

**LOS CONTENIDOS DE CIENCIAS NATURALES EN LA ENSEÑANZA
UNIVERSITARIA: ESPECIFICIDAD, ABSTRACCIÓN Y ORIENTACIÓN PROFESIONAL**

Lorenzo, María Gabriela

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Junín 956 (C.P. 1113).

E-mail: glorenzo@ffyb.uba.ar

Resumen

El trabajo diario de los científicos hace incrementar de manera ininterrumpida los conocimientos en cada campo disciplinar. De este modo, la enseñanza de cada una de las asignaturas debe revisar periódicamente los contenidos que integran sus planes de estudio, especialmente en el nivel universitario. Al mismo tiempo, los administradores y docentes han de tomar decisiones sobre aquello que resulta fundamental y básico para el aprendizaje de un área y sobre aquello que constituye un conocimiento de frontera. A pesar de la relevancia de esta situación, poco se ha dicho sobre la selección y secuenciación de contenidos en asignaturas de nivel superior. Por ende, en este trabajo presentamos algunas herramientas para ayudar a los docentes en la reflexión sobre sus programas de contenidos, considerando distintas formas de clasificación, y los criterios para su posible selección y posterior secuenciación, señalando las particularidades de este nivel en relación con la del nivel secundario ampliamente estudiado por la literatura especializada.

Palabras clave

Selección de contenidos, secuenciación de contenidos, clasificación de contenidos, nivel universitario.

Abstract

Daily scientist work provokes a no-ending increase of knowledge in each realm of science. In this way, each science teaching periodically needs to review the subject-matter contents of its syllabus, mainly at college. At the same time, administrators and faculties must make decisions about what issues are basic and foundational topics, and which of them are a frontier knowledge to be taught. Although their importance, there is not much information about subject-matter contents selection and sequencing at high education. Therefore, in this work, some tools and ideas are presented to help teachers to reflect about their matters. Subject-matter contents classification, selection and sequencing are discussing here. In order to differentiate high education of very studied secondary school by literature, special features of university are enlightened.

Key words

Content Selection, Sequencing of Contents, Types of Contents, High Education.

Los escenarios formales para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

La construcción de conocimiento sobre los diversos temas que hoy estudian las ciencias comienza desde edades muy tempranas de nuestro desarrollo, a través de las interacciones de nuestro cuerpo con el mundo que nos rodea, de las sensaciones que percibimos desde fuera y desde dentro, y de la forma en que le otorgamos algún sentido a eso que nos pasa (Pozo, 2017). Estas primeras interacciones con el mundo natural y con las demás personas son las responsables de nuestras primeras concepciones sobre los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor, las cuales han sido denominadas como *concepciones espontáneas* y *concepciones sociales*, para diferenciarlas de las *concepciones analógicas* construidas en el ámbito escolar (Pozo, Sanz, Gómez Crespo y Limón, 1991). Esta manera de darle sentido al mundo presenta una gran funcionalidad y por ende genera ideas que resultan resistentes al cambio durante la enseñanza. Las dificultades para llevar adelante tales cambios en los conocimientos de los estudiantes dieron origen a todo un movimiento de investigación que tuvo su auge durante la década de 1990 denominado de las *concepciones alternativas* (o *misconceptions* en inglés), el que fue acompañado por la idea de *cambio conceptual* (Baquero y Limón Luque, 2011, Pozo, 1999) como meta de la enseñanza formal. Si bien, por nuestros días, esta línea ha perdido impulso, pueden todavía encontrarse interesantes derivaciones para la enseñanza de las ciencias (Carrascosa, 2005).

Los conocimientos previos de cada individuo, ya sean considerados como concepciones alternativas, más o menos correctas, desacertadas o incompletas, o como conocimientos genuinos, habrían de ser tenidos en cuenta a la hora de planificar cualquier secuencia de enseñanza de acuerdo con la reconocida máxima de Ausubel (1975): *“Averigüe lo que el alumno ya sabe, y enséñele en consecuencia”*. En este sentido, nos interesa considerar aquí en especial, aquellos contextos donde exista una intencionalidad de aprendizaje, donde se diseñen tareas y actividades, se establezcan formas de presentar y de hacer esas actividades con una meta clara preestablecida. Nos referimos a los contextos formales representados por las instituciones educativas. Y, particularmente, haremos hincapié en los contextos de educación superior, que es el ámbito en donde planteamos esta discusión. Sin desmedro de esto, creemos que muchas de las cuestiones que a continuación plantearemos, pueden resultar de utilidad para otros niveles educativos.

Entre los variados aspectos que distinguen a la enseñanza superior de la de otros niveles educativos, además de que se trata de una educación no obligatoria, se encuentran el alto grado de especificidad de los contenidos y la necesidad de garantizar la calidad de la formación de los egresados de sus aulas. Tanto es así que, por ejemplo, las profesiones vinculadas a temas de salud o las ingenierías son consideradas carreras de interés público y se encuentran reguladas por el Estado. Por ello, a la hora de pensar en las competencias profesionales que nos proponemos desarrollar en nuestros estudiantes, la selección de contenidos resulta un tema central.

En nuestro país, en estos casi veinte años del nuevo siglo, podemos decir que la universidad está caracterizada actualmente por, al menos, los siguientes cinco aspectos (Lorenzo, 2017):

1. La institución universitaria está permeada por los profundos y continuos cambios socioculturales.
2. Los estudiantes llegan a sus aulas con perfiles muy heterogéneos, tanto en su formación previa, como en cuestiones étnicas, religiosas, de género, familiares, entre la gran diversidad posible.
3. A diferencia de la universidad del siglo XX, en nuestros días la universidad se autodenomina como inclusiva. Esto significa que no solo ofrece educación de calidad para alumnos y alumnas diversas como los del punto anterior, sino también debe atender a estudiantes con necesidades especiales, ya sean estas físicas o intelectuales, antes denominadas como discapacidades y hoy, como capacidades diferentes.
4. En cuanto a los planes de estudio, es frecuente observar currícula inflacionarios (Monereo y Pozo, 2003), con una gran cantidad de contenidos acumulados de manera sedimentaria unos sobre otros.
5. Y en cuanto a la formación de los docentes universitarios suele estar basada en sus conocimientos técnicos de la disciplina que enseñan, sin una formación pedagógica formal y sistemática, quedando su capacitación al propio criterio del interesado en la gran mayoría de los casos.

Las interacciones docente-alumno en clases de ciencias naturales en el nivel superior

Las prácticas educativas en el nivel superior se han convertido en los últimos años en un objeto de interés para las investigaciones en didáctica, especialmente por dos motivos. Por un lado, los cambios socioculturales han modificado el paradigma de la formación universitaria (Monereo y Pozo, 2003); y por otro, los jóvenes de hoy no se detienen ante raigambres preestablecidas, sino que muchos de ellos buscan carreras flexibles, propuestas alternativas que se ajusten a su particular manera de concebir el mundo. Estas nuevas variedades de estudiantes provienen de escuelas secundarias heterogéneas e inclusivas, por lo que sus perfiles también son diversos y se amoldan poco a las expectativas de las universidades más tradicionales. Por eso, es frecuente encontrar que cambian varias veces de carrera o simplemente abandonan sus estudios, con la consiguiente preocupación de las generaciones de adultos, ya sean padres, profesores o autoridades académicas. Por otro lado, la formación de nuevos docentes, tanto en las universidades como en los institutos de formación docente, merece una atención diferenciada porque de ellos depende en gran medida, el éxito de la alfabetización de toda la ciudadanía. Estos dos escenarios son de por sí ricos y complejos y debido a su importancia, se han convertido en objetos de estudio y análisis por los enfoques socioculturales y situados de la cognición, el aprendizaje y la enseñanza (Coll y Sánchez, 2008). Es decir que, aunque lo que ocurre en las aulas cuando docentes y alumnos interactúan con el propósito de construir conocimiento de forma compartida (Edwards y Mercer, 1994) es difícil de abarcar por su multidimensionalidad y variabilidad, resulta necesario abordarlos desde la investigación didáctica.

Al pensar sobre nuestra actividad como docentes, seguramente podremos visualizarnos en acción en nuestro salón de clases. Al indagar estas representaciones a docentes de nivel superior que se desempeñan en formación de profesores o en facultades de ciencias a través de una actividad de indagación, existen grandes coincidencias al representar una situación de clase. El aula suele ser un gran anfiteatro, de aquellos clásicos con gradas escalonadas y una pizarra entarimada o, dada nuestra especialidad, algún laboratorio propio de las ciencias naturales. En él, se muestra a los estudiantes realizando diferentes actividades, escuchando, mirando por un microscopio, trabajando en grupos, resolviendo ejercicios. Toda práctica educativa posee estos dos elementos fundamentales, los

docentes y los alumnos. Los docentes responsables de la enseñanza y los alumnos, los responsables por aprender (Fenstermacher, 1986).

Se torna evidente entonces que docente y alumnos son necesarios, pero no suficientes para pensar en las prácticas educativas. Es necesario un tercer componente tan elemental como los dos que hemos mencionado. Esto se evidencia en las representaciones de los docentes que participaron de la indagación, como escritos sobre la pizarra, proyecciones desde un cañón, material de escritura o trabajo sobre los escritorios. Se trata de los contenidos, de aquella sustancia que está en el centro de la interacción entre el docente y sus estudiantes. Estos tres elementos constituyen lo que se conoce como **triángulo didáctico** o triángulo pedagógico que representa el corazón de toda práctica educativa: docente-alumnos-contenido que forma parte de un modelo más complejo que describiremos seguidamente.

En la figura 1, presentamos - utilizando un recurso visual (información gráfica)- una condensación de ideas rectoras sobre nuestro modelo de prácticas educativas, en el que intentamos destacar nuestro objeto de reflexión y análisis. Comenzando con el *triángulo base* con sus tres vértices: D (docente), A (alumnos) y C (contenidos). Ese triángulo está inmerso, sumergido, impregnado en un rectángulo gris que representa el contexto en donde se desarrolla la práctica educativa.

A continuación, vamos a detenernos en el vértice correspondiente a los contenidos. Allí encontramos un nuevo triángulo. ¿Qué intentamos representar con esto?

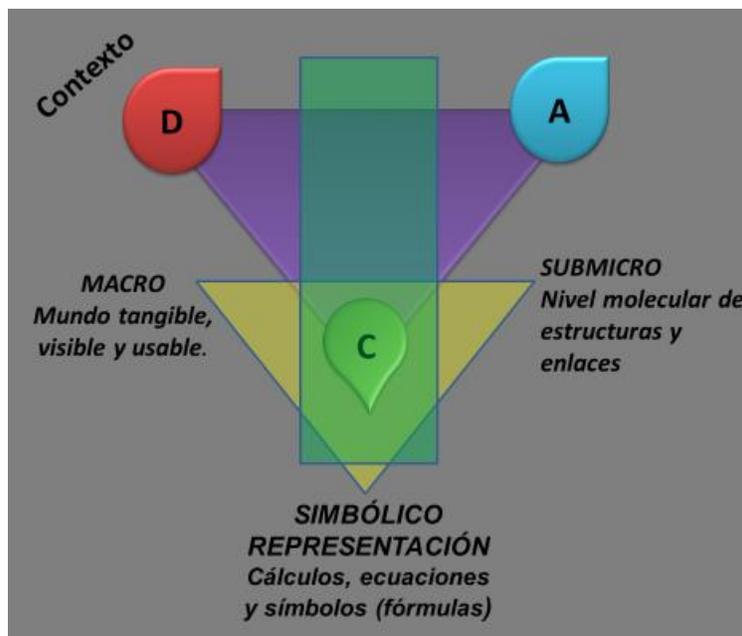


Figura 1. Reinterpretación del triángulo didáctico para las prácticas educativas de ciencias naturales

Este triángulo nos advierte sobre la especial *naturaleza* (naturaleza es una palabra para recordar) de los contenidos que componen las asignaturas del campo de las ciencias naturales. Corresponde al ya clásico modelo de Johnstone propuesto para la educación química (Johnstone, 1982, 1993, 2000) que ha sido revisada por muchos (Talanquer, 2011) y extendida más allá de la química.

Según este modelo, el aprendizaje de las ciencias se basa en el control de tres niveles de pensamiento actuando de manera complementaria. Estos son los niveles *macroscópico*, *submicroscópico* y *simbólico*. Los dos primeros, hacen referencia a las dimensiones de los “objetos de la ciencia”, mientras que el nivel simbólico incluye toda una batería de recursos para representarlos (Lorenzo, 2008). Este nivel en particular, brinda una gran variedad de representaciones simbólicas que constituyen el lenguaje de la ciencia, a partir del cual se puede aprender y construir conocimiento. Estos lenguajes son particulares de cada dominio de conocimiento, poseen sus propias reglas y se caracterizan por la rigurosidad con que definen sus términos técnicos a la vez que sirve como sistema de recursos para la creación de nuevos significados. Dicho de modo general, el lenguaje científico es por tanto, un instrumento para pensar, crear y comunicar conceptos, métodos y metas que trasciende al lenguaje cotidiano.

En este trabajo, prestaremos especial atención al rectángulo vertical y verde de la Figura 1, que intenta representar este contexto de interacción, donde la enseñanza es concebida como la actividad intencional que el docente desarrolla con el fin de que sus alumnos aprendan el contenido que está enseñando recurriendo a la palabra como principal herramienta, pero también a otros recursos semióticos como las representaciones externas y el lenguaje corporal y gestual (Lemke, 2002). En este sentido, cuando un profesor desarrolla determinados contenidos en clase emplea un lenguaje condicionado por el modelo teórico que explícita o implícitamente adopta. Este discurso de los profesores de ciencias naturales, que aparece en sus clases y con ciertas restricciones también en sus materiales, resulta una mezcla de lenguaje coloquial y de lenguaje científico y es utilizado para referirse tanto a los fenómenos del mundo externo (observables a través de los sentidos, como a los del mundo interno -pensamientos y emociones-) como también, a las cuestiones propias de la disciplina (como los procedimientos y teorías de la ciencia).

Está claro que la resignificación de los contenidos enseñados en clase resulta imprescindible para el aprendizaje. En la enseñanza primaria y secundaria se lleva a cabo en la mayoría de los casos, a partir de la negociación y la consecuente construcción de significados compartidos entre el docente y sus alumnos. Sin embargo, en el caso del nivel superior, el diálogo es escaso y predomina el monólogo del profesor (Coll y Onrubia, 1996). Ante tal situación, la negociación y resignificación de los contenidos se vería obstaculizada por la propia dinámica de la clase, en la cual el rol del docente es preponderante y es quien guía e imparte las explicaciones. Asimismo, las interacciones que ocurren en clases universitarias de ciencias conllevan al menos dos aspectos que las distingue de otros niveles educativos, estos son el elevado nivel de abstracción de los contenidos que abordan, y el uso de diferentes sistemas simbólicos, como ya hemos mencionado, no sólo para representar conceptos sino y especialmente para la construcción de nuevos conocimientos.

¿Qué enseñamos cuando enseñamos?

Ya hemos descrito las prácticas educativas en los contextos formales mostrando sus componentes y sus interacciones. A continuación dirigiremos nuestra atención al vértice de los contenidos, que es el concepto que nos convoca. Para el desarrollo de este tema, le solicitamos al lector su colaboración para responder algunas cuestiones a medida que

avanzamos en el texto porque creemos que de este modo podrá participar en la construcción de conocimiento:

Piense y escriba entre 3 y 5 tópicos (temas) que usted enseñe en su materia.

Sería de gran utilidad que este ejercicio pudiera hacerlo con un colega.

Seguramente, aquello que respondió en la actividad anterior, corresponde a los contenidos de su asignatura. Como ya hemos dicho, el contenido es aquello que nos vincula directamente a la disciplina, es aquello sobre lo cual el docente ha de organizar su propuesta de enseñanza, y es aquello que permitirá a los estudiantes construir nuevo conocimiento sobre un determinado campo. Su presencia es ineludible en toda práctica educativa, de igual manera que la del profesor y la de los estudiantes.

Sin embargo, es necesario resaltar que de todos los conocimientos que son propios de una disciplina, que han sido consensuados por una comunidad científica a lo largo del tiempo, los contenidos de un determinado programa son necesariamente un recorte. Es decir, denominamos contenidos al recorte de conocimientos propios de un área disciplinar que han sido seleccionados con el fin de ser enseñados en una determinada propuesta curricular. Y en un sentido amplio, esos contenidos han de desempeñar un rol determinado en el desarrollo de las competencias profesionales a los que toda carrera universitaria debe atender.

En resumen, los contenidos son:

- Una selección de conocimientos propios de la disciplina con fines de ser enseñados.
- Un recorte intencional de un determinado dominio de conocimiento.

En conclusión, debe quedar claro, que nunca son la totalidad de conocimiento de una disciplina. Es decir, no se puede nunca enseñar todo lo que se sabe sobre determinado tema.

La literatura ha aportado ciertos criterios que permiten reconocer y clasificar diferentes tipos de contenidos, lo que facilita pensar sobre ellos y analizarlos. Si bien, toda clasificación es arbitraria y los límites pueden tornarse difusos, tomaremos dos propuestas que resultan útiles para reflexionar sobre los contenidos.

Una primera clasificación, conocida como la propuesta por César Coll - que ya es un clásico de la didáctica- (Coll, Pozo, Sarabia y Valls, 1994) organiza a los contenidos en tres tipos fundamentales:

- **Conceptuales:** Son aquellos que se refieren a hechos, conceptos, leyes y teorías. (Ej.: el punto de fusión del hielo es cero grados Celsius, $F = m \cdot a$)
- **Procedimentales:** incluyen las técnicas y las estrategias (Ej.: medir ángulos, reconocer un cambio organoléptico, armar un equipo, pesar usando una balanza, resolver problemas).
- **Actitudinales:** se vinculan a los valores y normas propias de la disciplina que se enseña (Ej.: Importancia de otorgar significado al dato experimental, respeto por las normas de seguridad en el laboratorio, modo de trabajo al realizar un dibujo técnico, responsabilidad al informar un resultado).

En palabras de Ignacio Pozo, podría plantearse una “analogía química” asemejando a estos tipos de contenidos con los estados de agregación de la materia. Así, los contenidos conceptuales podemos imaginarlos como materia sólida, que puede ser manipulada, vista, recortada, organizada. Los contenidos procedimentales necesitarían un recipiente que les otorgue forma, por ejemplo, mirar a través de un microscopio es un conocimiento en sí mismo, es una técnica que debe ser aprendida, y por tanto, es un contenido procedimental, pero que su enseñanza discurre paralela a otras técnicas de observación o reconocimiento de tipos celulares. Por último, aquellos contenidos descritos como actitudinales, se asemejan al estado gaseoso, de características más sutiles y expansivas, impregnando todo lo demás. Aquí entran en juego aspectos vinculados a las responsabilidades éticas de las profesiones, la importancia del cuidado (personal, del otro, del ambiente) en los trabajos de laboratorio, la rigurosidad en la presentación de un informe (por ejemplo, el resultado de una glucemia).

Cambiando el ángulo de análisis, y tratando de considerar la importancia relativa de unos contenidos por sobre otros, Miguel Ángel Zabalza (2007) propone otra forma de clasificar a los contenidos. Para este autor, también son tres tipos, a saber: esenciales, necesarios y recomendables. Es fácil imaginar, a que refiere cada uno. Digamos que una vez finalizado un curso, los estudiantes deberían haber comprendido los contenidos esenciales. Esto tiene una importante correlación con las evaluaciones, con los

exámenes. Desde este posicionamiento teórico, debería pensarse la evaluación de manera de que un alumno pudiera aprobar acreditando su conocimiento sobre los contenidos esenciales, y para acceder a un sobresaliente debería responder correctamente a las preguntas que refieran a los contenidos recomendables. Surge entonces la pregunta, si imaginamos una prueba escrita de diez preguntas: ¿Cuántas preguntas deberían corresponder a contenidos esenciales? ¿Cuántas a contenidos necesarios? ¿Y cuántas a contenidos recomendables?

Retomemos ahora la actividad que planteáramos al inicio de esta sección. Al formular esta misma pregunta a profesores en actividad, las respuestas más frecuentes que solemos encontrar corresponden a la clásica enumeración de contenidos conceptuales. Algún que otro contenido procedimental y por lo general, los contenidos actitudinales están ausentes. ¿Cuál fue su respuesta? Nos atrevemos a especular con que la mayoría de los contenidos enunciados, corresponden a contenidos esenciales siguiendo la clasificación propuesta por Zabalza; y, que habrá coincidencia con las respuestas mencionadas anteriormente. Esto muy probablemente se deba que la tradición académica enfatiza su organización sobre los contenidos conceptuales habiendo compilado extensos temarios sobre teorías, modelos, datos y hechos, dejando de lado otras formas de conocimiento. Es probable también, que esta dificultad para pensar sobre los contenidos que integran una asignatura esté relacionada con un problema de lenguaje y con la forma académica de presentación de los contenidos. Por ejemplo, al pensar sobre un sistema de clasificación (los vertebrados, los tipos de células, los estados de agregación de la materia, por mencionar algunos), si se estudian los criterios que dan lugar a dicho sistema, se trataría de un contenido conceptual, mientras que ser capaces de reconocer un dado elemento como parte de una categoría en particular, correspondería a un contenido de tipo procedimental. El lenguaje académico parece admitir que, enunciando el concepto, se sobreentiende todos los demás aspectos que estarían incluidos en él.

Selección y secuenciación de contenidos

Ya ha quedado claro que los contenidos son cierta INFORMACIÓN que se elige para ser comunicada con la intención de que el otro (los estudiantes) la aprenda. Sin embargo, la tarea de elegir los contenidos y cuánto hay que elegir, no es sencilla y no puede realizarse de manera improvisada.

Existen diversos niveles de responsabilidad a la hora de seleccionar contenidos. La selección podría considerarse a nivel de un plan nacional, en una determinada institución o en una pequeña aula. Siempre habrá ciertos contenidos prescriptos. Sin embargo, cada docente también revisa, prioriza, descarta o agrega contenidos al planificar su clase para su grupo particular de alumnos. Lo importante entonces es conocer cuáles son los criterios que entran en juego a la hora de elegir, de recortar del amplio campo disciplinar, aquellos conocimientos que resultan relevantes para la formación de los estudiantes.

Algunos criterios para la selección de contenidos

- ***Epistemológico.*** Se refiere a aquellos contenidos que responden al desarrollo disciplinar. Explican los orígenes de determinados modelos y teorías, los fundamentos metodológicos y las controversias que ocurrieron a lo largo de la constitución del campo y predisponen a pensar hacia adelante.
- ***De representatividad.*** Alude a contenidos que son elegidos porque permiten mostrar, incluir, referenciar a otros contenidos de una misma categoría. Por ejemplo, tomar el caso del fémur como representativo de los huesos largos, o a la glucosa, de los hidratos de carbono.
- ***De especificidad.*** Ciertos contenidos, y en particular en los estudios universitarios, son propios y característicos de una determinada disciplina y no serán incluidos en ningún otro programa, por lo que necesariamente, deben ser incluidos en determinada asignatura.
- ***Psicológico.*** Estos criterios toman en cuenta las posibilidades e intereses de los estudiantes para el aprendizaje. Si bien no existen restricciones para el aprendizaje de los contenidos de nuestras asignaturas, si es cierto que los conocimientos previos, o el entrenamiento que hayan recibido sobre tal o cual técnica, requiere pensar cuidadosamente qué y en qué orden son presentados en la clase.
- ***Pedagógico.*** De manera complementaria, estos criterios consideran las posibles estrategias de enseñanza, los recursos disponibles (tanto los materiales como el tiempo), u otros aspectos propios del docente, que también entran en juego a la hora de elegir y organizar los contenidos y al planificar una clase.

- **Sociológico.** Ningún plan de estudios, ni ninguna clase, ocurren en el vacío o en un sistema aislado e ideal. Muy por el contrario, se insertan en una determinada sociedad, con ciertos valores y temores, que atraviesan el currículum. Posturas sobre el origen de la vida, el aborto o la clonación, son ejemplos claros de temas que despiertan una sensibilidad social muy importante.
- **PROFESIONAL.** Todos los criterios anteriores son de aplicación generalizada sin considerar el nivel educativo. Sin embargo, el criterio profesional queda reservado para el nivel superior y universitario, donde el perfil para el desempeño laboral y las competencias profesionales han de ser uno de los ejes rectores de la formación.

En cuanto a cuál es la mejor forma de ordenar la presentación de los contenidos durante una clase, en toda una asignatura, o a lo largo del plan de estudios de una carrera completa, nos referimos a lo que se conoce como secuenciación de contenidos (Gallegos, 1998). Entendemos una **secuencia** como una serie de diversos elementos que se relacionan entre sí mediante una acción recíproca y característica, dando lugar a una sucesión lineal dotada de coherencia interna y de especificidad de actuación.

Una guía para orientarnos en dicho ordenamiento sería, a partir de tener clara nuestra meta de enseñanza (el para qué), siguiéramos los pasos que se presentan en la figura 2.



Figura 2. Claves para la secuenciación de contenidos

Esto significa, que podemos empezar con aquellos contenidos que permiten la identificación y descripción del problema o tema en cuestión, avanzar con aquellos que requieren una mayor elaboración del pensamiento, estableciendo conexiones y las

interrelaciones necesarias para, finalmente, abordar las cuestiones del uso y la aplicabilidad de dichos contenidos.

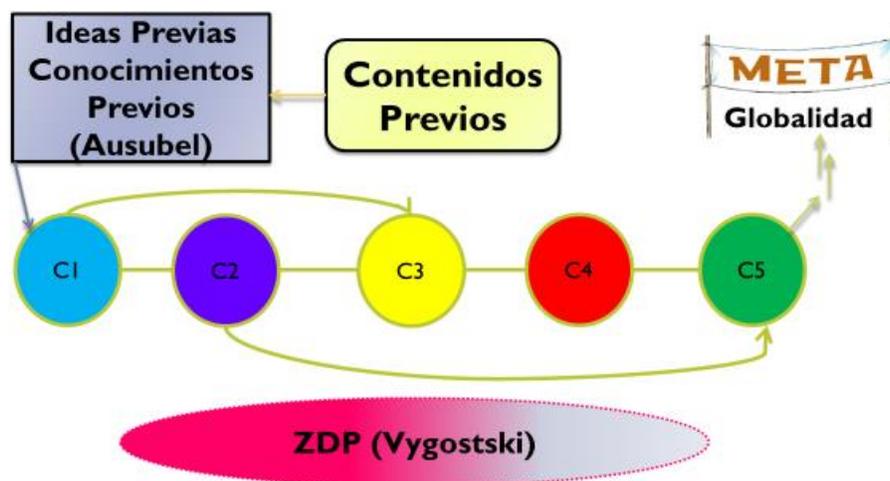


Figura 3. Ejemplo de secuenciación de contenidos

Otra forma de presentar las ideas para la secuenciación de los contenidos se muestra en la figura 3. De igual manera, la meta debe ser un punto claro y explícito a ser alcanzado. Luego, la recuperación de los conocimientos previos de los estudiantes (una mezcla de ideas intuitivas con otras escolares derivadas del estudio de contenidos de asignaturas previas) servirá como anclaje para el aprendizaje de los nuevos contenidos.

La secuencia debería además permitirnos, establecer más de una conexión posible entre dos contenidos. Esto queda ejemplificado en el dibujo en el caso de los contenidos 1 y 3 (C1 y C3), que podrían presentarse uno a continuación del otro omitiendo C2, en el caso de que los estudiantes ya lo conocieran (sería un caso de flexibilidad anticipada). Por otro lado, la secuencia también debería permitir el ida y vuelta, mostrando esa estructura espiralada y recursiva propia de la enseñanza.

Tanto la selección de los contenidos como su secuenciación, forman parte de una actividad más general propia de la enseñanza, conocida como planificación. Una planificación puede plasmarse con diferentes niveles de concreción, en un nivel micro como el correspondiente a un momento particular de una clase particular, hasta un nivel más macro, como el plan de estudios de una carrera universitaria o hasta la planificación de todo un sistema educativo.

Si bien no existe una única manera de planificar, lo importante es que la planificación sea realizada de una manera fundamentada atendiendo a propósitos y objetivos claros. En este sentido, veremos a continuación (Figura 4), algunos criterios para pensar sobre la planificación, en particular en lo que refiere a la selección y secuenciación de los contenidos. Aunque presentemos los títulos de manera general, les pedimos a los lectores que reconozcan en ellos, sus propios contenidos y criterios posibles.

De lo...	A lo...
Familiar	Desconocido
Simple	Complejo
Global	Detalle
Intuitivo	Idealizado
Concreto	Abstracto
Dado	Nuevo

Figura 4. Criterios para pensar la planificación

Sin embargo, debemos estar atentos que estos criterios han de estar atravesados y son interpelados por tres principios rectores:

- 1) **Flexibilidad:** Las planificaciones han de ser flexibles, entendido en contraposición a programaciones rígidas inamovibles. Esto no significa que no se cumpla con lo pactado o con lo establecido en el programa de estudios, sino más bien, que ese cumplimiento se vaya ajustando de acuerdo con los avances y dificultades que se presentan en cada clase, con cada grupo de estudiantes, en cada circunstancia institucional y hasta social. Podríamos pensar muchos ejemplos a este respecto.
- 2) **Interés del alumno:** Este punto debe su importancia, no a la falta de interés de los estudiantes como en aquellos casos en que sí presentan curiosidad y están especialmente motivados con algo. Una respuesta muy habitual en la enseñanza es “eso lo vamos a ver más adelante” o “no forma parte del programa”, o lo que es aún peor “esto no lo vas a entender”. Estas respuestas llevan al estudiante a un lugar de pasividad, de resistencia sumisa, de la que luego los docentes nos quejamos. No solo se trata de encender el interés de los estudiantes, sino más bien, de no apagarlo.

- 3) **Necesidad formativa:** En todo recorte de contenidos, habrá una parte de ellos que resulta imprescindible que los estudiantes los conozcan, los aprendan y los dominen. Son aquellos que responden a una necesidad relacionada con el objetivo mayor de su formación. El desafío en este caso, sería encontrar la estrategia más eficaz para desarrollarlos en clase

A modo de conclusión

La actividad de enseñar conlleva una enorme responsabilidad. A pesar de que hemos intentado dejar claro que el docente forma parte de un complejo sistema, tiene la importante tarea de seleccionar y secuenciar los contenidos de su asignatura, aun cuando sólo se trate de la planificación de una única clase.

A lo largo de estas páginas, sin ánimos de ser exhaustivos, hemos esbozado algunos criterios para revisar, repensar y reflexionar sobre la propia práctica. También, hemos incluido algunas ideas con las que esperamos despertar la curiosidad de los lectores y que ahora hacemos explícitas a través de las siguientes preguntas: ¿Cuál es el rol de los recursos visuales en el aprendizaje de las ciencias naturales? ¿Por qué existen cada vez alusiones a la importancia de la naturaleza de las ciencias para su enseñanza? ¿Qué relevancia poseen las analogías y las metáforas en el lenguaje científico?

Y por último de manera más o menos subrepticia hemos deslizado algunas observaciones realizadas con grupos de profesores reales que nos muestran el ideario compartido por los docentes de ciencias y deberían servirnos para reconocernos como miembros de una comunidad que se enriquecería con el intercambio, con trabajos de investigación en el campo de la didáctica de las ciencias para acrecentar el conocimiento y comprensión sobre las prácticas educativas en nuestro país.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los Proyectos UBACYT N° 20020130100073BA (2014-2017), CONICET-PIP N° 11220130100609CO (2014-2016) y FONCYT-PICT-2015-0044.

Referencias bibliográficas

- Ausubel, D. P. (1975). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. En: E. Stanley. (Comp.), *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum* (pp. 211-239). Buenos Aires: El Ateneo.
- Baquero, R. y Limón Luque, M. (2011). *Introducción a la psicología del aprendizaje escolar*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 183-208. (http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_2/Carrascosa_2005A.pdf)
- Coll, C. y Onrubia, J. (1996). La construcción de significados compartidos en el aula: actividad conjunta y dispositivos semióticos en el control y seguimiento mutuo entre profesor y alumnos. En: C. Coll y D. Edwards. (Eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio educacional* (pp. 53-73), Madrid: Alianza Aprendizaje.
- Coll, C. y Sánchez, E. (2008). Presentación. El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de Educación*, 346, 15-32. (<http://www.revistaeducacion.mec.es/re346.htm>).
- Coll, C., Pozo, J. I., Sarabia, B. y Valls, E. (1994). *Los contenidos en la Reforma. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes*. Buenos Aires: Santillana, Aula XXI.
- Edwards, D. y Mercer, N. (1994). *El conocimiento compartido: El desarrollo de la comprensión en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Fenstermacher, G. D. (1986). Tres aspectos de la filosofía de la investigación sobre la enseñanza. En: M. C. Wittrock. (Ed.), *La investigación en la enseñanza. Tomo I* (pp. 149-177), Barcelona: Paidós, Educador.
- Gallegos, J. A. (1998). La secuenciación de los contenidos curriculares: principios fundamentales y normas generales. *Revista de Educación*, 315, 293-315. (<https://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre315/re3151700463.pdf?documentId=0901e72b81270fdd>).
- Johnstone, A. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705. (<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed070p701>)
- Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry- logical or psychological? *Chemistry education: Research and practice in Europe*, 1(1), 9-15. (<http://www.elainegalvin.ie/wp-content/uploads/2014/09/teaching-of-chemistry-Johnstone.pdf>)
- Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: M. Benlloch. (Comp.), *La educación en ciencias: Ideas para mejorar su práctica* (pp. 159-186), Barcelona, Paidós.
- Lorenzo, M. G. (2008). Destilación fraccionada de ideas condensadas. Una invitación al debate sobre la naturaleza de la química. *Educación en la Química*, 14 (1), 17-24.

- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias y sobre las ciencias en la universidad. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores*, 20 (2), 249-263. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.5 (<http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/6866/4576>)
- Monereo, C. y Pozo, J. I. (2003). *La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*. Madrid: Síntesis.
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 513-520. (http://campusmoodle.proed.unc.edu.ar/pluginfile.php/51282/mod_book/chapter/5478/m%C3%A1s%20allá%20del%20cambio%20conceptual.pdf).
- Pozo, J. I. (2017). Learning beyond the body: from embodied representations to explicitation mediated by external representations. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 40 (2), 219-276. (<http://www.tandfonline.com/toc/riya20/current>).
- Pozo, J. A., Sanz, A., Gómez Crespo, M.A. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 83-94. (<http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/51359/93108>).
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195. (http://cbc.arizona.edu/tpp/IJSE10_Triplet.pdf).
- Zabalza, M. A. (2007). *Competencias docentes del profesorado universitario*. Madrid: Narcea.