

	Revista Electrónica de Didáctica en Educación Superior	Nro 1, Abril 2011
http://www.biomilenio.net/RDISUP/portada.htm	ISSN: 1853-3159	

Modelo espacial para la estimulación cognitiva¹

Hernán Miguel
(Universidad de Buenos Aires)

Introducción

Al momento de reflexionar sobre la educación superior un problema siempre presente es el de la integración y articulación del conocimiento. La división disciplinar que resulta útil a la organización curricular y que parece inevitable al construir el recorte de los objetos de estudio, no siempre es balanceada con una tarea de integración de saberes, perspectivas y articulaciones que tengan en cuenta el resto de las disciplinas. Si bien la visión de un mismo objeto de estudio desde distintas disciplinas es enriquecedora, podría todavía ser un paso intermedio multidisciplinar que no culmine en la integración interdisciplinar superadora de tales divisiones. Es por eso que la integración del conocimiento tomado como objetivo, requiere de herramientas más potentes y versátiles que no dependan enteramente de las prácticas disciplinares. Brevemente, si buscamos como objetivo la superación de las barreras disciplinares tendremos que echar mano de estrategias que no sean muy sensibles a los contenidos y a las metodologías disciplinares. En este trabajo proponemos un modelo para concebir y diseñar la organización de los contenidos de un modo que estimule un tipo particular de apropiación del conocimiento con vías a su integración, entre otros objetivos. Este modelo se muestra suficientemente flexible como para la integración de saberes independientemente de las disciplinas involucradas y sin embargo, no tan lábil como para que no pueda proveer cierto orden que sirva de guía para las actividades de diseño curricular, planificación de la actividad en el aula y guía para el estímulo en los estudiantes.

¹ El presente trabajo se enmarca en el Proyecto UBACyT: "Filosofía de la ciencia y enseñanza de las ciencias: representación y articulación" dirigido por Jorge Paruelo y codirigido por mí. Agradezco a los integrantes del grupo y muy especialmente a Jorge Paruelo, Pablo Vicari, Griselda Ríos y Robert Pardo por sus valiosos comentarios al discutir estos temas. También agradezco los aportes de Nora Bahamonde a una versión anterior de este trabajo.

La tendencia de las últimas décadas en cuanto a la reflexión sobre las prácticas científicas apunta a la especificidad. Así se debilita la idea de una filosofía y metodología de la ciencia y crecen las ramas de filosofía de la biología, de la física, etcétera. En este sentido la presente propuesta parece ir a contracorriente. Pero debe advertirse que justamente uno de los objetivos perseguidos es el de la integración, que en algún grado presupone liberarse también de las ataduras de la especificidad de la reflexión.

Integración no aditiva

No es nueva la distinción entre el mero acopio de las diferentes perspectivas disciplinares y la integración de los saberes. Pueden encontrarse reseñas sobre las investigaciones de los últimos años en la búsqueda de estándares para evaluar la enseñanza de contenidos interdisciplinarios (Boix Mansilla, 2006) y otros intentos de articulación del conocimiento (Cromer, 1997). Sin embargo, es preciso señalar que la planificación curricular en la enseñanza superior sigue estando parcialmente en deuda con este objetivo, manteniendo una línea de especificidad creciente en la instrucción disciplinar. En el ámbito escolar la integración figura como un objetivo importante. En las universidades la integración interdisciplinaria va decreciendo desde el inicio al egreso y en los profesados se observan movimientos favorables a la integración y articulación a pesar de la tradición de encorsetamiento disciplinar.

La tendencia de las reformas educativas propuestas para distintos niveles de escolaridad ha sido promover esta integración y en las últimas décadas se ha incrementado la investigación sobre los estándares para la evaluación de la enseñanza interdisciplinaria. La investigación parece entonces haber ejercido cierta influencia en la formación docente para atender a la integración del conocimiento en la escuela.

El modelo espacial para la estimulación cognitiva

Existen tres planos de utilización del modelo. Un primer plano referido al diseño curricular en general, incluyendo muy especialmente la formación continua para la tarea docente. Otro, referido a la planificación de actividades al interior de un espacio curricular. Y un tercero, referido a la interacción en el aula. En este último plano deben incluirse las interacciones docente-estudiante y estudiante-estudiante. A la vez el modelo también permitirá estimar el grado de integración obtenido por los estudiantes. En cada uno de estos planos la organización se realiza sobre la base de una representación espacial de los contenidos, cuyo emplazamiento relativo sigue ciertos criterios que le son familiares a cada disciplina aunque no son privativos de ella.

Daré como ejemplo la conformación del modelo para el caso de la formación continua de los docentes y luego incluiré algunas consideraciones sobre los otros dos planos no ejemplificados.

Comencemos mencionando que cada docente realiza una secuenciación de contenidos para su asignatura aplicando algún criterio de ordenamiento que puede obedecer, por ejemplo, a una lógica disciplinar en la que cada contenido sea necesario para comprender el siguiente. Algunos cursos de física comienzan enseñando

vectores y representación cartesiana de puntos en el espacio para luego abordar la cinemática, por ejemplo. La lectora atenta notará que la sola mención del ejemplo no presupone necesariamente mi acuerdo con esa secuencia, sino que en ocasiones sirve de denuncia, tal como en este caso.

En otros casos la secuencia obedece a una cronología en los descubrimientos, como cuando se organiza la enseñanza de la genética pasando por las experiencias de Mendel, Morgan y otros hasta llegar a la doble hélice del ADN.

El criterio elegido otorga sentido a cada paso de la secuencia y permite una visión de conjunto a su finalización. Hasta aquí no parece haber dificultades.

Sin embargo la idea de tener que ordenar la secuencia por uno de los criterios o por una combinación de ellos, nos impone una pérdida en la visión integradora que perseguimos. La propuesta entonces intenta recuperar esa visión del modo siguiente.

Para cada criterio de ordenamiento que se advierta como relevante para la enseñanza de una disciplina, se realizará una secuenciación. Para comenzar, y admitiendo la relevancia de la historia de la disciplina para su enseñanza (Matthews 1994a; 1994b), se diseña una secuencia de abordaje histórica con sucesivas etapas de modo que aparece paulatinamente el *tema objetivo*, entendiendo por *tema objetivo* el tema que se desea abordar y cuyo aprendizaje se desea promover. Este punto obedecería a la lógica cronológica ya mencionada. Debe advertirse que un abordaje de la historia de la temática en cuestión no presupone una posición historiográfica en particular de modo que el carácter presentista o contextual que se le imprima a tal secuencia es motivo adicional de reflexión (Kragh, 1989; Boido y Flichman, 2003). Esta secuencia puede asociarse con una línea de tiempo, pero fundamentalmente necesitamos asociarla con un ordenamiento en una porción de recta.

Del mismo modo se diseña la secuencia de contenidos bajo una lógica interna de la disciplina (por ejemplo una secuencia en física debería abordar primero la noción de movimiento y más tarde la de fuerzas conservativas).

Pero una vez contempladas estas dos maneras ya tradicionales de secuenciar contenidos se procede a generar secuencias de ordenamiento de contenidos para los siguientes criterios.

Noción de complejidad del tema: ordenamiento desde lo más simple a lo más complejo (en un curso de física, por ejemplo, para estudiar los movimientos se ve primero el movimiento de velocidad constante, luego la caída en el vacío y finalmente la caída en el aire; más tarde el problema de las turbulencias, la aparición de patrones en los fenómenos de turbulencia y las condiciones en las que aparecen y desaparecen tales patrones, etcétera). Este ordenamiento puede ser bastante dificultoso en sí mismo ya que la misma noción de complejidad de un fenómeno no es una noción consensuada todavía salvo definiciones metodológicas (Kaneko y Tsuda, 2001).² De todos modos, se pueden prever las diferencias más abruptas de cambio de

² Agradezco a Miguel Fuentes que (en comunicación personal) me hiciera reparar en esta dificultad.

complejidad, por ejemplo al pasar de un estado del sistema cuya evolución es capaz de ser descrita con ecuaciones lineales a otro estado del sistema en el que las ecuaciones no son lineales. Más tarde ocuparse de la estabilidad de los patrones que aparecen y de las condiciones de aparición y desaparición de tales patrones (como por ejemplo las celdas que aparecen en la convección del agua y cuya estructura es estable a lo largo de un rango de temperaturas). Aquí cabe organizar en complejidad creciente, por ejemplo los sistemas aislados, los sistemas abiertos en régimen y los sistemas abiertos fuera de su estado de régimen (Stevens, 1974).

No debe confundirse la complejidad del fenómeno en estudio y la necesidad de herramientas específicas para sistemas complejos con la formación para desarrollar el pensamiento complejo en el alumno. Este ordenamiento apunta al primer aspecto mientras que el propio modelo que estamos presentando aquí como un todo apunta al segundo aspecto.

Noción de acceso epistémico. Este aspecto pone de relieve la cantidad de otros conocimientos con los que debemos comprometernos para poder decidir sobre la detección. En esta línea se ubica el grado creciente de *carga teórica* de las observaciones, típica distinción de filosofía de la ciencia que alude a tales compromisos con teorías que reglan el funcionamiento de los instrumentos y respaldan o garantizan los resultados de aplicar ciertos métodos. Por ejemplo, al observar una célula a través de un microscopio la garantía de que los rasgos observados pertenecen a la célula y no son meras aberraciones del microscopio está provista por la teoría óptica que respalda el uso del instrumento. Del mismo modo la teoría sobre el decaimiento del carbono 14 nos provee un respaldo para el método de datación de fósiles. Ambos, el microscopio y el método de datación son instrumentos a pesar de que el segundo no se asocia con un aparato sino con una secuencia de acciones y registros.

En esta misma línea se ubica también la presuposición de validez o aplicabilidad de teorías completas que se toman como auxiliares o subsidiarias para permitir la detección que se desea realizar, como en el caso del diagnóstico por imágenes que pone en juego muchas teorías diferentes que respaldan la interpretación de las imágenes (desde la más simple radiografía hasta la tomografía por emisión de positrones). Aquí cabe señalar la articulación que tiene este eje con el de desarrollo tecnológico. Varias nociones conjeturadas en una primera instancia son detectadas y registradas más tarde como resultado del diseño de nuevos aparatos tecnológicos que mejoran la sensibilidad, el poder resolvente, la precisión, la eficacia y la eficiencia en detectar aquello para lo que han sido diseñados. Así se registra una línea histórica de desarrollo tecnológico subsidiaria de esta línea de ordenamiento. La postulación de la existencia de paquetes de información genética, de neutrinos, de irregularidades en el fondo cósmico y tantas otras, fueron seguidas de desarrollos tecnológicos diseñados expresamente para detectar y registrar las características de aquello postulado con anterioridad. En este sentido el acceso epistémico va cambiando en el sentido de que el avance tecnológico permite aplicar la noción de *detección* a entidades que anteriormente solo aparecían como conceptos explicativos de lo observado.

Debe señalarse que la noción de acceso epistémico no se relaciona con la noción de *familiaridad del concepto*, que brinda un nuevo criterio para el ordenamiento, esta

vez asociado al sujeto de aprendizaje y el grado en el que accede a los fenómenos en estudio. Por ejemplo los estudiantes están familiarizados con la noción de corriente eléctrica y no por eso es de fácil acceso epistémico. Mientras que pueden estar muy poco familiarizados con la noción de eclipse de Sol o alguno de sus detalles como el conocido efecto de *anillo de diamante*, y sin embargo tal efecto tiene un alto grado de acceso epistémico (no su explicación sino su ocurrencia y detección u observación). Recordemos que para un observador situado en la superficie terrestre el tamaño aparente de la Luna es habitualmente apenas menor que el del Sol de modo que en el momento central del eclipse aparece un aro luminoso con alguna zona más brillante que por su aspecto se conoce como el *anillo de diamante*.

El ordenamiento de acuerdo a la familiaridad del concepto o del fenómeno permite tomar como punto de partida situaciones conocidas por los estudiantes para dirigirnos hacia conceptos, fenómenos y estructuras con las que han tenido cada vez menos contacto. Así, tratando con alumnos de grandes ciudades, se puede comenzar el estudio de las fuerzas inerciales partiendo de la experiencia de la sensación corporal al tomar un ascensor de gran aceleración para luego comprender el giro de los tornados y las tormentas. Mientras que en entornos rurales es muy probable que la relación deba invertirse, situándose el giro del agua en el desagüe como paso intermedio en ambos contextos. Esta relación del ordenamiento con el contexto debe advertirnos sobre la posibilidad de que más de un criterio no corresponda con ordenamientos absolutos e indiscutibles. De cualquier modo esta característica de ser relativo al contexto de ningún modo nos lleva a pensar que cualquier ordenamiento es aceptable. Justamente, dado un contexto parece haber bastante información que restringe cuáles serían ordenamientos aceptables o apropiados, a pesar de no poder decidir sobre uno óptimo y universal.

Relación del tema objetivo con temas de otras disciplinas. Por ejemplo, el estudio de la fotosíntesis (Taiz y Zeiger, 2006) se relaciona con la física por involucrar la captura de energía radiante por parte de la materia; con la química al discriminar que no es el oxígeno del CO₂ que formará parte de los nutrientes resultantes sino el del agua; con las ciencias de la tierra y la ecología al tratarse globalmente el balance de dióxido de carbono presente en la atmósfera; con las ciencias de materiales al abordarse la fotosíntesis artificial; e incluso con la planificación de la producción al analizarse el impacto de la forestación y deforestación. Esta secuencia mostraría los contactos del tema objetivo con otras disciplinas y el ordenamiento puede estar dado por la afinidad entre la disciplina de partida y aquellas con las que se conecta (tal como se las presentó en este ejemplo).

Ordenamiento conforme a analogías. Las analogías tomadas como identidad parcial de estructuras entre distintos campos permiten poner en evidencia procesos, relaciones e incluso propiedades relevantes para la dinámica de ciertos sistemas. Por este motivo puede realizarse un ordenamiento que muestre diferentes *análogos base* (estructuralmente similares al *análogo objetivo* que desea enseñarse) ordenados según criterios de ajuste creciente en detalle y extensión de la analogía. Debe notarse la posibilidad de que distintos análogos base no puedan ser ordenados ya que se aproximan más o menos según su detalle o extensión o bien porque la estructura que cada uno comparte con el análogo objetivo no está incluida una en la otra, poniendo en evidencia que el orden es parcial. Por este motivo el ordenamiento aquí está

supeditado a las metas de enseñanza que el docente debe elegir como objetivos. Por ejemplo si una de las metas que se persigue al abordar el sistema circulatorio es que los estudiantes comprendan que hay arterias y venas, es posible que utilice el análogo de la red de agua domiciliaria, que por otra parte es muy criticado frente a la meta de resaltar la característica de sistema cerrado. Por lo tanto, cuál es un mejor o peor análogo, luego de evitar asignaciones no unívocas, es una cuestión relativa a las metas perseguidas y a los obstáculos o errores que se quieren evitar (Miguel 1999; Ares, Di Sciullo, Miguel y Paruelo, 2005; Ares, Di Sciullo, Jiménez, Miguel, Paruelo y Reynoso 2006). Es posible encontrar una identidad parcial de estructura entre campos tan diversos como el crecimiento poblacional en un bosque, el aumento del efecto invernadero y la evolución de la pérdida de empleo en una crisis económica, lo cual favorece el estudio de la propia estructura común que puede abstraerse de cada uno de estos campos.

Ordenamiento conforme a la modelización del fenómeno. Este criterio presenta algunos aspectos comunes con criterios ya mencionados, pero no se refiere al mismo ordenamiento. Son ejemplos de ordenamiento por este criterio un modelo de fotosíntesis en el que no se da cuenta de la estructura de los cloroplastos y otro en el que efectivamente aparece tal estructura; o bien uno en el que se simplifica la captura de energía radiante en contraste con otro en el que se incluyen detalles de la interacción entre las distintas moléculas que actúan de manera conjunta sobre otra para la remoción de un electrón. Este criterio se asocia a ordenar los diferentes modelos que dan cuenta del fenómeno con detalle creciente en cuanto a variables relevantes, elementos y procesos involucrados (Lombardi, 2007; Giere, 2004). Dado que la modelización es una de las prácticas típicas en ciencias naturales, un abordaje paulatino de modelos de detalle creciente provee también una secuencia de interés. Al mencionar como ejemplo el estudio del ascensor, la caída en el vacío y la caída en el aire lo que no estaba previsto en esos casos era incluir en la descripción del modelo variables asociadas a estas diferencias. Por ese motivo allí se sugería una secuencia de complejidad creciente del fenómeno a abordar entre tres fenómenos diferentes. En este caso el fenómeno es el mismo, por ejemplo la fotosíntesis o bien la caída en el aire, pero la profundidad y detalle con el que modelizamos el fenómeno va creciendo de un modelo a otro. Siguiendo con el modelo de caída en el aire, una primera aproximación es tomarla como una caída en el vacío, lo cual equivale a despreciar el rozamiento con el aire. Un segundo modelo agrega la influencia del rozamiento con el aire pero lo toma como una fuerza proporcional al cuadrado de la velocidad. Un tercer modelo más sofisticado puede tener en cuenta que la proporcionalidad de la fuerza con la velocidad es una función que a su vez depende de la velocidad. A grandes velocidades la fuerza no es proporcional al cuadrado de la velocidad sino a la potencia cuarta. El fenómeno sigue siendo el de caída en el aire pero el modelo para su descripción y obtener predicciones es cada vez más completo.

Ordenamiento conforme a relevancia de estos contenidos en la vida individual y social. Este parámetro está asociado a las discusiones que usualmente llamamos *Ciencia Tecnología y Sociedad* (CTS) (González García, López Cerezo, y Luján López, 1996) y que muy bien podríamos llamar *impacto social del contenido*.

Aquí aparecen relaciones del tipo interdisciplinario pero en otro sentido no aludido en el ordenamiento 6. Aquí la integración que se busca es el impacto y relevancia del

contenido objetivo con las prácticas individuales y grupales dentro de una comunidad, incluso considerando la totalidad de la sociedad. Este ordenamiento alude fuertemente a la discusión en las que se ponen en primer plano valores no epistémicos, asociados unas veces con discusiones éticas y otras con procesos, prácticas y actitudes que se han naturalizado sin dejar lugar al espacio crítico. Un ejemplo claro de este ordenamiento se encuentra al abordar el problema de las fuentes de energía, ya sea en un curso de física, uno de ciencias de la tierra, de ciencias ambientales o de cualquiera que tenga esta temática como una de sus unidades. En este ejemplo puede articularse el estudio de las fuentes de energía con diversas discusiones, algunas de las cuales apunta a los recursos renovables y no renovables, a la posibilidad de control social del desarrollo tecnológico, a la discusión sobre la relación entre bienestar y consumo de energía, etcétera. Y todo ello en diferentes escalas, individual, grupal, comunitario y social (Tula Molina, 2006; Lacey, 1999; 2005).

Criterios metacognitivos. Aquí podemos secuenciar una serie de procesos cognitivos por los que atraviesan habitualmente los estudiantes al abordar el contenido objetivo y que pueden ser develados por ellos mismos. Este es un ordenamiento habitualmente difícil de lograr ya que no solo depende del grupo sino de los casos individuales. Sin embargo es un ordenamiento fuertemente utilizado en la enseñanza de la matemática al abordar diferentes operaciones con números. No solo se pide a los estudiantes que estimen el resultado sino que puedan hacer explícito el modo en que pensaron para lograr esa estimación. De esta manera el estudiante aprende matemática pero está descubriendo sus propios procesos de aprendizaje y así podrá influir sobre sus propios procesos en ocasiones posteriores.

La lista de ordenamientos no pretende ser exhaustiva y, mientras que algunos de los criterios están asociados a la propia disciplina, otros están anclados en aspectos del aprendizaje como el de familiaridad del estudiante con el fenómeno en estudio y el de la reflexión metacognitiva. Otros, en cambio, se despegan aun más de la lógica interna de la disciplina al referirse al impacto social del contenido y a conexiones estructurales entre campos de diferentes disciplinas mediante analogías.³

De hecho puede notarse la ausencia de un ordenamiento respecto a marcos epistemológicos que a lo largo de la historia de la filosofía de la ciencia pretendieron dar cuenta de la práctica científica (desde el método inductivo hasta los más actuales estudios sociales de la ciencia, por ejemplo). Sin embargo la filosofía de la ciencia parece igualmente estar presente en la elección de muchos de los criterios señalados.

Como puede apreciarse, no todos los ordenamientos presentan la misma riqueza para cada uno de los contenidos. Por ese motivo los ejemplos que hemos incluido para cada ordenamiento no obedecen a la misma temática sino que recatan cuán pertinente sería ese ordenamiento al abordar ese tema mencionado. En este sentido la planificación de ningún modo presupone que se deba completar de modo minucioso cada uno de tales ordenamientos y existen varios ejemplos de textos que abordan un tema desde varios de estos criterios (Matthews, Gauld y Stinner, 2005; Buchwald y Warwick, 2001). A su vez, Jorge Paruelo ha sugerido, muy acertadamente en mi

³ Agradezco a Nora Bahamonde (en comunicación personal) que me haya llamado la atención sobre éstas y otras diferencias que me mostraron la pertinencia de explicitar estas distinciones.

opinión, que la decisión de cuáles criterios debieran ser tenidos en cuenta también debe contemplar qué objetivos se persiguen en la capacitación y de qué cursantes se trata. De este modo, aparte de las limitaciones de cada tema para sus diferentes ejes a desarrollar, debería existir un metacriterio al respecto en quien diseña el trayecto formativo.

Continuando con la ejemplificación de diseño por parte de los docentes, una vez considerados estos (u otros) ordenamientos, proceden a armar algo similar a un mapa con todas estas secuencias ordenadas en rutas que llevan o atraviesan el tema principal como ciudad central. También elaboran secuencias que tengan sentido en recorridos que conecten temas periféricos como si estas conexiones fueran rutas de circunvalación alrededor del centro de rutas radiales. Más adelante se deben diseñar las actividades para que los alumnos puedan establecer nexos entre diferentes temas que están en el mapa que el docente diseñó (aunque el docente no necesita hacer explícito este mapa).

En resumen, proponemos focalizar el problema en forma territorial como si fuera una zona en un mapa bidimensional.⁴ De este modo el tema a enseñar y aprender es análogo a una zona en un mapa. Definir cuáles contenidos referidos a ese tema son vecinos es algo que depende de la ruta elegida, es decir, del criterio de ordenamiento. Contenidos que parecen muy relacionados entre sí por el criterio de impacto en las prácticas sociales pueden no tener estrecha relación en lo que se refiere a la secuencia de la propia disciplina. Por ejemplo es probable que los contenidos *isótopos radiactivos* y *radiación ionizante* sean temáticas cercanas si se las considera en su inserción en la física médica, propia del ordenamiento asociado a CTS, pero alejadas en la secuencia histórica o en el ordenamiento habitual de la propia física.

Consideraciones sobre el modelo

Retomando el modelo en su plano de intervención en el aula, el docente, al considerar este mapa para el estudio del tema, podrá estar atento a cuando una pregunta de los estudiantes puede tomarse como relevante para alguna de las rutas que no se han explicitado todavía. Debe señalarse aquí que cada docente no tiene por qué tener un mapa para cada tema que desea abordar. El hecho de comprender la representación aludida esperamos que facilite la apertura frente a las intervenciones de los estudiantes.

Por ejemplo, una pregunta de algún estudiante puede hacer mención de un tema que se relaciona con otra disciplina pero no fue la ruta seguida en la presentación. Así el docente estará en mejores condiciones para dar sentido a las intervenciones de los estudiantes y enriquecer la red de conocimientos y abordajes. En otras palabras, son muchas más las intervenciones relevantes por parte de los alumnos si se tienen presentes todas estas rutas que llevan al tema en estudio que si solo se considera la

⁴ Robert Pardo (en comunicación personal) me ha sugerido que se pase el modelo a una representación tridimensional. Es totalmente aceptable y creo que tendría varias ventajas. De todos modos he preferido mantener la metáfora del mapa bidimensional para conservar algún tipo de "visión a distancia" o desde fuera, en la que se sitúa quien observa la red de contenidos y sus conexiones al momento de la planificación.

relevancia respecto del abordaje presentado o de la secuenciación habitual de la disciplina. A la vez, esta representación brinda al docente una guía para elegir el tipo de actividades a desarrollar en sus cursos con miras a favorecer la comprensión de las secuencias elegidas.

El modelo permite visualizar por qué un abordaje en particular tenía cierto éxito y también cuáles eran sus limitaciones. Si en la planificación un docente solía justificar el paso de un contenido a otro por un criterio y luego otro peldaño era justificado por un criterio diferente, esta práctica queda representada por un determinado derrotero que sigue en el mapa del tema en estudio. De este modo las prácticas anteriores quedan representadas como trayectorias parciales en el mapa. Esto no las convalida ni las aprueba de antemano, pero las ubica en una discusión más general sobre los abordajes del tema. Por otra parte la clara limitación del uso de solo algunos de los criterios pone en evidencia qué es lo que está siendo dejado de lado en cada abordaje y plantea restricciones al tipo de integración que es dable esperar por parte de los cursantes.

Como ya hemos señalado, este modelo no contiene la información sobre cuál sería la secuencia adecuada en cada una de esas rutas, e incluso puede que tales secuencias sean relativas a distintos aspectos como el contexto del curso, las metas de aprendizaje, y otras consideraciones que hacen que para un curso el mapa pueda resultar diferente que para otro. Sin embargo, permite representar un ordenamiento más general que el brindado por la propia disciplina y muestra la posibilidad de una distribución no lineal de los tipos de abordaje y los contenidos relevantes para la comprensión de un tema en particular.

Vale la pena resaltar que el término “ordenamiento” no debe entenderse como absoluto o universal. Por una parte hemos señalado anteriormente que, por ejemplo un ordenamiento en familiaridad no será igual para un contexto rural que para uno urbano. Por otra parte hemos señalado el problema del orden parcial o inconmensurabilidad de aspectos para el criterio de analogías como identidad parcial de estructuras. Algo similar ocurre respecto del criterio de impacto social del contenido y otro tanto podría señalarse respecto a ciertos aspectos metacognitivos. El término “ordenamiento” indica que habrá una secuencia elegida para ese criterio y que esa secuencia elegida no ha sido azarosa sino que es el resultado de evaluar para ciertos contextos, grupos y metas, cuál sería una secuencia aceptable aun no existiendo la noción de secuencia óptima. Ordenar de acuerdo a criterios no debiera tomarse entonces como un patrón absoluto no sensible a diferentes aspectos propios del caso en el que serán aplicados. De cualquier modo, aun siendo relativos en estos diversos sentidos no dejan de proveer un ordenamiento que permite la planificación a la vez que la discusión acerca de cuáles secuencias pueden ser adecuadas y cuáles podrían resultar contraindicadas.

Una advertencia a tener en cuenta es que el mapa para un tema es estrictamente local. No es posible realizar un mapa coherente para más de un tema. Si se pretendiera tal cosa nos estaríamos restringiendo a una coherencia que limita los abordajes. Esta característica también es un desafío para el docente que suele tener como presupuesto que el mapa del conocimiento puede llegar a ser una

representación global coherente, más o menos completa, pero no de características cambiantes según el punto en que se haga foco.

El modelo parece útil para la planificación de la capacitación continua al dejar plasmados los diferentes criterios para generar las distintas secuencias y sugerir implícitamente la necesidad de capacitación para tal tarea.

También parece sugerente para la tarea de diseño curricular. En tanto el modelo hace explícitos los ordenamientos relevantes para diferentes temas, el equipo de diseño puede utilizar este tipo de representación como un horizonte de desarrollo del pensamiento complejo que podría promoverse en los cursantes al brindarles, a lo largo de cierto trayecto educativo, una serie variada de conexiones entre los contenidos, en los que se explicitan los distintos criterios por los cuales esos contenidos se conectan.

Queda por discutir la ventaja o desventaja de develar esta estrategia de organización a los estudiantes desde el comienzo o bien de utilizarla como una guía que permita avanzar hacia una explicitación final de la integración de los conocimientos y de los modos de abordaje y procesos cognitivos que se pusieron en práctica a lo largo del curso pero desde una mirada retrospectiva.

Referencias

- Ares, O. – Di Sciullo, A. – Jiménez, G. – Miguel, H. – Paruelo, J. – Reynoso, L. (2006). Nuevos roles para propiedades y relaciones en la estructura de una analogía. *Signos Filosóficos*, Vol. VIII(16), 81-96.
- Ares, O. – Di Sciullo, A. – Miguel, H. – Paruelo, J. (2005). Propuesta de una herramienta para evaluar analogías. *Memorias de las VIª Jornadas Nacionales y Iº Congreso Nacional de Enseñanza de la Biología*, 243-245.
- Boido, G., Flichman, E. H. (2003). *Categorías historiográficas y biografías científicas: ¿una tensión inevitable?* En L. Benítez, Z. Monroy y J. A. Robles (Eds.), *Filosofía natural y filosofía moral en la Modernidad*. México DF: Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, 37-50. (Reimpreso en Boido y Flichman (2011). *Historia de un Ave Fénix. El mecanicismo, desde sus orígenes hasta la actualidad*. Buenos Aires: Prometeo-UNGS).
- Boix Mansilla, V. (2006). Symptoms of quality Assessing expert interdisciplinary work at the frontier: an empirical exploration. *Research Evaluation*, 15(1), 17–29.
- Buchwald, J. Z., y Warwick, A (Eds.) (2001). *Histories of the Electron: The Birth of Microphysics*. Cambridge: MIT Press.
- Cromer, A. (1997). *Connected Knowledge. Science, Philosophy, and Education*. New York: Oxford University Press.
- Giere, R. (2004). How Models Are Used to Represent Reality. *Philosophy of Science*, 71, 742–752.

González García, M. I., López Cerezo, J. A. y Luján López, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Technos.

Kaneko, K. y Tsuda I. (2001). *Complex Systems*. Springer-Verlag.

Kragh, H. (1989). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica.

Lacey, H. (1999). *Is Science Value Free? Values and scientific understanding*. New York: Routledge.

Lacey, H. (2005). *Values and Objectivity in Science*. Oxford: Lexington Books.

Lombardi, O. (2007). La noción de modelo en ciencias. *Educación en ciencias* Vol. II(4), 5-13 .

Matthews, M. (1994a). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias* 12(2), 255-277. Versión aumentada del artículo original publicado en *Studies in Science Education* 18 (1990).

Matthews, M. (1994b). *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.

Matthews, M. R., Gauld, C. F. y Stinner, A. (Eds.) (2005). *The Pendulum. Scientific, Historical, Philosophical and Educational Perspectives*. Dordrecht: Springer.

Miguel, H. (1999). La analogía como herramienta en la generación de *ideas previas*. *El Caldero de la Escuela*, 73, 85-97.

Stevens, P. (1974). *Patterns in Nature*. Little, Brown and Company – The Atlantic Monthly Press.

Taiz, L., Zeiger, E. (2006). *Plant Physiology*. Massachusetts: Sinauer Inc. Publishers.

Tula Molina, F. (2006). El contexto de implicación: capacidad tecnológica y valores sociales. *Scientiae Studia*, 4(3), 473-483.

-&-