

Estela Mattioli, Analía Demarchi, Pamela  
Bórtoli, Argelia Lenardón, Fernanda Marino  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas,  
Universidad Nacional del Litoral

## La elaboración de explicaciones en el ámbito de las carreras de Ingeniería. Un análisis lingüístico–didáctico para mejorar la comprensión y producción de textos de ciencia

Este artículo presenta algunos avances de una experiencia realizada en el marco de un proyecto de investigación didáctica que se desarrolla dentro de las asignaturas Comunicación Oral y Escrita (COE) y Química General e Inorgánica que se dictan en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (FICH) de la Universidad Nacional del Litoral. Particularmente aquí se presenta el relato de una actividad de aula y el análisis de los textos leídos y producidos en esa oportunidad.

La investigación en su conjunto intenta comprobar la productividad de la aplicación de algunos conceptos y herramientas de la gramática del español, y particularmente de la Lingüística Sistémico–Funcional (LSF), como estrategias de aprendizaje que sirvan funcionalmente para que los estudiantes puedan comprender las particularidades del discurso científico y los recursos que dan cuenta de ellas, de modo de poder interpretar los textos que los profesores les acercan como bibliografía de estudio y también que sean capaces de producir discursos orales o escritos que expliciten sus avances en los conocimientos disciplinares, en un contexto social particular con propósitos bien definidos, como es el de una institución universitaria que forma ingenieros.

En este sentido, se procura la identificación de las intervenciones didácticas más adecuadas, con el fin de revertir los problemas de lectura y escritura de alumnos ingresantes de UNL. De allí surge el interés por promover prácticas de reflexión lingüística que permitan reconocer cómo construyen los expertos las explicaciones en el campo de las ingenierías y qué recursos del lenguaje seleccionan para hacer comprender los fenómenos y procesos que toman como objetos de estudio e investigación.

## I. Introducción

La lectura y la escritura de textos de ciencia en el ámbito universitario es un tema de preocupación constante dentro del ámbito de las instituciones de formación superior, en tanto la realidad nos revela que los estudiantes muestran serias dificultades en el manejo de ciertos aspectos textuales, discursivos o léxico-gramaticales a la hora de adquirir y comunicar los conocimientos de la disciplina en la que se forman.

Esta situación se agudiza si focalizamos la atención en el primer año de cursado de las carreras y particularmente en el campo disciplinar de las ciencias experimentales como la Química, dentro de las cuales tradicionalmente se ha visto a las actividades de lectura y escritura como experiencias aisladas de la producción del conocimiento disciplinar, en relación con otras actividades contempladas en el desarrollo de la propuesta curricular.

Este artículo presenta algunos avances de un proyecto de investigación con sede en FICH denominado “La elaboración de las explicaciones en los géneros y registros de los discursos disciplinares que circulan en el ámbito de las carreras de ingeniería”, cuyo objetivo es colaborar en la resolución de esta problemática que constituye una preocupación institucional ya que incide directamente en los niveles de retención del alumnado. El proyecto contempla un trabajo interdisciplinario entre docentes de Lengua y de Química de FICH.

La selección y el análisis de los textos sobre los que se realiza esta experiencia didáctica se circunscribe a la asignatura Química General e Inorgánica que se dicta en la Facultad. Ésta corresponde al ciclo de formación general de las Ingenierías en Recursos Hídricos, Ambiental, Informática y en Agrimensura. El trabajo interdisciplinario de ambos equipos docentes permite integrar el aprendizaje disciplinar y lingüístico de los estudiantes y consecuentemente la adquisición de competencias discursivas que puedan ser aplicadas al resto de las asignaturas de la carrera y les permitan un buen desempeño académico.

Con el objetivo general ya mencionado de producir una propuesta didáctica desde las ciencias del lenguaje que sirva para resolver los problemas de lectocomprensión de los estudiantes de las carreras de Ingeniería y les garantice un desempeño eficiente como integrantes activos de la comunidad discursiva en la cual han ingresado, el equipo de trabajo inició sus actividades a principios de 2009. El proyecto contempla dos etapas: la primera, desarrollada durante el segundo semestre de 2009 y primero de 2010, incluye un trabajo de análisis de los textos bibliográficos (los que elaboran los expertos) y un trabajo en el aula con los alumnos del primer año de las carreras de Ingeniería. Las producciones derivadas de estas actividades de clase también son motivo de análisis. Los resultados obtenidos constituyen el insumo para la planificación e implementación de la siguiente etapa.

La segunda instancia consiste en la elaboración de una propuesta didáctica y su implementación con próximos grupos de ingresantes. Culmina con la evaluación de los resultados y la interacción con docentes de otras cátedras, de manera de posibilitar la elaboración de una propuesta más amplia que pueda aplicarse al resto de las

asignaturas que se ofrecen en las carreras de FICH, incluso pertenecientes al ciclo de formación disciplinar especializada.

Este trabajo explicita algunos resultados obtenidos al final de la primera etapa del proyecto, centrándose especialmente en el análisis de las producciones de los alumnos cuando elaboran sus propias explicaciones respecto de fenómenos y procesos químicos incluidos como contenidos de esa asignatura. En esta oportunidad, y dada las limitaciones convencionales de extensión de esta publicación, se expondrán cuestiones relevantes respecto del análisis de las respuestas dadas a una consigna de un trabajo práctico propuesto a los estudiantes e incluido dentro de las actividades contempladas en el proyecto de investigación general.

2. Algunas consideraciones respecto del marco teórico–metodológico utilizado y nuestro interés didáctico

La concepción sistémico–funcional del lenguaje tomada como base por el equipo de trabajo tiene incidencias significativas respecto de la investigación didáctica emprendida. Así, la definición del aprendizaje como *un proceso social* (Halliday y Hasan, 1985) supone que los significados que construimos al usar la lengua están siempre relacionados con el contexto cultural y situacional en el que la empleamos, y por esta razón puede afirmarse que “hay una relación inextricable y sistemática entre el texto y el contexto, es decir, entre las realizaciones lingüísticas o verbales y la situación extralingüística en la que éstas se producen” (Ghío–Fernández, 2005:61).

45 { mattioli...

Desde esta perspectiva, nuestra investigación acerca del lenguaje científico exige un abordaje necesariamente interdisciplinario, debido a una triple dimensión contextual, a saber:

- { El contexto de cultura (trasfondo sociocultural).
- { El contexto de situación (factores extralingüísticos relevantes en un texto situado).
- { El contexto transdisciplinar del conocimiento (aspectos inherentes a la naturaleza contextual de nuestra profesión (campo del lenguaje “inserto” en el campo de las ingenierías).

En este sentido, resulta pertinente el planteo de Sandoval (2008) acerca de una concepción integral de la llamada “investigación interdisciplinaria”:

*“Lo interesante en una investigación interdisciplinaria es que se plantean, desde diferentes disciplinas y sobre un mismo sujeto y/ u objeto de estudio, preguntas que hacen referencia a diversos enfoques teóricos y metodológicos para alcanzar conocimientos integrales de los problemas. Es un proceso de encuentros, de diálogos, de interacciones entre diferentes profesionales/ disciplinas cuyo resultado es el enriquecimiento del conocimiento científico y sus diversos usos. En la práctica, el encuentro entre disciplinas se caracteriza por la disposición de los investigadores para hacer realidad la integración de saberes científicos, encontrando interrelaciones en los análisis teóricos, diseños metodológicos y*

*en la interpretación de la información. Investigar de esa manera, no excluye el análisis en profundidad de partes constitutivas del objeto de estudio que compete a cada profesional/disciplina que integra un equipo; al contrario, es una necesidad. El análisis de aspectos parciales de la realidad se integrará en el análisis global del tema, articulándose a las contribuciones de las otras disciplinas". (Sandoval, 2008:2)*

Esta mirada resulta significativa, porque propone superar las lecturas y análisis mono disciplinarios de la realidad y producir conocimientos científicos integrales. Además, resulta acorde con los fundamentos de la LSF, puesto que se concibe la interdisciplinariedad no simplemente como un modo diferente de encarar el análisis del objeto de estudio, sino que, además, conlleva un cambio de *actitud*, a partir de la cual los investigadores estén dispuestos a formar parte de un proceso de mutuo aprendizaje en otras áreas del saber científico.

Por otro lado, el enfoque de nuestra investigación está basado sobre la *investigación-acción* y es de carácter predominantemente *cuantitativo* a partir del estudio de casos. Siguiendo a Elliott (1990:95), la *investigación-acción* podría definirse como “una práctica reflexiva social en la que no hay distinción entre la práctica sobre la que se investiga y el proceso de investigar sobre ella. Las prácticas sociales se consideran como “actos de investigación”, como “teorías-en-la-acción” o “pruebas hipotéticas”, que han de evaluarse en relación con su potencial para llevar a cabo cambios apropiados.”

Este enfoque contribuye con el desarrollo y resolución de nuestra hipótesis central de investigación, la cual sostiene que *desarrollar nuevas estrategias lingüístico-didácticas para la enseñanza del discurso de la ciencia puede contribuir a transformar la concepción estereotipada y banalizada del aprendizaje de “la lengua” que poseen los estudiantes, y consecuentemente, esta transformación (revalorización del lenguaje) podrá mejorar —creemos, significativamente— el desempeño y formación profesional de los estudiantes universitarios.*

Siguiendo el modelo tripartito del desarrollo de la lengua, propuesto por Halliday en la década de 1970 y principios de 1980, lograr tal objetivo de cambio implicará —para el estudiante— internalizar algunos “principios” de la construcción del discurso en el terreno de las ciencias ingenieriles.

Según este modelo, el desarrollo de la lengua consiste en un aprendizaje secuencial de tres aspectos: el *aprendizaje de la lengua* (conocimiento básico de los recursos léxico-gramaticales de la primera lengua, dominando las habilidades de escuchar, hablar, leer y escribir); el *aprendizaje a través de la lengua* (actividades de aprendizaje acerca del mundo y la propia realidad mediante el recurso de la lengua); y el *aprendizaje acerca de la lengua* (tomar a la lengua misma como objeto de estudio, aprender acerca de: sus sistemas gramaticales —significados, vocabulario, sistema fonológico y de escritura—, su estatus como institución, sus variedades de registro y dialectales).

Es importante destacar que, desde este modelo y transferido a las prácticas pedagógicas, el *aprendizaje acerca de la lengua* debe construirse sobre el aprendizaje de la lengua en los otros dos aspectos. La pregunta que surge es cómo lograr que

el alumno universitario reconozca y se apropie del tercer nivel de aprendizaje y lo incluya como un objetivo fundamental a alcanzar para su óptimo desempeño académico y futuro profesional.

La realidad es que la mayoría de los estudiantes siente una marcada “ajenidad” respecto del aprendizaje de la lengua relacionado al de su propia disciplina científica, de allí que nuestra investigación apunte a incorporar y desarrollar métodos de análisis, así como generar actividades que promuevan una progresiva injerencia por parte de los alumnos en la problemática del lenguaje de la ciencia.

De esta manera, nuestro trabajo se fundamenta en dos factores principales, a saber:

{ La necesidad de un enfoque interdisciplinario —como planteamos antes—, dada la naturaleza contextual de nuestra profesión (Ciencias del Lenguaje–Ciencias de las Ingenierías). Nuestras primeras experiencias investigativas dan cuenta del compromiso con tal desafío, a partir del trabajo conjunto con docentes de la FICH.

{ Una propuesta basada sobre la participación en la propia actividad de aprendizaje para transformar la realidad, mediante un proceso en el que la reflexión crítica sobre el comportamiento de esa realidad determina su redireccionalidad y reconceptualización.

La modalidad de construir nuestro corpus de análisis a partir del conocimiento y la continuidad curricular del alumnado (lectura y análisis de textos de Química) propulsa tres elementos centrales vinculados a la consecución de la hipótesis planteada: la *acción*, la *práctica* y el *cambio* que, a su vez, implican:

{ Enfatizar la comprobación de la teoría y metodología lingüística en contextos de “vivenciación”.

{ Sostener que la construcción de la realidad comienza a manifestarse a través de la acción reflexiva de los estudiantes y profesores y la comunidad académico–científica.

{ Acentuar la importancia del conocimiento experiencial, que a su vez se genera a través de la participación con los otros.

En este sentido, se concibe a los seres humanos en tanto *agentes*, protagonistas de comportamientos autorreflexivos, inmersos en un mundo que deben interpretar en orden para actuar, más que un conjunto de estímulos medioambientales a los que estén forzados a responder. De acuerdo a esta perspectiva, la realidad no sólo se descubre, sino que se construye a través de diversas prácticas discursivas que conforman el ámbito académico, centrándose en la generación colectiva de sentido mediante el lenguaje y la interacción social en general.

Para concluir, creemos que los conceptos y rasgos mencionados anteriormente resultan fundamentales para comprender y orientar el desarrollo de nuestra investigación, puesto que el trabajo indaga en las relaciones lenguaje–contexto social y sus implicancias en la formación de actividades autocríticas, sosteniendo una visión activa del sujeto (profesor y alumnos) dentro del aula, el desarrollo de sus potencialidades y la consideración de todas sus dimensiones para una formación integral, en la que el aprendizaje del lenguaje juega un papel transversal.

### 3. La construcción de la explicación en los textos de ciencia

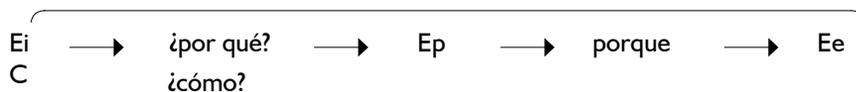
Desde la cátedra de COE, se concibe a la explicación como un fenómeno discursivo que

*“consiste en hacer saber, hacer comprender y aclarar, lo cual presupone un conocimiento que, en principio, no se pone en cuestión sino que se toma como punto de partida. El contexto de la explicación supone un agente poseedor de un saber y un interlocutor o un público que está en disposición de interpretarlo a partir de su conocimiento previo, pero que necesita aclaración. La relación que se establece es asimétrica en el sentido de que hay un desfase entre el experimentado, el que tiene el acceso a la información a través de diversas fuentes (...) y el que no tiene experiencia”. (Calsamiglia Blancafort y Tusón Valls, 1999:308)*

El propósito propio de la explicación consiste en *cambiar el estado epistémico* del sujeto al que va dirigida, para lograr que una información que ofrece dificultad, que no ha sido accesible para el destinatario, o que el propio emisor no ha logrado formular con claridad, se convierta en un conocimiento claro y comprensible.

La secuencia explicativa se construye conjuntamente con la secuencia expositiva, puesto que se presenta la exposición de un saber ya construido y legitimado socialmente. De esta manera, los textos expositivo–explicativos, cumplen una doble función: *informar*, por un lado, y *hacer comprender*, por otro. Al insertar estas secuencias en un texto académico, el enunciador está explicitando los conocimientos previos que la comunidad científica tiene sobre el tema tratado.

En cuanto a la estructura, la secuencia explicativa tiene un esquema prototípico o canónico organizado en fases sucesivas que, siguiendo a Calsamiglia y otros (1999:309), podemos representar de la siguiente manera:



Sintéticamente, estas fases consisten en:

{ Fase 1: se parte de un esquema inicial (Ei): la referencia a un objeto complejo que se presenta como algo desconocido, difícil, oscuro.

{ Fase 2: se plantea un esquema problemático (Ep), es decir, una *pregunta*, un cuestionamiento, a partir del cual el objeto se presenta como problema cognoscitivo que se ha de resolver.

{ Fase 3: se desarrolla la fase resolutoria, en la que se da *respuesta* al problema y el objeto queda claro e inteligible: esquema explicativo (Ee). Esta fase se realiza a

través de diversas estrategias discursivas: la *definición*, la *clasificación*, la *reformulación*, la *ejemplificación*, la *analogía*, la *citación*.

{ Fase 4: se llega a una *conclusión* que se desprende del recorrido explicativo, constituyendo el lugar en donde aparece una *síntesis de lo explicado*, junto a una *evaluación* y una *contextualización*. La conclusión enlaza con la fase inicial, ya que ésta es la proposición que suscita la explicación, estableciéndose así una especie de cierre del esquema explicativo.

La secuencia avanza por el mecanismo de los operadores de pregunta/respuesta. Ésta es la secuencia modélica, pero en los textos empíricos las fases o los momentos de la secuencia pueden estar implícitos, como ocurre en el texto de química seleccionado para nuestra investigación.

De acuerdo con el planteo de la LSF, las relaciones lógicas propias del discurso científico se realizan a través de dos sistemas que constituyen el marco funcional para describir el complejo de cláusula, a saber: el *sistema de interdependencia* (incluye los subsistemas de *hipotaxis* y *parataxis*) y el *sistema lógico-semántico* (que incluye los subsistemas de *expansión* y *proyección*).

Particularmente, y en el mismo sentido, la explicación puede observarse como una combinación del sistema de interdependencia y del proceso de expansión incluido en el sistema lógico-semántico, que se construye por encima de la cláusula, a través de un complejo de cláusulas o una serie de complejos de cláusulas cuya organización generalmente se establece de lo más simple a lo más complejo.

49 { mattioli...

#### 4. Las distintas etapas contempladas en nuestro trabajo investigativo

Respecto del procedimiento aplicado para llevar adelante nuestro trabajo de investigación y concretamente el análisis del corpus textual, en concordancia con el modelo propuesto por la LSF, se toma como unidad básica de estudio el texto —unidad real a través de la cual se negocia significado— en relación solidaria con el contexto social en el que se produce (Halliday, 2002).

El proyecto trabaja básicamente con metodologías cualitativas, centradas fundamentalmente en el análisis de textos escritos sobre Química, tanto de los expertos como de los alumnos. Este análisis considera tres instancias: descripción, interpretación y explicación, aunque se focaliza fundamentalmente el nivel descriptivo para demostrar cómo los recursos seleccionados del potencial de significado hacen posible la interpretación y la explicación (Fairclough, 1992).

La población de alumnos contemplada en la primera etapa corresponde a aquellos que cursaron la asignatura COE en el segundo cuatrimestre del primer año de todas las carreras de FICH durante 2009. Los 83 alumnos participantes cursaron posteriormente la asignatura Química General e Inorgánica durante el primer cuatrimestre del segundo año.

Los textos seleccionados por los profesores de Química para el análisis del discurso de expertos y el trabajo con los alumnos en el aula refieren a los temas “Clasificación

de la materia” y “El efecto invernadero”, ambos extraídos del libro de Chang y College: *Química* (2002, 7º edición, Mac Graw Hill), por tratarse de un texto incluido como bibliografía básica en todos los programas de la asignatura consultados<sup>1</sup>.

A partir de la definición del corpus, se inició el proceso de análisis de los textos fuente producidos por los expertos y a la vez la planificación y concreción de las actividades a proponer a los alumnos en la clase de COE, en tanto lectores y reproductores de esos textos.

En relación con esta última actividad, dentro de las clases semanales de COE, y en el primer encuentro planificado para la realización de la experiencia, los docentes de Lengua y Química proporcionaron a los alumnos los textos mencionados<sup>2</sup> y les propusieron una lectura comprensiva de los mismos, entendiendo esta actividad, no como un simple acto mecánico de descifrado de signos gráficos, sino como un proceso complejo que supone, por un lado, actos de razonamiento que permitan la interpretación del mensaje escrito a partir de la información que proporcionen el texto y los conocimientos previos del lector, y por otro, una actividad de control cognitivo que permita controlar el progreso de esa interpretación de tal forma que el lector pueda detectar las posibles incomprendiones producidas durante la lectura (Sánchez Miguel, 1998).

Esta actividad se desarrolló primero grupalmente, bajo la guía de los profesores, y luego de manera individual. Transcurrida una semana se solicitó, a manera de evaluación, dar respuesta a un cuestionario sobre el tema desarrollado en el texto asignado a cada grupo de alumnos. Cabe destacar que en esta oportunidad se permitió a los estudiantes contar con el material de lectura durante la experiencia de trabajo, de manera de garantizar que las respuestas reflejaran el grado de comprensión del texto y que las eventuales dificultades no fueran atribuibles a la falta de estudio.

Las consignas fueron formuladas orientadas a los siguientes objetivos:

- { Identificar en el texto aquellas definiciones formuladas en forma suficientemente explícita por parte del experto.
- { Explicar la diferencia entre dos conceptos que son abordados en el texto.
- { Seleccionar de un listado de opciones, cuáles son los ejemplos correctos que corresponden a una clasificación explicada en el texto.
- { Brindar ejemplos propios sobre algún concepto, sobre la base de las definiciones y ejemplos expuestos en el texto.
- { Justificar las respuestas dadas.

A modo de ejemplo, se presentan aquí las consignas referidas al tema “Clasificación de la materia”:

- 1 { Dar un ejemplo de mezcla homogénea líquida y otro de mezcla homogénea sólida que no estén en el texto. Justificar la elección.
- 2 { Señalar qué diferencias hay entre una mezcla y un compuesto.
- 3 { Explicar la diferencia entre propiedades químicas y propiedades físicas. Dar ejemplos propios.

- 4 { Indicar cuáles de los siguientes procesos son físicos y cuáles químicos. Justificar.
- Fusión del hielo.
  - Combustión del gas de garrafa.
  - Descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno.
  - Filtración del café.
  - Condensación del vapor de agua sobre una superficie fría.
  - Oxidación del hierro.

## 5. Resultados

### 5.1. En cuanto a las explicaciones que elaboran los expertos

La primera fase de análisis de los textos fuente correspondientes al discurso de los expertos permitió establecer algunas precisiones respecto de la macroestructura que los caracteriza y de los recursos léxico-gramaticales que habitualmente se ponen en juego cuando se pretende explicar fenómenos en el campo de la Química. Las estrategias léxico-gramaticales que se observaron con mayor recurrencia fueron:

- { Construcción de un razonamiento retrospectivo o de anticipación temática.
- { Huecos semánticos que exigen realizar relaciones inferenciales para recuperar la idea completa.
- { Despliegue de subtemas a partir de un razonamiento inductivo.
- { Aclaraciones o acotaciones intermedias.
- { Escasez de conectores ordenadores de párrafos y lógicos interoracionales.
- { Remisiones constantes a otros capítulos/ figuras/ apartados.

51 { mattioli...

Al mismo tiempo se identificaron, dentro de cada texto, algunos segmentos explicativos que muestran rasgos propios del discurso científico que confieren un alto grado de abstracción significativa al texto, y que permitirían incluirlos en la categoría de “explicaciones académicas”; mientras otros segmentos presentan rasgos más cercanos a los empleados en el discurso cotidiano que podrían ser incluidos dentro de las denominadas “explicaciones de divulgación o semidivulgación”.

Estas observaciones permitieron arribar a algunas conclusiones intermedias dentro del proceso de investigación, referidas a que los textos de expertos presentan dos procedimientos discursivos complementarios propios de registros diferentes y que podemos denominar “*de abstracción*” para las explicaciones académicas y “*de despliegue*” para las explicaciones de divulgación. Cada uno de ellos se actualiza a través de estrategias lingüísticas particulares que los estudiantes deberían ser capaces de identificar para garantizar la comprensión y producción de esas explicaciones.

Dentro de las estrategias lingüísticas identificadas como claves para la propuesta didáctica a implementar en la segunda etapa del proyecto y que previamente deben ser cotejadas con el discurso producido por los propios alumnos, se seleccionan: el manejo del *vocabulario técnico*, la *identificación/reposición de conectores lógicos*, el uso

de *metáforas gramaticales* y el *avance informativo implicado en la elaboración de una secuencia explicativa–argumentativa*.

En relación con este último aspecto, y a los fines del trabajo que aquí se presenta, se considera importante hacer referencia al análisis más detallado de uno de los párrafos del texto “Clasificación de la materia”, en tanto puede ser considerado como una unidad funcional puntual<sup>3</sup> representativa del texto completo y que incluye los conceptos centrales necesarios para responder a la consigna 1) sobre la que se focaliza nuestra presentación. A continuación se transcribe dicho fragmento:

### **Sustancias y mezclas**

Una *sustancia* es una *forma de materia que tiene una composición definida (constante) y propiedades características*. Algunos ejemplos son el agua, el amoníaco, el azúcar (sacarosa), el oro y el oxígeno. Las sustancias difieren entre sí en su composición y pueden identificarse por su apariencia, olor, sabor y otras propiedades.

Una *mezcla* es una *combinación de dos o más sustancias en la cual las sustancias conservan sus propiedades características*. Algunos ejemplos familiares son el aire, las bebidas gaseosas, la leche y el cemento. Las mezclas no tienen una composición constante, por tanto, las muestras de aire recolectadas de varias ciudades probablemente tendrán una composición distinta debido a sus diferencias en altitud y contaminación, entre otros factores.

Las mezclas pueden ser homogéneas o heterogéneas. Cuando una cucharada de azúcar se disuelve en agua, obtenemos una *mezcla homogénea*, es decir, la *composición de la mezcla es la misma en toda la disolución*. Sin embargo, si se juntan arena y virutas de hierro permanecerán como tales (figura 1.4). Este tipo de mezcla se conoce como *mezcla heterogénea debido a que su composición no es uniforme*.

Cualquier mezcla, ya sea homogénea o heterogénea, se puede formar y volver a separar en sus componentes puros por medios físicos, sin cambiar la identidad de dichos componentes. Así, el azúcar se puede separar de la disolución acuosa al calentar y evaporar la disolución hasta que se seque. Si se condensa el vapor de agua liberado, es posible obtener el componente agua. Para separar los componentes de la mezcla de hierro y arena, se puede utilizar un imán para recuperar las virutas de hierro, ya que el imán no atrae a la arena [véase la figura 1.4b]. Después de la separación, no habrá ocurrido cambio alguno en las propiedades de los componentes de la mezcla.

En el texto fuente puede identificarse la siguiente organización funcional para las distintas unidades gramaticales:

{ Párrafo 1. Definición de *sustancia* (mediante cláusula de proceso básico relacional y relación intercláusula de incrustación). Seguida de enumeración de ejemplos (mediante cláusula de proceso básico relacional y relación intercláusula de expansión). [Pregunta implícita: ¿Por qué los anteriores son ejemplos de *sustancia*? Respuesta:] Características principales de toda *sustancia* (mediante complejo paratáctico).

{ Párrafo 2. Definición de *mezcla* (que incluye el concepto de *sustancia*) (mediante cláusula de proceso básico relacional y relación intercláusula de expansión). Seguida de enumeración de ejemplos (mediante cláusula de proceso básico relacional). Seguida de característica principal (cláusula relacional posesiva), que funciona como explicación causal [*por tanto*] de un ejemplo que sigue a continuación (mediante complejo hipotáctico causal). [Razonamiento inferencial: se parte del concepto (característica) hacia el ejemplo].

{ Párrafo 3. Existencia de dos tipos de mezclas. Definición del primer tipo (*mezcla homogénea*), a través de un ejemplo (complejo de expansión), [Pregunta implícita: ¿Por qué es un ejemplo de *mezcla homogénea*? Respuesta:] Reformulación (complejo de expansión paratáctica). Definición del segundo tipo (*mezcla heterogénea*), a través de un ejemplo (complejo de expansión), [Pregunta implícita: ¿Por qué es un ejemplo de *mezcla heterogénea*? Respuesta:] Relación causal (complejo de expansión hipotáctica).

{ Párrafo 4. Característica común entre ambos tipos. [Pregunta implícita: ¿Cómo se pueden volver a separar los componentes? Respuesta:] Seguida de ejemplo instructivo del primer tipo. [Pregunta implícita: ¿Cómo se pueden volver a separar los componentes? Respuesta:] Seguida de ejemplo instructivo del segundo tipo. Seguida de reformulación de la afirmación al inicio del párrafo (complejos de expansión).

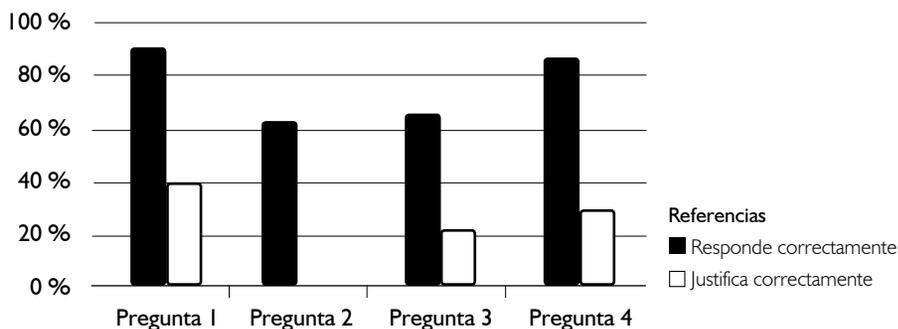
53 { mattioli...

Se puede observar que esta organización funcional altera el esquema modélico de la explicación presentado en el punto 3, puesto que el texto (pensado para alumnos que recién se inician en el campo de la Química) plantea un razonamiento escalonado: para llegar al último escalón (párrafo 4: semejanzas entre una *mezcla homogénea* y una *mezcla heterogénea*), es imprescindible pasar por el escalón anterior (párrafo 3: conocer cada uno de los tipos por separados); antes, se necesita saber qué es una *mezcla* (párrafo 2) y, previamente, conocer qué es una *sustancia* (párrafo 1).

### 5.2. En cuanto a las explicaciones que elaboran los estudiantes

Una vez obtenidas las producciones de los alumnos de acuerdo al procedimiento ya detallado en el punto 4, los profesores de Química realizaron una corrección formal desde el punto de vista de los contenidos disciplinares del campo, de igual forma en que habitualmente se evalúa a los alumnos en la asignatura Química General e Inorgánica. Se observó una marcada diferencia entre la capacidad del alumno para responder correctamente a las respuestas y su dificultad para justificar las mismas, en los casos en que las consignas así lo estipulaban. Estos resultados se resumen en el siguiente gráfico:

Gráfico I



Luego de calificar en forma general las respuestas brindadas por los alumnos, se realizó el análisis detallado de cada una de las preguntas que respondieron los alumnos, ya en un trabajo integrado del equipo de las dos disciplinas.

A continuación, se exponen, a modo de muestra, las observaciones realizadas sobre las respuestas a la consigna 1) correspondiente al tema “Clasificación de la materia”, con el fin de detallar los aspectos y parámetros utilizados en el trabajo investigativo, integrando las tres etapas contempladas para el análisis (descripción, interpretación y explicación) y para dar cuenta de algunos elementos determinantes de las decisiones pedagógicas que se han ido tomando a lo largo del proceso.

### 5.2.1. Desde una perspectiva sobre los contenidos que expresan los textos

En esta consigna los alumnos debían elaborar un ejemplo de mezcla homogénea líquida y otro de mezcla homogénea sólida que no estuvieran expresados en el texto fuente, luego justificar la elección. Este tipo de ejercicio requiere varios procesos de razonamiento: por un lado, detectar la definición, procedimiento básico de la explicación; por otro, demostrar la comprensión de dicha definición y evidenciarla, generando ejemplos novedosos. Esta segunda operación, como ya vimos en el análisis del texto fuente, está fuertemente vinculada a los textos explicativos, puesto que la ejemplificación constituye otro de sus recursos básicos.

A partir de este ejercicio, observamos que la mayoría de los alumnos fue incapaz de generar un ejemplo original de mezcla homogénea líquida. En el texto de Chang, se dice acerca de ésta: “Cuando una cucharada de azúcar se disuelve en agua, obtenemos una mezcla homogénea, es decir, la composición de la mezcla es la misma en toda la disolución” (Chang, 2003:8).

Un 40% de los alumnos elaboró su ejemplificación de mezcla homogénea líquida a partir de la mezcla de agua y sal. Este hecho es significativo porque los alumnos no presentaron ejemplos originales, sino que buscaron un ejemplo similar al dado por el

experto. Uno de los dos componentes que forman la composición es la misma (el agua) y la otra que se selecciona (la sal) está directamente ligada a la dada por el explicador, constituyendo un campo semántico<sup>4</sup>. No habría, por parte del estudiante, una elaboración compleja del conocimiento; por el contrario, repite casi textualmente el texto fuente.

Por otra parte, muchos de los alumnos han dado, como ejemplo de masa homogénea líquida, la combinación de agua con otra materia líquida: desinfectante, alcohol, vinagre y leche. Se evidencia así que los alumnos no construyen ejemplificaciones que difieran demasiado de la dada en el texto base. Esto puede explicarse de varias maneras: en primer lugar, podemos inferir que los educandos prefieren no ‘arriesgarse’ al error para responder mejor a la situación de evaluación<sup>5</sup> en la que se encuentran. En segundo lugar, se podría hipotetizar que son incapaces de construir un ejemplo más complejo, porque no se ha logrado una asimilación de la definición, y por lo tanto, no es posible, en términos de Ausubel (1973), alcanzar un “aprendizaje significativo”<sup>6</sup>.

Una minoría de los estudiantes pudo generar ejemplificaciones más complejas, en las que una de las dos sustancias unidas no era líquida, formando mezclas a partir del componente agua con: pintura en polvo, jugo en polvo, café, leche en polvo y caldito para sopa. En otros pocos casos, se han propuesto mezclas compuestas, diferentes a las brindadas en el texto, a partir de la combinación de: cacao–leche, miel–té, leche–sal y fernet–cocacola. Estos escasos ejemplos resultan novedosos, puesto que plantean la combinación de sustancias que en sí ya son mezclas.

Por último, podemos decir que sólo el 6,1% de los alumnos no pudo construir una ejemplificación conceptualmente correcta. Éstos han combinado sustancias como el agua–aceite, arena–agua, etc. Como vemos, el componente “agua”, sigue manteniéndose, sólo se cambia el segundo objeto, pero de manera errónea.

Además del ejemplo de mezcla homogénea líquida, los alumnos también debían proponer un tipo de mezcla heterogénea sólida. Los resultados obtenidos en el análisis de estas producciones no difieren a los ya encontrados.

En el texto del experto, se sostiene que “si se juntan arena y virutas de hierro permanecerán como tales. Este tipo de mezcla se conoce como mezcla heterogénea debido a que su composición no es uniforme” (Chang, 2003:8). Al igual que en los casos analizados anteriormente, el mayor porcentaje de alumnos no ha propuesto una ejemplificación novedosa de este tipo de mezcla: un 38% de los educandos ha sugerido una mezcla formada por arena y otro componente: virutas de madera, trozos de corcho, piedras o azúcar.

En el caso de las mezclas formadas por arena y virutas de madera, no sólo se mantiene un componente de los sugeridos por el experto, sino que también se conserva el término “virutas”; lo cual evidencia la pobreza de vocabulario común y técnico.

Observamos también, que la mayor parte de las mezclas sugeridas se forman a partir de elementos sólidos referidos al ámbito de la construcción, siguiendo —nuevamente—, el campo semántico que se despliega a partir de la propuesta del explicador experto. De esta manera, los alumnos “colocan”<sup>7</sup>, en términos de Halliday, ítems léxicos de aparición esperable: madera, piedras, hierro, tierra y plástico.

Los ejemplos restantes han sido elaborados a partir de componentes sólidos y comestibles. De esta manera, un 29% de los alumnos propuso mezclar alimentos para conseguir una mezcla heterogénea sólida, obteniendo preparaciones como: arroz y semillas de girasol, torta con pasas de uva, chocolate con maní y ensaladas variadas. Este tipo de ejemplificación tiene un sentido, puesto que la mezcla se realiza con un objetivo concreto: la obtención de un alimento.

Sin embargo, muchas de las mezclas propuestas no tienen lógica alguna. Determinados alumnos han mezclado elementos que, normalmente, no se piensan juntos. De esta manera, surgen ejemplificaciones a partir de juntar sal con monedas de plata, pan rallado y yerba, madera con harina, entre otros. Los estudiantes, en estos casos, no han pensado en la utilidad o la productividad de realizar una mezcla como la que proponen, sólo han mixturado unos componentes cualesquiera, con el fin de obtener una masa heterogénea sólida.

Por último, nos queda detallar aquellas mezclas que no obedecen a la consigna sugerida. Dos estudiantes han propuesto mezclar agua y aceite. Dichos ejemplos, si bien constituyen una mezcla heterogénea, no cumplen con la condición de mezcla sólida, como se proponía en el ejercicio. En la mayoría de los casos, se dio el ejemplo de mezclar agua y trozos de corcho, cuyo resultado no llega a ser una mezcla, puesto que el corcho flota, es decir, se mantiene sobre el agua.

En cuanto a la justificación, se observa un mínimo porcentaje de alumnos que argumenta adecuadamente la elección de los ejemplos dados, ya que la mayor cantidad de respuestas evidencia confusión entre el proceso o factor causante —que debería recuperarse como argumento para la justificación— y el efecto o consecuencia que se deriva del primero, y en casi todos los casos, esa consecuencia remite a una experiencia visual cotidiana expresada a través de vocabulario coloquial, lo cual se expone en las siguientes respuestas que se transcriben:

*“Un ejemplo de mezcla homogénea líquida sería la salmuera, ya que si mezclamos sal con agua la sustancia a simple vista no se altera.”*

*“Mezcla homogénea líquida: agua y bicarbonato.  
Justificación: no se nota que esa mezcla tiene dos componentes.”*

*“Un ejemplo de mezcla homogénea líquida puede ser agua y sal, ya que si se colocan éstos en un recipiente se verá todo mezclado y no se observarán dos capas diferentes.  
Y el ejemplo de mezcla heterogénea sólida, podría ser arena y piedra, porque al realizar la mezcla se denotarán a simple vista qué sustancia es cual.”*

*“Una mezcla heterogénea sólida podría ser las piedras y la madera, esto es así porque, (...) no forman un solo elemento, sino que siguen estando las piedras y la madera.”*

### 5.2.2. Desde la perspectiva lingüística

Para que el alumno logre realizar una respuesta que se construya como una explicación (desarrollada en fases), debe poder establecer explícitamente las relaciones que se encuentran implícitas entre las fases del texto del experto. En este sentido, “dar un ejemplo” es sólo el punto de partida (Fase inicial: presentación del tema). La Fase 2 (pregunta) se halla implícita: “¿Por qué es un ejemplo de mezcla homogénea / heterogénea?”.

En otras palabras, el foco de la consigna está puesto en elaborar una “justificación” de cada ejemplo, puesto que en el discurso de la ciencia, el valor del conocimiento no consiste simplemente en enumerar datos o exponer conclusiones, sino en presentar los argumentos teóricos que prueban fehacientemente los resultados obtenidos.

Así, para realizar una justificación adecuada y completa como respuesta a la pregunta o Fase 2 del esquema explicativo, que permita dar cuenta de que se han comprendido no sólo los conceptos o definiciones sino la relación jerárquica entre ellos, el alumno debería efectivizar las siguientes etapas:

1 { Justificar por qué el ejemplo dado es una mezcla, es decir, recuperar la definición del párrafo 2 y relacionarla con la propiedad distintiva del párrafo 4; esto permitirá realizar el siguiente paso, a saber,

2 { Identificar si los componentes de la mezcla mencionada son *simples* (se trata de *sustancias*, es decir, recuperar la idea global del párrafo 1) o *compuestos* (si una de las dos sustancias es ya una mezcla, como la leche; esta inferencia podrá hacerla el alumno comparando los ejemplos de sustancia del párrafo 1 y los de mezcla que aparecen en el párrafo 2);

3 { Justificar por qué es una mezcla homogénea o heterogénea (comparando los ejemplos dados en el párrafo 3 y transcribiendo la definición correspondiente (al respecto, el alumno puede comparar los términos utilizados para la definición de cada tipo y buscar los sinónimos correspondientes (“*mezcla homogénea*, es decir, *la composición de la mezcla es la misma en toda la disolución*”, “*mezcla heterogénea debido a que su composición no es uniforme*”).

Sintetizando este planteo, la justificación constituye una fase de la estructura explicativa y, a su vez, se constituye en un proceso de (sub)fases que ponen de manifiesto la reconstrucción del razonamiento propuesto en el texto fuente.

Si observamos específicamente los recursos y estructuras de la lengua que los alumnos aplicaron en sus respuestas, se puede afirmar que ninguno logró elaborar una explicación completa que incluya las fases descriptas y evidencie una comprensión integral de las ideas desplegadas en el texto fuente<sup>8</sup>.

En la mayoría de los casos, los estudiantes sólo se limitaron a explicitar la etapa tres, que implica transcribir la definición del texto, puesto que es la más simple; sólo en unas pocas respuestas utilizaron el recurso de sinonimia a través de (sub) sistemas gramaticales de expansión (reformulación), para parafrasear los conceptos entendidos del texto fuente con sus propias palabras o a través del uso de sustantivos como sinónimos del proceso mencionado:

*Ejemplos:*

{ De explicitación de la etapa 3:

“Mezcla homogénea: agua y sal. Se *disuelve* una de ellas **o sea** la composición es una mezcla de la misma en toda la composición.”

{ De reformulación sinonímica:

“Ejemplo de mezcla homogénea: mezcla de desinfectante y agua. Si un balde posee agua y se le agrega desinfectante, lo que obtendríamos sería la *unión* de estas sustancias, **es decir**, la composición de la mezcla es la misma.”

Además, la mayoría de los estudiantes mostró poner en funcionamiento, en cada respuesta, sólo uno de los sistemas lingüísticos a través de los cuales se realizan las diferentes relaciones de interdependencia y lógico-semánticas propias del discurso académico.

*Ejemplos:*

{ De expansión por elaboración a través de doble reformulación:

“Mezcla homogénea líquida: en un vaso de agua *disuelvo* una cucharada de cacao, o sea (reformulación explícita), *mezclo estas sustancias, la composición va a ser la misma* (reformulación implícita).”

{ De hipotaxis por relación causal explícita, o implícita por yuxtaposición:

“Mezcla heterogénea sólida: En esta mezcla podría señalar como ejemplo a la arena y al plomo, *debido a que la unión de estos componentes no es uniforme*” (explícita).

“Una mezcla heterogénea sólida puede ser la combinación de virutas de plástico con virutas de madera, *será una mezcla no uniforme*” (implícita).

En muy pocos casos, se evidencia un intento por concretar un proceso mental más complejo a través de fases explicativas, que implica la combinación de dos o más sistemas lingüísticos que se necesitan para la organización funcional del tipo de justificación requerida. Sin embargo, estas ideas expresadas por los alumnos no logran ordenarse apropiadamente, lo que se traduce en una relación inadecuada entre los sistemas lingüísticos utilizados. En otras palabras, los alumnos intentan construir un desarrollo explicativo, pero no lo logran debido a diversos problemas en la articulación entre cláusulas, que afectan a la construcción del sentido de las respuestas elaboradas.

Se detallan a continuación algunos casos significativos observados que dan cuenta de este tipo de combinaciones:

{ De sistemas hipotáticos + sistema de expansión por alteración de la relación causal:

“Mezcla homogénea líquida: Un ejemplo de esta mezcla que podría mencionar es el agua y la arena, *ya que su composición es uniforme, debido a que su dicha composición es la misma en toda la disolución.*”

Aquí se observa una combinación recursiva del sistema hipotáctico causal (sistema de interdependencia), con alteración de la función básica del conector causal “*debido a que*”, cuyo significado es, en este caso, reformulativo (sistema lógico-semántico de expansión). Nótese que “*debido a que*” podría reemplazarse por “*es decir*”, ya que la información que se introduce se halla en un mismo nivel semántico. Por otra parte, el uso recursivo de conectores causales desvía la progresión temática hacia varios aspectos, en lugar de focalizarse en uno solo. Además del abuso de la relación causal, la preferencia por el uso de la repetición léxica inmediata y, por tanto, redundante (“*su composición*”) en vez de la sustitución por pronombres (“*ésta*”, “*la misma*”) se presenta de manera generalizada en las respuestas obtenidas.

{ De sistema de expansión mediante la combinación de dos subsistemas: la elaboración reformulativa + el realce espacial:

“Mezcla homogénea: agua y sal. *Se disuelve una de ellas o sea la composición es una mezcla de la misma en toda la composición.*”

En este caso, el intento explicativo del proceso “*disolver*” resulta confuso debido a la construcción pleonástica de la cláusula (“*la composición es una mezcla de la misma en toda la composición*”).

{ De sistemas hipotácticos y paratácticos + sistemas de expansión por extensión a través de comparación contrastiva:

“Ejemplo de mezcla heterogénea: mezcla de arroz y semillas de girasol. *Este tipo de mezcla es totalmente distinto del homogéneo puesto que la composición final es uniforme.*”

En este caso, la construcción referencial anafórica resulta confusa por la articulación de un proceso atributivo comparativo (tesis) seguido de proceso atributivo (argumento). Nótese que no queda claro si el segundo proceso atributivo refiere a la “mezcla heterogénea” o a la “mezcla homogénea”.

“Si se mezcla aserrín con arena la mezcla da como resultado una mezcla heterogénea, (*ya que <es una mezcla uniforme> y <no puede quedar homogénea>*).”

Este fragmento desarrolla un sistema hipotáctico (interdependencia) compuesto por conjunción de cláusulas contradictorias (sistema paratáctico), de lo que se interpreta que “uniforme” es sinónimo de “no homogénea”, lo cual es una contradicción.

“Mezcla homogénea líquida: agua y bicarbonato. [*No se nota <que esa mezcla tiene dos componentes>*]. [*Esto sólo <si se lo mira>*], (*porque <si se lo prueba> son notorios los dos componentes*).”

Aquí se observa una combinación de sistemas hipotácticos explícitos y paractácticos por yuxtaposición, que dan como resultado también cláusulas contradictorias, ya que no queda claro si se justifica el ejemplo como mezcla homogénea o heterogénea.

{ De sistemas hipotácticos recursivos (<causal <condicional> >):

“Un ejemplo de mezcla homogénea líquida sería la salmuera, (**ya que** <si mezclamos sal con agua> la sustancia a simple vista no se altera).”

En este caso, hay un intento por recuperar las fases previas a la de clasificación de mezcla del texto fuente (párrafo 3); pero debido a que la recuperación sólo es léxica (se menciona el ítem “sustancia” pero no se desarrollan las fases de la justificación), en la respuesta (tentativa de explicación), se confunde el concepto de “mezcla” con el de “sustancia”:

## 6. Conclusiones

En lo que precede hemos expuesto parte de nuestro análisis acerca de la forma en que los expertos y novatos<sup>9</sup> construyen explicaciones sobre procesos y/o fenómenos estudiados por la ciencia, centrando la atención, en esta ocasión, en las elaboraciones que realizan los estudiantes–novatos para ejemplificar y justificar esas cuestiones dentro del campo disciplinar de la Química.

En términos generales, los resultados parciales obtenidos en relación con estas producciones permiten concluir que la mayor cantidad de los alumnos participantes en la experiencia no ha podido asimilar la secuencia explicativa enunciada en el texto fuente, en tanto no ha logrado ejemplificar novedosamente los razonamientos lógicos o argumentos que allí se presentan. La realización acertada de esta actividad de ejemplificación hubiera evidenciado la capacidad de reponer esos argumentos en un contexto diferente al que se presentan originalmente y, consecuentemente, la corroboración de haber superado el nivel de la mera recuperación de información y logrado la comprensión del fenómeno/proceso expuesto.

Más dificultades aun han mostrado a la hora de justificar la información presentada como ejemplos, procedimiento que hubiera evidenciado un “cierre” en la comprensión de los conceptos planteados en el texto original, en tanto la justificación de los propios casos dados exige un juego de ida y vuelta en el razonamiento del alumno que lo lleva a “pivotear” entre el caso concreto y la abstracción que define el objeto seleccionado como ejemplo dentro de la categoría tratada.

La comprensión<sup>10</sup> de la explicación desarrollada en el texto fuente requería un proceso mental mediante el cual se integraran y jerarquizaran adecuadamente todos los conceptos expuestos. En este caso particular, la explicación original se encuentra fraccionada en micro procesos explicativos referidos a distintos subtemas (sustancia, mezcla, etc.) que se presentan en diferentes párrafos. Por tanto, y como ya se ha señalado, para elaborar una justificación o explicación de otro ejemplo de mezcla homogénea

o heterogénea era necesario recuperar la información que presentaban los diferentes párrafos (niveles o escalones) para construir argumentos válidos y confirmar la asimilación de los conceptos planteados en relación con el fenómeno o proceso explicado.

Desde el punto de vista lingüístico funcional, en el campo de la ciencia el alumno no sólo debe lograr aprender el contenido de una disciplina y saber identificar cuáles son aquellos conocimientos válidos de su campo disciplinar y cuáles no (en este caso, saber cuándo se está en presencia de una sustancia, de una mezcla, del tipo homogéneo o del tipo heterogéneo, y cuáles son las similitudes y diferencias entre estos conceptos). También resulta imprescindible que pueda saber dar cuenta de sus conocimientos y elaborar los argumentos que permitan exponer con claridad un razonamiento lógico, lo cual se manifiesta a través del desarrollo de una explicación ordenada y completa.

Según se describieron las fases del razonamiento implicadas en el planteo de la consigna 1, se observa que, para su concreción, los estudiantes debían combinar los sistemas lingüísticos de interdependencia y lógico-semánticos, lo cual exige un esfuerzo de interpretación y ordenación de la información mucho más compleja, que permita traducir los procesos cognitivos a los procesos lingüísticos.

Puntualmente, el análisis del caso aquí presentado nos ha permitido comprobar que, en general, nuestros estudiantes no logran aplicar la combinación de los sistemas lingüísticos necesarios que realicen las diferentes relaciones de interdependencia y lógico-semánticas propias del discurso académico. Sólo lo hacen de manera fragmentada o combinan esos sistemas de manera inadecuada, desarrollando una explicación desarticulada al nivel de sus cláusulas que afecta a la construcción del sentido de las respuestas elaboradas.

Evidentemente, el desafío que se le presenta a la comunidad académica y, particularmente, a los que estamos interesados en mejorar las competencias de lectoescritura de los estudiantes universitarios, es comprender y valorizar desde una perspectiva integral, es decir, interdisciplinaria (lo cual requiere una disposición flexible a reenfocar los problemas y su análisis) el hecho de que elaborar una explicación científica implica dos procesos complementarios, a saber:

{ Uno de tipo *cognitivo*, es decir, desarrollar y poner en funcionamiento ciertas competencias mentales a través de diversas *actividades de comprensión*.

{ Otro de tipo *lingüístico*, es decir, utilizar los recursos necesarios para construir y poner en discurso la explicación; aquí es donde la propuesta de Halliday proporciona no sólo nociones para describir, interpretar y explicar la organización funcional de los complejos de cláusulas, sino también herramientas útiles para que los estudiantes —elaborando una adecuación pertinente a sus necesidades— puedan elaborar explicaciones claras y completas acerca de los conocimientos aprendidos (comprendidos) y que deben comunicar a otros en diversas situaciones sociodiscursivas.

La realidad nos muestra que, a pesar de las buenas intenciones que se pueden observar en algunas instituciones, esta complementariedad entre cognición y lenguaje no es percibida por los diferentes actores involucrados en el problema. La mayoría

de los estudiantes que se inician en la formación universitaria no tienen incorporada esta concepción sobre el modo en que se genera y comunica un saber, y son pocos los profesores de las distintas disciplinas específicas los que reconocen que esta relación implica otra manera de asimilar los conocimientos aprendidos, de razonarlos y de gestionar la puesta en discurso exigida en diversas situaciones sociocomunicativas propias del ámbito académico.

La pregunta es: ¿cómo guiarlos en un aprendizaje que necesariamente atienda estas cuestiones multiniveles y a la vez resulte accesible, dinámico y valioso para los propios estudiantes y los docentes?

Es éste el interrogante que queremos despejar a partir de nuestro trabajo de investigación y consideramos que el proceso desarrollado hasta el momento va aportando valiosos frutos en relación con la identificación de cuáles son aquellos conceptos y categorías lingüísticas de la LSF que servirían para trabajar en el aula donde se forman ingenieros, además de permitir reconocer la conveniencia de ampliar el horizonte de la investigación a otras líneas teóricas del lenguaje que puedan sumar elementos valiosos a nuestra propuesta didáctica.

Recuperando todo el proceso desarrollado hasta el momento en el marco del proyecto, se puede concluir que son varios los factores intervinientes en los problemas presentados por los alumnos para comprender y construir explicaciones acordes al nivel de profundización que exige la formación superior de las carreras de ingenierías.

**Entre estos factores podemos identificar dos clases de competencias:**

{ Aquellos conocimientos conceptuales referidos al propio campo disciplinar, como son el manejo de conceptos básicos de la Química (materia, espacio, sustancia, mezcla, etcétera).

{ Los conocimientos lingüísticos, que a su vez pueden referirse al uso de estrategias a nivel superficial del texto (vocabulario técnico, conectores) o correspondientes a un nivel más profundo y enlazados al proceso de progreso de la información de manera lógica (sistemas lingüísticos intercláusulas). También, estos conocimientos lingüísticos involucran a los procesos de pensamiento que se ponen en acción cuando se busca tanto interpretar como reelaborar explicaciones científicas. En este último nivel, también incluimos las actividades metacognitivas que permiten ir “regulando” ese proceso de adquisición de conocimiento, como puede ser, por ejemplo, preguntarse: qué implica “justificar”.

En cuanto a aquellas estrategias lingüísticas que se identifican como claves para la propuesta didáctica a implementar, que han surgido de la integración de las distintas fases de análisis del discurso de los expertos y del producido por los propios alumnos, se redefine el plan de trabajo y se confirma que los temas a desarrollar en las clases de COE con los alumnos del siguiente cuatrimestre se referirán a:

{ Desarrollo y aplicación del *vocabulario técnico propio del campo de la Química*, distinguiéndolo del vocabulario de uso cotidiano o de “vulgata” para asegurar el rasgo de precisión y exactitud propio del discurso científico.

{ *Identificación/reposición de conectores lógicos* que permiten identificar/explicitar las

relaciones lógicas establecidas entre los conceptos intervinientes en el proceso/fenómeno y colaboran como pistas para la interpretación del lector y como organizadores del flujo de pensamiento del escritor.

{ Uso de *metáforas gramaticales* como determinantes de un discurso más complejo y abstracto que se requiere para dar cuenta de los hechos de la ciencia y cuya aplicación implica una construcción oracional diferente a la habitualmente manejada por los estudiantes.

{ *La organización/fases y avance informativo que presenta una secuencia explicativa* para cumplir la función de hacer comprender el porqué de esos hechos, atendiendo especialmente a la deconstrucción de cada fase y la posterior recuperación integral de la información contenida en la secuencia como unidad de significado.

{ La práctica constante de *actividades metacognitivas* que forman parte de las habilidades de pensamiento analítico requeridas para desempeñarse en el ámbito académico superior y que permiten la propia regulación del aprendizaje por parte del alumno y el desarrollo de un pensamiento crítico y creativo.

Ésta es una tarea prevista a futuro dentro de nuestro proyecto de trabajo que permitirá corroborar la productividad de abordar el aprendizaje de las ciencias desde la integración de la léxico–gramática, el contexto y el significado en la construcción de un campo disciplinar específico, desarrollando propuestas de enseñanza que exceden los límites establecidos por los contenidos planificados para cada asignatura en particular y producen beneficios más importantes que los que se puedan lograr individualmente y de manera aislada. Esta empresa, naturalmente, exige un trabajo colaborativo y entusiasta de todos los agentes involucrados, que tenga como fin mejorar el desempeño académico de nuestros alumnos durante toda su formación.

63 { mattioli...

#### Referencias bibliográficas

**Adelstein, A; Kuguel, I.** *Los Textos Académicos en el Nivel Universitario*. Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento. 2005.

**Ausubel, D.P.** (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (comp.). *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el curriculum*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires.

**Bajtín, M.** *Estética de la creación verbal*. México: S. XXI. 1992. 5ª. edición.

**Blaxter, L.; Hughes, C. y Tight, M.** (2000). *Cómo se hace una investigación*. Barcelona: Gedisa. 2002.

**Calsamiglia Blancafort, H.; Tusón Valls, A.** *Las Cosas del Decir. Manual de Análisis del Discurso*. Barcelona: Ariel. 1999.

- Carlino, P.** *Escribir, leer y aprender en la Universidad: Una introducción a la alfabetización académica*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica. 2005.
- Chang, R.** *Química*. México: McGraw Hill. 2003. 4º. edición. Págs. 8–11.
- Danna, M.A.; Barrios, R.J.; Disalvo, E.A.; Sirimaldi, A.S.** *Práctica Docente en Química*. Rosario: Corpus. 2005.
- Eisner, E.** *Cognición y Curriculum*. Buenos Aires: Amorrortu. 1998.
- Elliot, J.** *La Investigación–Acción en Educación*. Madrid: Morata. 1990.
- Fairclough, N.** (1992). *Discourse and Social Change*. Cambridge: Polity Press. 1995.
- Flick, U.** *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata. 2007.
- García Negroni, M.** "Argumentación y polifonía en el discurso científico–académico. A propósito de ciertos conectores especializados en la transgresión argumentativa". En *Rasal*, I. 2005. Págs. 11–24.
- Ghio E.; Fernández M.D.** *Manual de Lingüística Sistemico Funcional. El enfoque de M.A.K. Halliday y R. Hasan. Aplicaciones a la lengua española*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL. 2005.
- *Lingüística Sistemico Funcional. Aplicaciones a la lengua española*. Santa Fe, Argentina: Ediciones UNL. 2008.
- Halliday, M.A.K.** *Linguistics Studies of Text and Discourse*. Webster, J. (ed.). *Collected Works of M.A.K. Halliday*, Vol. 2. Londres–Nueva York. 2002.
- Hernández Sampieri, R.; C. Fernández Collado, y P. Baptista Lucio.** *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill. 2000.
- Montolío, E. (coord.); M. Garachana y M. Santiago.** *Manual de escritura académica*. Barcelona: Ariel. 2000.
- Moyano, E.** "Enseñanza de habilidades discursivas en español en contexto preuniversitario: una aproximación desde la LSF." En revista *Signos*. Vol. 40, n° 65. Valparaíso. 2007.
- "Escritura académica a lo largo de la carrera: un programa institucional." En revista *Signos*. Vol. 43, n° 74. Valparaíso 2010. En prensa.
- Morán Oviedo, P.** "Propuesta de evaluación y acreditación en el proceso de enseñanza–aprendizaje desde una perspectiva grupal." En revista *Perfiles Educativos*. México: UNAM. 1985.
- Parodi, G.; Núñez, P.** "En búsqueda de un modelo cognitivo/textual para la evaluación del texto escrito." En Martínez, M. (comp.). *Comprensión y producción de textos académicos: expositivos y argumentativos*. Cali: Universidad del Valle. 1999. Págs. 83–117.
- Parodi, G.; Gramajo, A.** "Los tipos textuales del corpus técnico-profesional PUCV 2003: una aproximación multiniveles." En revista *Signos*. Vol. 36, n° 54. Valparaíso. 2003. Págs. 207–223.
- Perkins, D.** *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona: Gedisa. 1995.
- Sanjurjo, L.; Vera, T.** *Aprendizaje significativo y enseñanza en los niveles Medio y superior*. Rosario: Homo Sapiens. 1994.
- Sánchez Miguel, E.** *Comprensión y redacción de textos*. Barcelona: EDB. 1998.

**Sandoval, G.** "Investigación interdisciplinaria en la investigación social." En *Nexos. Boletín Informativo del Programa de Investigación Estratégica en Bolivia*. Vol. 8, n° 31. 2008. Disponible en: «<http://www.pieb.com.bo/UserFiles/File/PDFs/NEXOS-31.pdf>».

**Spiro, T.G.; Stigliani, W.M.** *Química Medioambiental*. Madrid: Pearson Educación SA. 2004.

**Valles, M.** *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis. 1997.

**Zamudio, B.; Atorresi, A.** *El texto explicativo y su aplicación y su enseñanza*. Buenos Aires: Prociencia Conicet. 1998.

——— *La explicación*. "Enciclopedia semiológica." Buenos Aires: Eudeba. 2000.

## Notas

<sup>1</sup> Cabe señalar que, si bien los textos seleccionados constituyen traducciones, se priorizó trabajar con los que efectivamente son de lectura obligatoria y fundamental para el desarrollo de los contenidos de la materia y, por lo tanto, aquellos sobre los cuales los estudiantes deben aplicar sus competencias de lectoescritura académica.

<sup>2</sup> Considerando que los alumnos estaban organizados en dos comisiones, cada grupo trabajó un tema diferente: La comisión 1 se abocó a "Clasificación de la materia" y la comisión 2 a "El efecto invernadero".

<sup>3</sup> Categoría que se aplica a una parte del texto que contiene una secuencia informativa particular que le permite cumplir una función comunicativa determinada y relativamente independiente dentro del texto completo (Adelstein y Kuguel, 2005).

<sup>4</sup> Los campos semánticos, según Halliday, pueden caracterizarse como espacios textuales en los que la aparición de determinadas palabras es esperada en relación con el tratamiento de una situación particular que se lleva a cabo (Ghio; Fernández, 2005:130).

<sup>5</sup> Cuando decimos evaluación, coincidimos con lo dicho por Morán Oviedo (1985:11): "no se debe seguir considerando a la evaluación como una actividad terminal, mecánica e intrascendente, con intensiones fundamentalmente administrativas, ya que, en esencia, constituye un proyecto de investigación que, además de abordar teóricamente el problema a investigar, debe determinar a su vez las estrategias de recuperación e interpretación de la información más significativa".

<sup>6</sup> David Ausubel propuso el término "aprendizaje significativo" para designar el proceso a través del cual la información nueva se relaciona con un aspecto relevante de la estructura del conocimiento del individuo. El aprendizaje significativo se produce por medio de un proceso llamado "asimilación". En este proceso, tanto la estructura que recibe el nuevo conocimiento como este nuevo conocimiento en sí resultan alterados, y dan origen a una nueva estructura de conocimiento.

<sup>7</sup> La colocación es la cohesión resultante de la co-ocurrencia de ítems léxicos que están típicamente asociados uno a otro. La base para establecer colocaciones es semántica, ya que este tipo de relaciones léxicas son independientes de la estructura y pueden dispersarse en largos fragmentos del discurso. Para más información ver: Ghio; Fernández (2005).

<sup>8</sup> Remitirse a lo planteado en el punto 3.

<sup>9</sup> Términos acuñados inicialmente por la psicología cognitiva para hacer referencia a dos situaciones extremas respecto al conocimiento sobre un campo o dominio específico y su organización.

<sup>10</sup> *Comprender* en el sentido de Perkins (2001:82): “la comprensión como un estado de capacitación. Cuando entendemos algo, no sólo tenemos información sino que somos capaces de hacer ciertas cosas con ese conocimiento. (...) [llamadas] *actividades de comprensión*”. Por ejemplo: *explicar, ejemplificar, aplicar, justificar, comparar y contrastar, contextualizar, generalizar, etcétera*.