



Tesis

**El metabolismo celular como contenido básico en la enseñanza de la Biología.
Un modelo didáctico para superar dificultades.**

Tesis de Magister

Autor: Miguel Antonio Reigosa

Programa: Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Católica de La Plata. Argentina.

Director: Dr. Andrés Zambelli.

Codirectora: Lic. Graciela Merino.

Dirección: Universidad Católica de la Plata. Facultad de Ciencias de la Educación calle 13 N°1227 (1900). La Plata.

Fecha: Octubre de 2002.

El cerebro humano no es un vaso para llenar, sino una lámpara para encender.

Plutarco

Los propósitos que animaron abordar el presente estudio parten fundamentalmente, de la necesidad de que los alumnos adquieran no sólo los conocimientos elaborados que conforman la cultura y la ciencia, sino también, y de manera especial, habilidades y estrategias que les faciliten aprender por sí mismos nuevos conocimientos.

En el convencimiento de que la única manera de mejorar nuestra educación es incorporando nuevas actividades creativas este trabajo pretende elaborar estrategias que provoquen en los alumnos un aprendizaje activo, que supere la mera incorporación de conocimientos priorizando los procedimientos que brindan capacidad para acceder a los avances del mundo contemporáneo y a la necesidad de una formación continua.

El metabolismo celular es un tema complejo. Algunos adultos admiten no tener una idea clara del mismo. En general, cuando los alumnos

estudian la fotosíntesis o la degradación energética, englobados en los procesos anabólicos y catabólicos del metabolismo celular, experimentan grandes dificultades para distinguir los "conceptos propios" de ambos fenómenos.

Gran parte de la terminología sobre el tema es adquirida antes o durante la educación formal. Los adolescentes secundarios suelen crear diversos modelos conceptuales, mediante los cuales "entienden" los fenómenos con que se enfrentan. Muchos de estos conceptos equivocados son postinstruccionales, debido a que el "contenido metabolismo" celular es abordado en años anteriores a la enseñanza polimodal.

El uso de una enseñanza tradicional, basada casi exclusivamente en la transmisión verbal de conocimientos y el desconocimiento de las ideas previas de los alumnos sobre el tema, puede gravitar negativamente. Otro factor de incidencia lo constituye la ausencia de actividades prácticas concebidas como tareas de reflexión y toma de conciencia sobre los conocimientos que gobiernan los alumnos.

Con el afán de hacer un aporte a la solución de los temas planteados, la corriente pedagógica conocida como constructivismo nos ofrece un

camino alternativo, ya que permite desentrañar la manera en que los sujetos incorporan conocimientos. El constructivismo mantiene la idea de que el individuo no es producto exclusivo del ambiente en el que se desarrolla ni tampoco es el resultado de sus disposiciones internas, sino la resultante de la interacción entre esos dos factores (Porlán Ariza 1995).

Dentro de esta concepción nos ubicamos, y dentro de ella también se encuentra el aprendizaje significativo de Ausubel que implica poner de relieve la construcción de significados como elemento central del proceso de aprendizaje. Esta teoría se desarrolla en contra del aprendizaje memorístico y repetitivo, y el aprendizaje por descubrimiento (Merino 1999).

La propuesta de investigación aquí elaborada se apoya en una perspectiva constructivista, al atender a las ideas previas que poseen los alumnos sobre el metabolismo celular. Sobre ellas se proyecta un modelo didáctico enfocado desde la actividad práctica. El mismo pretende que los discentes, no sólo aprendan a hacer ciencia, sino logren también un mayor acercamiento a su entorno, como una manera de construir los conocimientos relacionados con su ambiente, desarrollando aptitudes y actitudes para actuar con él.

Sobre las ideas previas que el alumno posee sobre el metabolismo celular se elaboran sencillas investigaciones dirigidas por el docente. Las mismas se presentan a los alumnos como situaciones problemáticas orientadas a desarrollar la potencialidad inventiva y creativa, como además los conocimientos conceptuales y procedimentales para llegar a una solución del problema planteado por medio de una actividad práctica.

De esta forma se pretende lograr no sólo la resolución de los "problemas" sino además el objetivo fundamental, que es permitir el desarrollo de nuevos conocimientos. Por tanto se infiere que en este tipo de actividades prácticas subyace una concepción epistemológica en cuanto a la tarea científica como proceso hipotético-deductivo.

El modelo didáctico para superar dificultades: Los modelos didácticos son definidos como procesos que analizan, explican y regulan la actividad instructiva. Guiado por ésta premi-

sa es que en la presente investigación se gesta un modelo generativo constructivista para superar dificultades en el aprendizaje del contenido básico disciplinar, el metabolismo celular.

El modelo de ésta investigación posee tres etapas diferentes: La primera se basa fundamentalmente en la exploración de las concepciones de los alumnos respecto al tema. Se caracteriza por el uso de un cuestionario y la confección de un mapa conceptual. La segunda o de cotejo se basa en la organización de los datos que se han recogido. Sobre la base del análisis realizado, se establecen los porcentajes de alumnos que responden de una manera y que tienen concepciones determinadas. Y la tercera, de aplicación práctica, es en gran medida experimental. En esta etapa se ponen a prueba los esquemas explicativos de los alumnos estimulándolos a un pensamiento reflexivo a través de prácticos de laboratorio (entendidos como pequeñas investigaciones). Las tareas están guiadas a desafiar ideas, presentando contraejemplos empíricos generadores de conflictos cognitivos, orientando a los alumnos a la confrontación de ideas.

El criterio de cuantificación utilizado tuvo en cuenta las tres dimensiones propias de los mapas conceptuales: jerarquización, interrelación y grado de profundización de contenidos.

Jerarquización: Esta categoría nos señala la disposición de los conceptos, donde se ubican por orden de importancia o "inclusividad". Los más inclusivos ocupan los lugares superiores en la estructura gráfico semántica. Se adoptó una escala de puntuación arbitraria para la evaluación de los conocimientos.

incorrecto = 0

correcto = 1

Interrelación: Este rango marca como han sido unidos dos conceptos por medio de palabras, enlaces o nexos, para conformar así una unidad semántica. Es decir, cómo se establece una proposición que posee valor de verdad, donde se afirma o niega algún concepto. Se establece una escala de puntuación arbitraria de acuerdo a la cantidad de términos interrelacionados:

2-4 términos = 1

5-9 " = 2

10-13 " = 3

Grado de profundización: esta característica nos permite detectar la calidad y cantidad de información que poseen los alumnos. Da cuenta del grado de conceptos que dominan los discentes, y la forma en que están internalizados. Se estableció una escala de puntuación según el siguiente criterio:

incorrecto = 0
correcto = 1

La población de alumnos se dividió entre aquellos que adoptaron la modalidad Ciencias Sociales y los que eligieron Ciencias Naturales. Para ello se realizó el test de Bartlett. Este análisis mostró que la distribución de varianza dentro de la muestra es homogénea ($X^2 = 0.649$, $p = 0.420418$) para un intervalo de confianza del 95%. Se realizó un análisis de varianza no paramétrico (ANOVA) aplicando el test de Kruskal-Wallis para determinar si las puntuaciones obtenidas por los alumnos de ambas orientaciones presentaban diferencias entre ellas. Así se obtuvo un valor de probabilidad $p = 0.89$ lo que indicó que las poblaciones no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Puntuación	CS	CN	Nº de alumnos
0.00	6	3	9
1.00	15	18	33
2.00	9	5	14
3.00	0	4	4
4.00	2	2	4
5.00	1	3	4
6.00	5	1	6
7.00	2	2	4
Total	40	38	78

Tabla 1: Puntuación obtenida en la encuesta diagnóstica por los alumnos de las orientaciones Ciencias Sociales (CS) y Ciencias Naturales (CN).

Validación del modelo didáctico propuesto:

Se realizó una encuesta final. De este modo se comparó para cada alumno participante su desempeño antes y después de la puesta en práctica del modelo didáctico.

Como criterio de validación se consideró que un alumno posee conocimientos mínimos sobre el tema metabolismo celular cuando fue capaz de señalar en que organismos ocurre, le asignó correctamente su importancia y estableció una aceptable interrelación de términos en el mapa conceptual.

Se compararon los resultados arrojados por las encuestas antes y después de la aplicación del modelo. Para ello se utilizó un test estadístico de independencia según la siguiente matriz:

	Después	
	Aceptable	No aceptable
Aceptable Antes	4 (a)	0 (b)
No aceptable	24 (c)	9 (d)

Cantidad de alumnos

Puntuación	Antes	Después
0.00	3	0
1.00	18	2
2.00	5	5
3.00	4	3
4.00	2	2
5.00	3	1
6.00	1	4
7.00	2	20

Tabla 2: Puntuación obtenida por los alumnos de Ciencias Naturales antes y después de la puesta en práctica del modelo didáctico.

Análisis de correlación entre las diferentes dimensiones del conocimiento: En este estudio hemos considerado como dimensiones del conocimiento a las siguientes categorías

- Jerarquización
- Interrelación
- Profundización

El análisis de correlación entre las dimensiones se realizó mediante el cálculo de coeficientes de correlación de Spearman. Los resultados obtenidos se expresan en la siguiente matriz:

	Jerarquización	Interrelación	Profundización
Jerarqu.	-1.0000		
Interrel.	0.8125	1.0000	
Profund.	0.8990	0.8330	1.0000

El cálculo de los coeficientes de correlación pone en evidencia una clara correlación entre las tres dimensiones analizadas. Aquellos estudiantes que jerarquizan correctamente son capaces de interrelacionar (coef.=0.8125) y profundizar (coef.=0.8990) en forma satisfactoria. Asimismo, aquellos que profundizan, interrelacionan correctamente (coef.=0.8330).

Conclusiones: Al comienzo de esta investigación nos planteamos si un modelo didáctico para la enseñanza del contenido el Metabolismo Celular, basado en el análisis de las ideas previas de los alumnos y apoyado además por la realización de tareas de laboratorio (concebidas como pequeñas investigaciones) favorece el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Un segundo interrogante que se planteó en esta investigación, fue saber si la elección de la modalidad biológica por parte de los alumnos ingresantes al Polimodal podía orientar los resultados que se obtenían.

Estas preguntas han recibido respuestas que afirman, en general, las expectativas iniciales planteadas, siendo necesario realizar algunas precisiones que iremos enumerando a continuación.

Los resultados en general, han puesto de manifiesto que existe una serie de características de acción que resultaron motivadoras para la mayoría de los alumnos, con prescindencia de sus motivaciones personales, fundamentalmente aquellas con alto contenido procedimental. De todas ellas merecen la pena destacarse, las pequeñas investigaciones que desarrollaron para generar la confrontación de concepciones erróneas existentes en los alumnos.

La etapa diagnóstica fue realizada previamente a la elección de la modalidad e ingreso al Polimodal en una población de setenta y ocho alumnos. El modelo de investigación continuó su desarrollo con treinta y siete alumnos pertenecientes a la modalidad Ciencias Naturales.

La población de alumnos ingresantes estudiada reveló los siguientes aspectos:

- *Todos los alumnos aseguraron haber escuchado la palabra metabolismo.*
- *La mayoría afirmó que eso ocurrió en la escuela.*

Esto confirma que su contacto con el término se produjo cuando se abordaron contenidos curriculares pertenecientes a años anteriores de instrucción, como son fotosíntesis y nutrición animal.

Respecto a las preguntas siguientes del cuestionario sobre en qué organismos sitúan al metabolismo celular y cuál es su importancia biológica, los alumnos dejaron en clara evidencia que un gran número de ellos desconoce tanto su importancia como su ubicación.

La confección del mapa conceptual demostró que los alumnos que presentan las dificultades manifestadas tampoco pudieron organizar conceptos ni jerarquizarlos.

Los resultados indican que los errores conceptuales que poseen los alumnos respecto del tema metabolismo celular serían post-instrucionales, debido a que la única fuente de información mencionada es la escuela.

Por otro lado, vemos que la decisión de adoptar o no la modalidad biológica para continuar los estudios, no actuó como sesgo en los resultados obtenidos.

Los parámetros evaluados exteriorizan de forma explícita lo que el alumno "sabe" respecto del tema metabolismo celular, y marcan de alguna manera cual debe ser el "punto de partida conceptual" para continuar con el modelo.

La segunda etapa del modelo, o etapa de cotejo ha tenido por objeto agrupar a los alumnos de acuerdo a sus conocimientos previos, estableciendo de este modo patrones y categorías en el aula.

La tercera etapa, considerada etapa de aplicación práctica, puso en clara evidencia que enfrentar a los alumnos a situaciones problemáticas, facilitó la comprensión y capacitó a los discentes a plantear nuevas resoluciones de problemas, las cuales se transformaron en actividades estimulantes fundamentalmente porque tenían respuestas inmediatas. En función del contexto teórico práctico pertinente, los estudiantes buscaron nuevas formas de corroborar hipótesis, seleccionar datos y por último sacar conclusiones.

Sobre la base del análisis de los resultados obtenidos, podemos decir que la aplicación del modelo didáctico desarrollado nos permite:

- *Conocer las ideas previas que los alumnos poseen sobre un tema antes de comenzar a enseñarlo.*
- *Seleccionar los conceptos a enseñar y de esta manera no descartar conceptos que pueden ser considerados obvios o conocidos.*
- *Conocer el grado de jerarquización, interrelación y profundización que poseen los discentes respecto a los conceptos analizados.*
- *Evaluar la relación existente entre los niveles establecidos de jerarquización, interrelación y profundización. Se comprobó que aquel alumno que jerarquiza correctamente términos también tiene un nivel aceptable de profundización. De igual manera el discente que tiene buen nivel de profundización de términos puede relacionarlos, y si interrelaciona también jerarquizarlos.*
- *Seleccionar experiencias de laboratorio concebidas como pequeñas investigaciones.*

Como elementos conclusivos adicionales podemos puntualizar

• *A pesar del carácter eminentemente procedimental de las tareas de laboratorio llevadas a cabo, no se desvinculan de los contenidos conceptuales ni actitudinales.*

• *La aplicación del modelo nos acerca a una concepción dinámica de la educación basada fundamentalmente en la comprensión.*

• *Con esta modalidad el alumno analiza hechos y desarrolla razonadamente una estrategia que le permite obtener datos, procesarlos, interpretarlos y llegar a una conclusión.*

Al comienzo enunciamos los propósitos que animaron a esta investigación. Durante su desarrollo reflexionamos sobre las prácticas pedagógicas intentando descubrir nuevas formas de trabajo en el aula, con el objetivo también de profundizar en el conocimiento de la disciplina que enseñamos.

La intención fue siempre mejorar la enseñanza, con el afán de promover mejores aprendizajes. Creemos que el modelo didáctico planteado se acerca a las expectativas propuestas

Es deseo del autor, que el conjunto de ideas aquí presentadas, se transformen en incentivo para continuar pensando en mejorar la práctica de la enseñanza.

Estas últimas reflexiones pues, van dirigidas a aquellos docentes que se sienten llamados a la búsqueda de nuevas formas de enseñar y para aquellos que creen "*que el cerebro humano no es un vaso para llenar, sino una lámpara para encender*".