...)

*“Apresuro” la tarea de los chicos para que terminen y así comenzamos la resolución en el pizarrón. Un alumno dice que él usó un diagrama de árbol para resolver este problema. Lo invito a pasar al pizarrón. El chico accede. ¡lupi! Utiliza el diagrama árbol que quedó de un problema anterior y, sin escribir nada, explica su resolución marcando ramas del árbol ya hecho.*

(...)

*Cierro la clase luego de esta institucionalización. Pasaron 10 minutos de la hora de finalización de la clase y no se llegó al problema 5... debo replantearme el tema de los tiempos...*

A partir de las reflexiones de la profesora P tratadas aquí, ¿cómo pueden interpretarse a la luz de las teorías didácticas los aspectos de la práctica docente señalados con el propósito de mejorarla?

#### 4.3 Luego de la clase

En la etapa posactiva, según Jackson, los profesores somos invitados a revisar las decisiones asumidas a partir del desarrollo de la clase. Si bien durante todo el proceso de enseñanza los docentes debemos tener una mirada atenta, es en este momento en el que se lleva a cabo la evaluación de lo realizado.

Por ello, en el GIEMI se analiza la narrativa anterior. Sólo esta necesidad de reflexión, de intervenciones deliberadas, contextualizadas y fundamentadas en conocimientos teóricos nos permite concebir las prácticas docentes como prácticas profesionales. Este encuentro tiene como protagonista a la incertidumbre...y así, más que ideas acabadas, surgen nuevos interrogantes:

La tarea propuesta, ¿dio lugar a las conceptualizaciones esperadas? Los estudiantes, ¿lograron un desempeño acorde a lo pensado? ¿Se escucharon las preguntas e interrogantes que manifestaron? ¿Se intervino acorde a lo que lo alumnos plantearon? ¿Quedaron pendientes aspectos de los procedimientos surgidos en la clase? ¿Fueron los tiempos asignados suficientes? ¿Se promovieron las discusiones entre pares? ¿Se dio status matemático al saber que se quiso enseñar a partir de las producciones de los estudiantes? En síntesis, ¿se alcanzaron los propósitos planteados en la planificación?

La idea consiste entonces en pensar qué tan cerca o qué tan lejos de la planificación se encuentra lo sucedido en la clase. Aparecen entonces varias cuestiones para analizar que se entranan

en la cotidianeidad de la clase: el estudio de los alumnos, las interacciones entre los alumnos, las intervenciones del docente y la distribución del tiempo.

Acordamos en el GIEMI que entendemos por estudio el trabajo personal del alumno. Esto incluye tanto las actividades que se despliegan en la clase bajo el dominio del docente como la resolución de la tarea y otros momentos de estudio. Nos preguntamos si en las asignaturas de primer año, además de ofrecer medios para que los alumnos estudien y aprendan en el aula, deberíamos proporcionarles algún tipo de estrategias para que puedan seguir estudiando fuera de ella.

En este sentido, por un lado, los profesores tendemos a veces a considerar el estudio fuera de la clase como una actividad privada del alumno y acerca de la cual no tenemos responsabilidad. Por otro, resulta difícil para los alumnos comprender la especificidad que adquiere el estudio en matemática en el nivel universitario, lo cual requiere mucho más que resolver ejercicios de la carpeta similares, aunque esta actividad está incluida en el estudio. Esta situación hace que estudien de manera independiente en muy escasos momentos y sus actividades se limitan al trabajo que se realiza en clase, lo cual produce una fuerte dependencia hacia el profesor.

Entendemos que estudiar un concepto involucra, entre otras cosas, relacionarlo con otros, identificar qué problemas se pueden resolver con este concepto y cuáles no, reconocer cuáles son

los errores más comunes que se han cometido en la clase como parte de la producción e identificar sus causas. Estudiar supone, pues, no solo resolver problemas sino también construir estrategias de validación, comunicar y confrontar con otros el trabajo realizado y reflexionar sobre el propio aprendizaje.

Desde esta perspectiva, los docentes debemos considerar como un objetivo de enseñanza el “enseñar a estudiar”. Esto implica proponer a los alumnos estrategias y actividades tanto en clase como fuera de ella que les posibilite generar su proyecto de estudio personal.

Respecto de las interacciones entre los estudiantes asumimos que se vinculan estrechamente con las intervenciones del docente y la organización del tiempo.

Entendemos que las discusiones entre pares contribuyen a la comprensión matemática y constituyen un punto de partida para la formalización de los conceptos. Además, producen en el alumno la necesidad de buscar sólidos argumentos para sostener en el intercambio sus hipótesis. Mientras tanto, los profesores debemos estar atentos a lo que dicen los estudiantes en estas discusiones ya que las mismas permiten tener información sobre cuáles son los conocimientos y los errores de los participantes. Es imprescindible que durante el trabajo de los estudiantes las intervenciones del docente tiendan a orientarlos, cuando sea necesario, hacia los propósitos planteados y así favorecer la formación de un ambiente en el que los alumnos encuentren las condiciones

adecuadas para “hacer” Matemática. Es decir, los docentes debemos darles a los estudiantes la posibilidad de explorar, de conjeturar, de volver con una mirada crítica sobre las actividades que vayan desplegando, de diseñar estrategias para obtener soluciones, de encontrar errores creando mecanismos de autoevaluación y de compartir y discutir sus producciones con sus compañeros. Para que esto suceda, los profesores no debemos resolver el problema propuesto sino, por ejemplo, recurrir a preguntas orientadoras, a una nueva lectura de la situación, a la evocación de situaciones anteriores que se relacionen con el problema en cuestión.

Asimismo, en el momento de la clase previsto para la puesta en común de las producciones de cada uno de los grupos resulta necesario que todos los integrantes discutan sobre el valor de verdad de las cuestiones planteadas en el trabajo previo y no solo algunos de ellos, como sucedió en la clase de la profesora P. De esta manera, los profesores estaremos en mejores condiciones de realizar la institucionalización, es decir, de mostrar que el concepto que se estuvo construyendo tiene un nombre y una simbología particular y establecer que, a partir de ese momento, debe llamársele de ese modo.

En relación a estas cuestiones, también identificamos en la narrativa que no todos los grupos ni todos los estudiantes tienen el mismo ritmo de trabajo, lo cual obstaculiza en algún sentido respetar la organización de los tiempos previstos para la clase. Generalmente, los tiempos

institucionales no son los mismos que los de la enseñanza ni los del aprendizaje.

Pensamos entonces que, si bien es fundamental que los docentes respetemos el ritmo y el tiempo que se necesitan para resolver las situaciones propuestas, debemos tomar decisiones durante la clase respecto de los tiempos a fin de priorizar la consideración de aquellas ideas que aporten al avance de los conocimientos de los estudiantes. Tenemos entonces que invertir más tiempo en aquellos problemas que implican un mayor compromiso cognitivo y menos tiempo en cuestiones más mecánicas. Así cada alumno podrá también modificar su propia relación con el tiempo para resolver el problema propuesto.

Estas reflexiones nos invitan a pensar en el diseño de propuestas más acordes al tiempo del cual disponemos o que puedan seguir siendo tratadas en la clase de práctica, lo cual exigirá una coordinada tarea entre los profesores que integran la cátedra.

Todas estas cuestiones nos interpelan nuevamente. Por ello, las compartiremos con todos los docentes que integran la cátedra. De esta forma, esperamos que el intercambio que se produzca pueda contribuir a dar algunas respuestas que, seguramente, serán provisionales y factibles de ser revisadas luego de cada clase.

## 5. Conclusiones

¿Qué aporta a la enseñanza del Algebra en Ingeniería las diferentes interpretaciones que surgen de la narrativa de la profesora P? ¿Cuáles son sus

alcances? ¿Y sus limitaciones?

Si bien cualquier respuesta siempre será provisoria, las reflexiones realizadas nos permiten analizar algunos conocimientos que debe poseer un profesor para enseñar Matemática en carreras de Ingeniería a la luz de ciertas líneas de pensamiento tanto de la práctica profesional docente como de la Didáctica de las Matemática.

A partir de ello podemos destacar la importancia de trabajar sistemáticamente en los momentos previos y posteriores a la práctica interactiva, ya que es allí donde se pueden analizar reflexivamente lo que se hace en los momentos de mayor incertidumbre y donde se pueden articular reflexivamente la teoría y la práctica.

En este sentido, valorizamos la importancia de la documentación narrativa como un instrumento que nos permite volver sobre lo actuado, en un intento de comprensión histórica de las acciones llevadas a cabo en el transcurso de la clase. Así, nos invita a repensar, potenciar y recrear aquellos aspectos que consideramos más relevantes a partir del trabajo pedagógico sobre un texto escrito por una profesora que integra la cátedra.

Además, su análisis socializado permite acercarnos a la comprensión del proceso de construcción del conocimiento profesional docente con el objetivo de mejorarla para que los estudiantes logren verdaderos aprendizajes matemáticos.

De este modo, quienes integramos el GIEMI pretendemos contribuir a que, progresivamente, no sólo nosotros, sino los docentes de la asignatura

Álgebra A nos constituimos en una activa comunidad de saber pedagógico. Esperamos generar así un espacio de referencia, consulta e intercambio con y entre los integrantes de otras cátedras de esta Facultad de Ingeniería para que toda esa rica experiencia de investigación pedagógica se constituya en un significativo material que favorezca la toma de decisiones pedagógicas y curriculares en esta institución educativa.

Al recuperar, interpretar y repensar los saberes prácticos que los docentes producimos a través de nuestro ejercicio profesional nos posibilitan comprender que, según Jackson, "...el proceso educativo se parece más al vuelo de una mariposa que a la trayectoria de una bala" (p.197).

### Notas:

(1) Profesora en Matemática (UNMdP), Magister en Enseñanza de la Matemática en el Nivel Superior (UNT), Doctora en Enseñanza de las Ciencias – Mención Matemática (UNCPBA). Profesora Adjunta Exclusiva en la Facultad de Ingeniería de la UNMdP. Directora del Grupo de Investigación en Enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería (GIEMI).

(2) Profesora en Matemática (UNMdP), Especialista en Investigación Educativa (UNT), Especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje (OEI). Profesora Adjunta e integrante de GIEMI (Grupo de Investigación en Enseñanza de la Matemática en carreras de Ingeniería) en la Facultad de Ingeniería de la UNMdP. Capacitadora (Matemática, Secundaria) del ETR 19, DGCE, (Pcia de Buenos Aires).

### Referencias bibliográficas:

BRUNER, J. (1988). *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona, España: Gedisa. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) (2017). Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería CONFEDI (2018) Propuesta de Estándares De Segunda Generación para la Acreditación de Carreras De Ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo De Confedi". Disponible en [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/LIBRO-ROJO-DECONFEDIEstandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/LIBRO-ROJO-DECONFEDIEstandares-de-Segunda-Generacion-para-Ingenieria-2018-VFPublicada.pdf)

FONSECA BON, C (2004). *Discontinuidades matemáticas y didácticas entre la Enseñanza secundaria y la enseñanza universitaria* (tesis doctoral). Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Vigo Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Vigo, Vigo, España.

GODINO, J. D., BATANERO, C. Y FONT, V. (2008). Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática. *Acta Scientiae. Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 10, 7-37.

GODINO, J. D., BATANERO, C. Y FONT, V. (2019). The onto-semiotic approach: Implications

- for the prescriptive character of didactics. *For the Learning of Mathematics*, 39 (1), 37- 42.
- JACKSON, P. (1968). *Life in classrooms*. Nueva York: Rineheart and Winston Inc. Versión en español: Jackson, P. (1996). *La vida en las aulas*. Barcelona: Morata.
- LITWIN, E. (1998). La investigación didáctica en un debate contemporáneo. En Baquero, R. y cols. *Debates constructivistas*. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- LITWIN, E. (2012). *El oficio de enseñar*. Buenos Aires: Paidós.
- MCEWAN, H. y EGAN, K. (1998). *La narrativa en la enseñanza., el aprendizaje y la investigación*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu.
- QUERCIA, M.C., DISTÉFANO M.L., AZNAR, M. A. (2018). Hacer Matemática en el inicio de las carreras de Ingeniería. La planificación de una clase de Álgebra. Actas del XXI Encuentro Nacional y XIII Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (XXI EMCI). Villa María, Córdoba. ISBN 978-987-443322-0
- RICOEUR, P. (1984). *Tiempo y narrativa*. México: Siglo XXI.