

## **Biología Celular 1997-2012: búsqueda de mejores logros en el proceso de enseñanza y de aprendizaje**

Cell Biology 1997-2012: search for best achievements in the process of teaching and learning

**Marlene O. de Toledo**

marlene8atoledo@gmail.com

**Rosa Elena Camero**

cameronegrilla1@gmail.com

**Universidad Pedagógica Experimental Libertador.**

**Instituto Pedagógico de Caracas**

Artículo recibido en septiembre de 2013 y publicado en enero de 2014

### **RESUMEN**

*El trabajo presenta un análisis de múltiples aplicaciones de estrategias metodológicas y evaluativas en el curso de Biología Celular del Instituto Pedagógico de Caracas (IPC-UPEL), desde 1997 hasta 2012. Se tomaron como datos para el análisis cuantitativo las calificaciones contenidas en las actas y las obtenidas en las pruebas de teoría y para el análisis cualitativo se procesaron las reflexiones realizadas por los estudiantes, tanto en la teoría como en el laboratorio utilizando el método de Análisis de Contenido. Investigación acción donde se manejan los cursos intactos de la asignatura. Los resultados muestran que las estrategias aplicadas en este período (simulaciones, simulaciones-juego instruccionales, procesadores de información, seminarios, software, cuentos, entre otras) ayudaron de manera aceptable en la comprensión de los procesos en los cuales fueron aplicadas y en la capacidad para integrar los conocimientos con la cotidianidad.*

**Palabras clave:** *Biología Celular; metodología de enseñanza; evaluación*

## ABSTRACT

*This paper presents an analysis of multiple applications of evaluative and methodological strategies in the Cell Biology course of the Instituto Pedagógico de Caracas, from 1997 to 2012. As data for the quantitative analysis were taken skills contained in the records and scores on tests of theory, and, for qualitative analysis, were processed discussions by students both in theory and in the laboratory, using the content analysis method. The work is of investigative action because the courses are handled with intact subjects. The results show that the strategies applied in this period (simulations, simulations-instructional games, processors of information, seminars, software, stories, etc.) acceptably helped in understanding the processes which were applied and with the ability to integrate knowledge with everyday content.*

**Key words:** *Cell Biology; Teaching methodology; Evaluation*

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo representa el cierre de una serie de estudios realizados en la Cátedra de Biología Celular, desde sus inicios en la década de los 70s hasta el 2012, con el fin de alcanzar las mejores estrategias de enseñanza para lograr en los estudiantes un mejor aprendizaje y por ende un rendimiento satisfactorio en el curso.

Según el docente, el rendimiento es la realización, ejecución, actuación y producción para expresar el resultado de las personas. Sin embargo, este concepto es muy limitado ya que se deben incluir otros indicadores como: deserción, reprobación, repitencia, influencia de variables relacionadas con habilidades intelectuales, tales como: motivación, antecedentes educativos, características socio-económicas y familiares de los estudiantes; de esta forma, el rendimiento podría ser un indicativo para buscar las causas de los éxitos o los fracasos en los educandos (Pérez y Castellano, 1990).

El desempeño de un estudiante a lo largo de los cursos que asiste se expresa a través de la evaluación; si ésta está basada sólo en la

calificación, implica que aquéllos que tienen capacidad son los que tendrán oportunidad de ser educados. La evaluación debiera ser lo suficientemente analítica como para sugerir las causas de las eficiencias y deficiencias en los individuos y los grupos. Debiera también sugerir hipótesis respecto a las acciones correctivas. Por eso más que una calificación, la evaluación debe estar dirigida hacia el contenido y el método de instrucción; al respecto, el curso debe tener planteado su objetivo general el cual representa el tipo de aprendizaje que el estudiante debe lograr dentro de la gama de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes posibles. Ante la amplitud del conocimiento actual, es muy difícil que los estudiantes manejen todo, por lo que es necesario prepararlos para pensar sobre cualquier conocimiento y los problemas relacionados con el mismo; no limitarse sólo al conocimiento (Taba, 1983).

Previo a este estudio, se han realizado otras investigaciones en relación al curso de Biología Celular, en las mismas, se consideraron las estrategias de enseñanza y de evaluación, se hizo una separación en grupos y bloques de estudios cuyos resultados pueden visualizarse en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Grupos estudiados en la cátedra de Biología Celular período 69-96 II

<b>GRUPOS</b>	<b>Aprobados en la asignatura(%)</b>	<b>Media en la asignatura</b>	<b>Media de las pruebas de teoría</b>	<b>Conclusión de las pruebas de teoría</b>
<b>69-70</b>	69,45	5,45		
<b>73 I- 75</b>	>91	5,6-8,31		
<b>75- 77</b>	92	>8 puntos		
<b>Grupo de estudio 1979-1988</b>	65	4,35		
<b>84 I – 86 I (penúltimo bloque del grupo anterior</b>	63,12	3,8	7,35 con base en 36 puntos	>50% de los estudiantes aplazados en todas las pruebas de teoría

<b>86 II-88U (Bloque V) Último bloque del grupo anterior</b>	54,40	3,4	10,3 con base en 30 puntos	>50% de los estudiantes aplazados en todas las pruebas de teoría
<b>89 I – 94 U</b>	62,53	3,98	12,85 con base en 35 puntos	>50% de los estudiantes aplazados en todas las pruebas de teoría
<b>95I-96II</b>	77,27	4,36	11,11 con base en 30 puntos	>50% de los estudiantes aplazados en todas las pruebas de teoría

El análisis de los resultados de cada grupo puede resumirse la información de la siguiente forma:

- **Grupo 69-70.** Este grupo representa la primera propuesta del curso de Biología Celular en el sistema de semestres, bajo los parámetros en que se estructura el curso, el índice de aprobados es de 69,45% con una media alrededor de 5,45 (cuadro 1).
- **Grupo 73 I – 75 y Grupo 75 -77.** Los primeros cambios para el curso de Biología Celular datan de 1969. Éste se dividía en la parte teórica y la sección de laboratorio; la primera implicaba el estudio de la estructura y función celular y, el segundo, se centraba en un proyecto investigativo abierto, lo cual reflejaba un aprendizaje centrado en el estudiante (Matute y López, 1978). Los resultados obtenidos desde el semestre 73-I hasta el 75-I muestran un índice de aprobados mayor del 91% con una media que fluctúa entre 5,6 y 8,31 (cuadro 1).

La observación puede prolongarse hasta 1977 en el mismo cuadro; es de hacer notar que el rango de calificación es del 1 al 9, siendo 4 la mínima aprobatoria. De acuerdo a las calificaciones obtenidas durante

ese período, los estudiantes se ubican de la siguiente forma: calificación 1 (0,55%), calificación 2 (1,28%), calificación 3 (2,01%), calificación 4 (1,82%), calificación 5 (5,85%), calificación 6 (9,14%) calificación 7 (18,3%), calificación 8 (26,14%) y calificación 9 (30,9%). Este resultado muestra que más del 50% obtuvo un puntaje entre 8 y 9, lo cual permitió considerar que las estrategias manejadas para el curso, en esa época, resultaron adecuadas y que permitieron cumplir los objetivos propuestos (López y Matute, 1975).

**Grupo de estudio 1979-1988.** Después de los resultados del grupo anterior, comienza a disminuir el rendimiento en Biología Celular; por eso, para el período 1979 hasta 1988, se ensayan nuevos métodos de enseñanza y de aprendizaje. El ensayo de nuevas estrategias y metodologías queda justificado en el Artículo 2 del Reglamento General Interno del IPC, numeral 2, el cual establece que uno de los objetivos de la Institución es: “Ensayar nuevas orientaciones, estructuras y sistemas de aprendizaje que se requieran para el progreso de la educación venezolana” (Instituto Universitario Pedagógico de Caracas, 1979). El mencionado artículo sigue vigente luego del cambio a UPEL.

Los cambios durante dicho período se implementaban sin evaluar los resultados de cada ensayo. Sólo se observaban los resultados a modo de discusión final entre los docentes de la cátedra. El rendimiento reflejaba el poco aprendizaje de los estudiantes y que era necesario probar otras estrategias. El primer trabajo que resume el diagnóstico y la evaluación de todos esos ensayos es el de Ochoa de Toledo (1989) en el cual se incluyeron los programas de Biología Celular, los planes de evaluación y las actas de calificación de todo el período estudiado.

En lo que respecta al trabajo de laboratorio, se incorporaron también nuevas estrategias (juegos, simulaciones), con el objetivo de lograr una mejor comprensión de los procesos sin perder la importancia del laboratorio en sí como método para visualizar fenómenos biológicos, que incluso pueden ser cuantificados y manejados como cualquier investigación experimental; la importancia en el trabajo experimental se mantenía desde

los inicios del curso de Biología Celular ya que los docentes de la cátedra siempre valoraron esa visión.

Según Ochoa de Toledo (1989), en el período considerado se aplicó una prueba exploratoria en relación a los conocimientos previos que los estudiantes traían al curso de Biología Celular; los resultados de la misma versus el rendimiento en el curso, mostraron ser significativos por lo que se deduce la importancia de los conocimientos previos provenientes de otras asignaturas. Igualmente, los resultados sugieren que las estrategias manejadas en el período no permiten cubrir las deficiencias anteriores lo cual se traduce en el bajo rendimiento estudiantil obtenido. Finalmente, para este período considerado, las circunstancias habían empezado a cambiar tal como fue referido en Matute, López, Camero y Ochoa (2009); la situación económica del país, y por ende, de las universidades, afectó la dotación de los laboratorios (dificulta el sostenimiento de la modalidad de laboratorio abierto), además el poco acceso a la literatura actualizada en español (lo que obliga a leer en inglés, actividad que los estudiantes no dominan para la teoría). Como consecuencia de estos nuevos elementos, los resultados del curso en cuanto al rendimiento disminuyen respecto a lo que se había observado en el grupo anterior, lo que provocó múltiples cambios en la forma de impartir y evaluar la asignatura, siempre en búsqueda de recuperar un nivel de aprendizaje más aceptable que se reflejara en los valores de aprobación.

Ochoa (1989) separa el grupo de estudio en varios bloques de acuerdo a las estrategias manejadas. En el cuadro 1 se representa el grupo y seguidamente el penúltimo (79-86 I) y el último bloque de estudio (86-II-88), en ellos se nota que la media del curso está por debajo de la calificación mínima aprobatoria. El porcentaje de aprobados evidencia que es la actividad del laboratorio lo que permite aprobar el curso ya que las pruebas teóricas siguen siendo aplazadas por más del 50 % de los estudiantes.

**Grupo 89 I-94 U.** El siguiente estudio de la cátedra de Biología Celular lo realiza Ochoa en 1998. En su trabajo, la investigadora incluye el período

desde 1989 hasta 1996. El período es separado en dos bloques por los cambios que se dan en el segundo caso. El primer bloque de la investigación va desde el semestre 89-I hasta 94-U. El laboratorio abierto da paso a prácticas estructuradas y semi-estructuradas no sólo por la dificultad de sostener el laboratorio en materiales y recursos, sino también por la falta de motivación y disposición de los estudiantes para incorporarse a trabajos de laboratorio que ocupen más tiempo del horario asignado al curso. En cuanto a la evaluación, la teoría pesa más que el laboratorio. Además, los estudiantes manifiestan problemas de comprensión para la Unidad III de teoría que se refiere a la regulación de los procesos o mecanismos celulares y es la unidad que implica integración de contenidos con las otras unidades del curso. Los resultados muestran un ligero aumento en el número de aprobados en el curso pero con una media de 3.98, es decir, casi en el límite de aprobación (cuadro 1).

**Grupo 95 I- 96 II.** La revisión bibliográfica del diagnóstico de Ochoa (1998) permitió señalar un gran número de variables que intervienen en el rendimiento estudiantil; así en 1990, Pérez y Castellanos reportan hasta 258 factores, agrupados de la siguiente forma: los relacionados con políticas educativas del Estado, los relacionados con factores demográficos y socioeconómicos del estudiante, los relacionados con antecedentes educativos, los relacionados con el proceso de aprendizaje y, por último, los relacionados con las variables psicológicas. Para su diagnóstico, Ochoa (1998) consideró las siguientes: conocimientos previos, habilidades/aptitudes (capacidad verbal, abstracta y de relaciones espaciales), estrategias metodológicas y características socio-económicas y familiares.

En cuanto a estrategias metodológicas se utilizaron los procesadores de información, los cuales representan el resultado de los esfuerzos por desarrollar herramientas de laboratorio y del salón de clases para aumentar la cognición y comprensión filosófica de la ciencia (Sánchez, 1991). Son representaciones gráficas que se han utilizado como ilustraciones visuales de ideas verbales con el fin de ayudar al estudiante a entender, resumir, y sintetizar ideas complejas que van por encima de frases escritas; incluyen:

esquemas, ciclos, dibujos, algoritmos, marcha analítica, mapas de araña, mapas de espina de pescado, mapas de concepto y V de Gowin (Fly y col., 1988; Novak y Gowin, 1984). Novak y Gowin (1984) señalan que algunos de los procesadores, como los mapas de conceptos, pueden ser utilizados para evaluación.

Este bloque, que es el segundo en la investigación de Ochoa (1998), se caracteriza por ser un grupo experimental en el cual se estudian las variables antes mencionadas. Se incluyen los procesadores de información, específicamente mapas de concepto y V de Gowin, y se les ofrece a los estudiantes un mini-taller sobre esos procesadores para familiarizarlos un poco en el manejo de dichas herramientas, ya que éstas se utilizarán en el curso. Igualmente, se incluyen en el laboratorio, simulaciones-juegos instruccionales, simulaciones, estrategias todas que buscan la mejor comprensión de los procesos y la corrección de concepciones alternas. Igualmente se aplicaron en este bloque, los test psicológicos buscando predecir el rendimiento en el curso.

Los resultados cuantitativos muestran un ligero aumento en el número de aprobados si se compara con el Bloque anterior, 89 I-94U (cuadro 1). De hecho, los resultados sólo muestran un menor número de aplazados y un aumento en la media del curso que apenas supera la calificación mínima de aprobación (4 pts.), sugiriendo que lo hecho en este bloque produce una discreta mejoría en el rendimiento.

Así mismo, los resultados de las pruebas psicológicas muestran un alto porcentaje de estudiantes en el rango inferior para la prueba abstracta, la de razonamiento verbal y la de relaciones espaciales (alrededor de 70%) lo que implica por parte de los docentes, manejar estrategias en el aula que permitan lograr la comprensión de los procesos abstractos de biología celular. Sin embargo, el rendimiento obtenido por los estudiantes, no guardó una relación directamente proporcional con los resultados de las pruebas psicológicas por lo que no pueden ser consideradas predictivas del rendimiento académico.



Para hacer un diagnóstico de los conocimientos previos de los estudiantes se les aplicó un pre-test y un post-test y se estableció la relación con el rendimiento, encontrándose en este caso, una relación significativa. De alguna manera, las nuevas estrategias ayudaron al estudiante a solventar deficiencias previas a biología celular posiblemente por la ayuda de los procesadores de información, los cuales permiten detectar fallas de contenido y organizar la información; esto promueve una discusión individual con cada estudiante a fin de lograr cambiar sus concepciones erradas y construir los nuevos conocimientos sobre bases firmes, lo cual se apoya en los planteamientos de Novak y Gowin (1984).

Finalmente, Ochoa (1998) señala que no hay un patrón específico para determinar cuál unidad es la de peor rendimiento aunque la frecuencia sea ligeramente mayor en la última unidad (III).

El presente trabajo busca relacionar el rendimiento de los estudiantes desde 1997 hasta 2012, con las diferentes estrategias de enseñanza y de aprendizaje y métodos de evaluación aplicados en el curso de Biología Celular. Esta relación permitirá evidenciar con cuáles de esas implementaciones se pueden obtener mejores resultados académicos en estos últimos años, y cuáles siguen siendo las debilidades. De esta forma, podría cumplirse el objetivo de este curso que es lograr el aprendizaje significativo de la asignatura.

### *Objetivos*

Analizar los resultados de la aplicación de estrategias de enseñanza y de aprendizaje y métodos de evaluación, desde 1997 hasta el 2012, en el curso de Biología Celular.

## **MÉTODO**

Investigación de campo casi experimental, utilizando secciones intactas de los cursos de Biología Celular del IPC. Para el análisis de resultados se

utilizaron procedimientos cuantitativos y cualitativos, siendo el Análisis de Contenidos el método aplicado para los datos cualitativos.

### *Instrumentos*

Trabajos de ascenso de la Profesora Ochoa basados en estudios de la cátedra de Biología Celular. Historia de la Cátedra de Biología Celular de las Profesoras Matute, Mora, Camero y Ochoa. Publicaciones de la cátedra respecto a rendimiento, recursos y estrategias diseñadas. Actas de calificaciones del curso de Biología Celular. Pruebas teóricas de los estudiantes de diferentes semestres de Biología Celular. Reflexiones hechas por los estudiantes sobre el curso de Biología Celular desde el 2006 tanto para la teoría como para el laboratorio y otras actividades realizadas en el curso.

### *Procedimiento*

- Revisión documental de los semestres ya considerados en estudios anteriores a fin de presentar los resultados como antecedentes de la investigación.
- Establecimiento de los criterios para la separación de los tres grupos de estudio: 97-2002, 2003 I a 2005 II y 2006 I a 2012 II (tanto metodológicos como evaluativos)
- En cada grupo se determinó la media de calificaciones, el porcentaje de aprobados y la media de calificaciones de las pruebas teóricas.
- Se señalaron los resultados de la aplicación de Simulaciones-Juego en función de las publicaciones referidas a esas aplicaciones.
- Análisis de las pruebas teóricas en función del puntaje obtenido por pregunta para las tres unidades teóricas durante el período 2003-2008. Este estudio buscaba proporcionar información acerca de las dificultades que podrían tener algunas preguntas en las pruebas.
- Comparación de resultados de las pruebas presenciales y para la casa del semestre 2009 II en busca de establecer ventajas y desventajas del uso de ambos tipos de pruebas en el curso de Biología Celular.
- Análisis de contenido de las reflexiones realizadas por los estudiantes

sobre el laboratorio, con el objetivo de buscar la aceptación, el beneficio y los problemas presentados en cada práctica o actividad experimental programada.

- Análisis de contenido de las reflexiones realizadas por los estudiantes sobre cada unidad teórica para analizar las opiniones sobre estrategias de enseñanza y resultados en el aprendizaje del curso.
- Análisis de contenido de las reflexiones realizadas por los estudiantes sobre otras estrategias aplicadas en el curso: cuento, simulaciones en la web, etc.

## **RESULTADOS**

### **Rendimiento del curso de Biología Celular desde el año 97 hasta el 2012.**

**Grupo 97-2002.** Posterior al año 96, se manejan otros procesadores (además de la V de Gowin y los mapas de conceptos) para lo cual se les dicta a los estudiantes un taller en el laboratorio basado en un material preparado por la profesora Ochoa de Toledo (1997). La libertad para manejar el procesador que mejor se adapta a los estudiantes resulta positiva y permite una evaluación formativa de los procesadores hechos para los contenidos de la teoría. La mayoría de los estudiantes se inclinan por mapas de araña y, posteriormente, por los mapas mentales.

Con respecto a la Unidad III, en este período se hace un nuevo ensayo en algunos de los semestres: la prueba de la Unidad III se hace a libro abierto y el estudiante puede llevar a la prueba los esquemas que ha realizado del contenido teórico. Esta metodología no funcionó porque casi ningún estudiante realizaba esquemas o procesadores en la última unidad, y, por supuesto, no tenía material para ayudarse en la resolución de la prueba; sólo se favorecían aquéllos interesados y preocupados que realizaban sus procesadores a lo largo del semestre. Por tanto, la estrategia privilegiaba sólo a los buenos estudiantes.

A pesar de introducir una clase para discutir las preguntas de integración como son las de la última unidad, los problemas de rendimiento en la teoría continúan. De hecho, siguen aplazando más del 50% en todas las pruebas de teoría (Ver **Cuadro 2**). La realización de procesadores para facilitar la comprensión de los contenidos teóricos se convierte en una asignación, lamentablemente algunos estudiantes no realizan esa actividad, otros lo hacen a destiempo (posterior a las pruebas), por lo que el procesador deja de ser una ayuda para la comprensión de los contenidos.

**Cuadro 2.** Grupos de estudio de Biología Celular lapso 97 – 2012 II

Período	Aprobados en la asignatura (%)	Media de calificaciones del curso	Media de las pruebas de teoría	Estudiantes aprobados en las pruebas de teoría (%)	Estrategia didáctica y método de evaluación aplicado
97-2002	78,42	4,94	10,45 con base en 35 puntos	>50% de los estudiantes aplazados en todas las pruebas de teoría	Procesadores de la información
2003 I-2005 II	69,42	5,91	17,82 con base en 30 puntos	>50% de los estudiantes aprobados en todas las pruebas de teoría en cinco semestres	Prueba para la casa sustituye la presencial. CTS. Pregunta tipo prueba. Procesadores de la información
2006 2012	67,37	5,80	17,62 con base en 30 puntos	>50% de los estudiantes aprobados en todas las pruebas de teoría	Simulaciones-juegos instruccionales. -Actividad de laboratorio semi-estructurada. Prueba para la casa y prueba presencial. Reflexiones estructuradas

**Grupo 2003 I- 2005 II.** A partir del 2003 I se aprueba el nuevo reglamento de evaluación en el cual el puntaje es de 1 a 10 y con un mínimo aprobatorio de 6. Si se mantenía la misma estrategia para la teoría, ningún estudiante podría aprobar Biología Celular a la luz de los resultados presentados en los diferentes grupos de estudio. Es en ese momento, que la profesora Ochoa de Toledo cambia las pruebas presenciales por

pruebas para la casa en todas las unidades (tres); esta modalidad evita la memorización, favorece el análisis y la integración, el aprendizaje cooperativo y la investigación documental. Las preguntas son de análisis y razonamiento, lo cual implica procesos mentales más complejos (preguntas más difíciles que las anteriores). Igualmente se empieza a incorporar una mayor contextualización de los contenidos de celular; son los llamados “toques de CTS” (Ciencia, Tecnología y Sociedad) a lo largo de las exposiciones magistrales de teoría, dando oportunidad a relacionar el contenido con la vida diaria y motivando una mayor participación de los estudiantes. Se mantiene el uso de procesadores como organizadores de la información para la teoría con evaluación formativa y se refuerza cada clase discutiendo una pregunta tipo prueba. Se mantiene la última clase de teoría para resolver preguntas donde se requiere la integración de los contenidos como las presentadas en la prueba. En el laboratorio no se utilizaron los juegos ni las simulaciones durante este período. Los resultados para este bloque son:

- Las pruebas para la casa permitieron mejorar el rendimiento en Biología Celular, logrando una media en las pruebas de teoría por encima del 50% en la mayoría de los semestres, sin embargo la media del curso no alcanza la calificación mínima aprobatoria (cuadro 2).
- Se calculó la media de calificaciones para cada una de las pruebas de teoría. Los resultados muestran que el menor valor correspondió a la unidad I; quizás se deba a lo extenso de los contenidos y que probablemente es la primera vez que se enfrentan a preguntas de análisis y de integración, si es así, con respecto a esto último, se podría decir que no hay o existe poco entrenamiento en las asignaturas anteriores para enfrentar este tipo de pruebas.

**Grupo 2006- 2012.** A partir del 2006 se vuelven a utilizar las simulaciones y las simulaciones-juegos, ambas estrategias con miras a mejorar la comprensión de los procesos. Se incorpora una práctica semi-estructurada de fotosíntesis que ha resultado muy provechosa para el manejo de herramientas de laboratorio y del método científico.

Es justamente a partir de este período que se piden reflexiones estructuradas a los estudiantes, así llamadas porque están fundamentadas en una serie de aspectos:

- Lo que me gustó
- Lo aprendido
- Los cambios de concepción
- Lo no aprendido
- Lo que no me gustó
- Recomendaciones

La información obtenida permite manejar la autoevaluación del estudiante en función de lo aprendido y los cambios de concepción; de esta forma la atención es individual para corregir aspectos conceptuales errados que aparezcan en las reflexiones. Por otro lado, los otros aspectos señalados en las reflexiones permiten conocer la percepción de los estudiantes acerca del tema, de las estrategias, de la dinámica de la clase, del trabajo de laboratorio, los cuales representan valiosos insumos para la organización del curso.

En cuanto a los resultados obtenidos en este grupo, los mismos muestran la efectividad de las pruebas para la casa ya que las medias se mantienen por encima del 50% en los exámenes de teoría (cuadro 2). Al respecto, en los últimos semestres de este grupo se implementaron pruebas presenciales para la Unidad I y la Unidad II para corroborar lo obtenido en la prueba grupal. Así se tabularon los datos del semestre 2009 II en donde se obtuvieron los resultados que muestra el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Comparación de resultados de la prueba presencial y de la prueba para la casa para la Unidad I y la Unidad II (semestre 2009 II)

Período	Media prueba 1 para la casa	Media prueba 1 presencial	Media prueba 2 para la casa	Media prueba 2 presencial	Media de las pruebas de teoría
2009II	17,21/30	11,13/30	22,65/30	13,42/30	16,10/30

Estos resultados muestran que la prueba para la casa está ofreciendo la oportunidad para obtener un mejor rendimiento en la asignatura. Sin embargo, está claro que no todos los integrantes trabajan por igual, ya que de ser así el rendimiento en ambos tipos de prueba debería ser bastante similar. Cuando se promedian los rendimientos de las pruebas se observa que la media sigue estando por encima del 50% de aprobados con lo cual puede concluirse que esta modalidad de evaluación resulta adecuada para nuestros estudiantes. Con respecto a estas diferencias entre prueba presencial y prueba para la casa surgen interrogantes, si realmente los estudiantes trabajan mejor de manera cooperativa, lo que les permitiría entender mejor aquellos contenidos que trabajándolos por sí solos les serían más difíciles de comprender; si siente más motivación para la investigación bibliográfica porque necesita presentar al grupo sus planteamientos ante determinadas situaciones, si siente vergüenza de quedar mal ante el grupo y se esmera más, o si simplemente obedece al dicho “El que a buen árbol se arrima buena sombra lo cobija”.

La prueba presencial está indicando que es necesario seguir trabajando en ella porque es importante el logro del aprendizaje individual por parte del estudiante.

### **Análisis del Uso de Simulaciones-Juegos Instruccionales**

En la Cátedra se manejan dos: Sintetiza tu Proteína y Viaje Intracelular. La primera fue diseñada en 1989, pero luego fue modificada para introducir el enfoque CTS; se tabularon los resultados de la aplicación de la misma durante un período de cinco semestres, desde el 2001 hasta el 2005; los resultados correspondían al puntaje obtenido por el estudiante en ese contenido en la prueba teórica, y cualitativamente se analizó la encuesta diseñada para evaluar el recurso y la reflexión de los estudiantes respecto a la actividad. Los datos mostraron que la actividad ayuda a la comprensión y contextualización del proceso y que contribuye a mejorar el puntaje de las preguntas relacionadas con ese contenido en la prueba teórica; los resultados de la encuesta y las reflexiones permitieron, además, recoger

información valiosa para la modificación de la estrategia hasta su versión definitiva (Camero y Ochoa de Toledo, 2006).

En cuanto a la de Viaje Intracelular, igualmente fue modificada su versión original para incorporar la integración de estructuras y el enfoque CTS. La aplicación se hizo en el período comprendido entre 2003 y 2008. Los resultados correspondieron al puntaje que obtenían en este contenido en la prueba teórica y, cualitativamente, se analizó la encuesta diseñada para evaluar el recurso y la reflexión de los estudiantes respecto a la actividad. Los datos mostraron una aceptación del recurso en 86,76%, y, que la actividad ayuda a la comprensión y contextualización del proceso y a mejorar el puntaje en la prueba de conocimientos. Igualmente se consideró la información obtenida en las reflexiones para la modificación de esta estrategia hasta su versión definitiva (Ochoa de Toledo y Camero, 2010).

Adicionalmente, se ha manejado en algunos semestres la simulación-juego de regulación con una aceptación positiva por parte de los estudiantes. Este recurso está en revisión, ya que hay sugerencias provenientes de los estudiantes que ayudarán a modificarla de manera de hacerla más práctica para ellos y mejorar la comprensión del contenido.

Los resultados acerca del uso de estos recursos, apoya la idea de continuar la aplicación de los mismos en la asignatura y de diseñar otros para los contenidos que siguen ofreciendo dificultades de comprensión.

### **Análisis de las pruebas Teóricas**

Se analizaron las pruebas teóricas de semestres comprendidos entre el 2003 y el 2008. El análisis consistió en comparar los puntajes obtenidos en cada pregunta respecto al puntaje asignado para la pregunta. Esto se hizo con pruebas de la primera, de la segunda y de la tercera unidad. Se buscaba determinar si algunas preguntas no eran contestadas en los diversos semestres, y si algunas representaban un gran grado de dificultad para los estudiantes, con la finalidad de corregir estos aspectos en próximas aplicaciones del curso. En cuanto a la primera Unidad, la



pregunta que ofreció más dificultad en el período considerado, es la pregunta relacionada con la cromatina y lo que ocurre con su conformación ante cambios de pH. Da la impresión que no se maneja el concepto de pH y lo que ocurre con las cargas de las proteínas asociadas al DNA. Igualmente, se desconoce el cambio de cargas para aminoácidos ácidos y básicos y lo que ocurre con su asociación al DNA.

Otra pregunta que representa cierto grado de dificultad es la relacionada con tipos de transporte a través de la membrana plasmática. Esta pregunta, que generalmente se hace a través de una situación celular hipotética donde hay varios mecanismos de transporte involucrados, permite detectar: primero, los mecanismos de transporte que usualmente son bien identificados; segundo, el efecto de ciertos factores que afectan a uno o a todos los mecanismos involucrados; es en esta respuesta, donde se ven las mayores dificultades por parte de los estudiantes para aplicar los contenidos aprendidos. Por último, explicar a través de evidencias experimentales los postulados de la hipótesis quimiosmótica resulta bastante problemática de contestar.

Con respecto a la segunda unidad, la pregunta que ofrece más dificultad es de asociar codón con anticodón, porque usualmente el estudiante no considera el antiparalelismo en dicha asociación. Igualmente, la pregunta que tiene que ver con el efecto de la temperatura en un experimento de incorporación de material a través de vesículas, la cual es de total aplicación de contenidos, también resulta con cierto grado de dificultad para ser respondida. Finalmente, en la tercera unidad, los resultados son bastante sorprendentes. Mientras que en los semestres en los que se utilizaban las pruebas presenciales, los estudiantes se quejaban de cuán difícil era contestar preguntas de integración, en este bloque de pruebas, esas preguntas son aceptablemente bien respondidas. La pregunta que presenta mayor dificultad es la de operón, porque el estudiante maneja el mecanismo pero no es capaz de pensar en modificaciones del mismo para adaptarlo a situaciones específicas. La segunda pregunta que ofrece dificultad es la relacionada con sincronización porque a veces no puede hacer la relación del ciclo celular con la incorporación de timidina tritiada, o,

no puede analizar lo qué es el índice mitótico. Otra observación está en las preguntas de integración que conllevan a la división celular: el estudiante identifica el mecanismo pero luego se queda corto para explicar todos los eventos que implican la división celular; en este caso el problema no es de dificultad sino de dejar la pregunta incompleta.

## **Análisis de las Reflexiones**

### En relación a cada unidad del curso (I, II y III)

Las reflexiones realizadas por los estudiantes para estas unidades comprenden los semestres desde el 2004 II hasta el 2011 II

#### Unidad I

Contenido: Células procariotas y eucariotas, modelos de membrana plasmática, tipos de transporte que se dan a nivel de membranas, estructura y función de mitocondrias y cloroplastos, estructura y función del núcleo.

Respecto a esta unidad, los estudiantes destacan lo siguiente: contenido adecuado y completo; muy importante la presentación de las evidencias experimentales, ya que permiten entender el por qué se apoya o rechaza una hipótesis o modelo biológico; los conceptos se relacionan con la vida diaria lo cual permite un aprendizaje más significativo en cuanto a la aplicación del conocimiento a las experiencias cotidianas. Consideran muy importante el uso de procesadores de la información pues ayudan a la retroalimentación, refuerzan los conocimientos adquiridos en la clase y la información es más organizada y coherente; además, les permiten corregir errores conceptuales. Señalan que el contenido es muy extenso para el tiempo disponible en el desarrollo de la unidad; por ejemplo, piensan que necesitan más tiempo para el estudio de fotosíntesis y respiración, procesos muy importantes en la formación de un docente en el área de biología. La pregunta realizada al final de la unidad resulta ser muy acertada porque permite sondear cómo fue el aprendizaje y además, es una pregunta tipo como las presentadas en la evaluación. Coinciden

en señalar que esta unidad proporciona las bases para las siguientes unidades (I y II).

Hay algunas sugerencias en cuanto al material didáctico, el cual no debe recargarse de contenido; en algunos casos señalan mejorar la presentación y tener más variedad de ejemplos. Sugieren, que en lo posible, se diseñen más actividades de laboratorio relacionadas con el contenido de esta unidad ya que la de fotosíntesis fue ampliamente aceptada debido a la experiencia constructivista obtenida por los estudiantes.

## Unidad II

Contenido: dogma central de la Biología Molecular, ácidos nucleicos, proceso de duplicación, proceso de transcripción, proceso de síntesis proteica, sistemas membranosos, integración de la síntesis proteica con las modificaciones que sufren las proteínas en el retículo endoplasmático y el aparato de Golgi para convertirse en moléculas funcionalmente activas.

En esta unidad destacan los estudiantes el énfasis que se hace para relacionar el contenido con la experiencia diaria, por lo que el aprendizaje es significativo y “emocionante”. El uso de los procesadores de la información ayuda a entender los procesos de duplicación y transcripción. Consideran que los conocimientos previos y aquellos dispersos o parcelados los pueden convertir en un conocimiento más integrado, coherente y relevante. A través del estudio de las evidencias experimentales van observando la importancia del aporte tecnológico en el esclarecimiento del funcionamiento de los modelos o hipótesis. Las preguntas realizadas por el docente durante o al final de la clase les estimula el “lado analítico y crítico”. La aplicación de la simulación-juego “sintetiza tu proteína” tuvo mucha aceptación y expresan que sirvió para entender y visualizar mejor el proceso de síntesis. El software utilizado, que también corresponde a la síntesis de proteínas, lo consideraron excelente por presentar información extra que les permitió dilucidar mejor la parte correspondiente a la traducción del RNA mensajero (actualmente no se utiliza el software ya que fue diseñado en un programa que ya no es compatible en la computadora). Les fue aplicado, también, la simulación-juego “Viaje Intracelular”, y al respecto expresaron que la estrategia los

ayudaba a ser más creativos y a la resolución de problemas relacionados con el tópico desarrollado en la simulación-juego.

Manifestaron su preocupación, también en esta unidad, por lo extenso del contenido programático, lo cual sugiere un incremento en las horas de clase.

### Unidad III

Contenido: La última unidad es la unidad integrativa. Incluye los procesos de regulación en procariotes entre los cuales está el mecanismo de los operones. Para eucariotes se incluye el ciclo celular y los controles de este evento, los niveles de regulación en células eucarióticas y, finalmente, la comunicación celular como parte de ese sistema de regulación celular.

Los estudiantes manifestaron que ésta es la unidad más integradora del curso de Biología Celular. Los recursos didácticos ayudaron mucho en el aprendizaje, ya que pudieron eliminar dudas y contribuyeron a mejorar su capacidad para integrar los contenidos. Destacan, al igual que en las otras dos unidades, lo extenso de los contenidos y sugieren para el currículo, Biología Celular I y II. Muy acertada la utilización de preguntas en el repaso que se realiza al final de la unidad; tal como lo señaló un estudiante: “Tomar un tiempo para realizar el resumen o la retroalimentación de lo impartido en clase, deja evidenciado que al docente realmente le interesa que el grupo logre un aprendizaje y se lleve correctamente la información desarrollada lo cual resulta muy motivador”.

Estas reflexiones en esta unidad evidencian el cambio de visión del contenido. En bloques anteriores era la unidad más incomprensible y difícil. Aquí la señalan como la mejor unidad, la más integradora, la que permite ver la relación de todo; aunque se quejan de lo extenso, en ningún momento dicen que sea la unidad más difícil de comprender.

En relación a las prácticas de laboratorio:

Las actividades de laboratorio incluyen: prácticas estructuradas (microscopía, extracción de ADN, mitosis, curva de crecimiento), práctica

semi-estructurada (fotosíntesis), simulaciones (transporte a través de la membrana, operón).

En cuanto a la práctica de fotosíntesis ha permitido involucrar al estudiante en el método científico, ya que desarrolla un diseño experimental con hipótesis y presentación de resultados. La aplicación de este laboratorio y sus resultados fueron incluidos en la publicación de Ochoa de Toledo, Camero, Durán, Villamizar y Contreras (2012) en la que se concluye la importancia de este laboratorio para los estudiantes tanto en la parte de entrenamiento en el laboratorio como en el aspecto de visualizar un proceso tan relevante como es el de la fotosíntesis.

En cuanto a las simulaciones: la de transporte está basada en unos supuestos resultados experimentales para deducir los mecanismos de transporte y cómo son afectados los mismos por ciertos factores. Aunque los estudiantes la consideran importante, preferirían un experimento a realizar; piensan que es complicada para entender aunque complementa la teoría y facilite la comprensión de los procesos de transporte. La mayoría no modificaría la estrategia, pero tampoco la utilizaría en educación media debido a su complejidad. En cuanto a la simulación del operón (Ochoa de Toledo, Camero y Nava, 1997) les gusta la actividad aunque quisieran conocer más acerca del montaje para poder repetirla en los liceos; piensan que desde el aspecto cualitativo puede ser utilizada en educación media, que complementa la teoría y mejora la comprensión pero sólo en cuanto a operones de azúcar ya que no se tocan los de aminoácidos.

En cuanto a las prácticas estructuradas, son todas muy bien aceptadas. La de microscopía les da destrezas para el uso del instrumento (microscopio), permite ver en la realidad esas comparaciones entre células, entre tejidos, entre procariontes y eucariontes; permite diferenciar bacterias gram+ y gram-, enseña a hacer montajes; resaltan la importancia del trabajo cooperativo e integral. Este laboratorio se puede aplicar en educación media pero, siempre y cuando existan microscopios en el liceo; opinan que hay que resaltar en la teoría la organización celular y sus niveles para una mejor comprensión de este laboratorio ya que se

manejan bacterias, células eucarióticas, tejidos; para algunos falta algo de integración con la teoría y una de las actividades que menos les gusta es la extracción de conos y bastones para su visualización a partir de ojos de ganado. Aprenden acerca del uso del hemocitómetro y opinan que a pesar de ser un poco pesada esta práctica, podrían agregarse más observaciones.

Otra actividad que les llama la atención por su simpleza es la extracción casera del DNA. Al respecto señalan que ésta se hace en bioquímica pero con otra metodología; la metodología casera puede adaptarse a educación media y lo que la hace interesante es que se hace con diferentes muestras (cebolla, cebollín, hígado). Algunos opinan que no les gusta la práctica porque no lograron ver el DNA; otros opinan que sería interesante agregar una foto para visualizar lo que se espera como resultado; otros agregarían la identificación de azúcares de ácidos nucleicos. Sin embargo, la mayoría opina que es una actividad fácil, sencilla que permite visualizar la idea de que el DNA está encerrado en estructuras que hay que romper para poder liberarlo y ser observado; igualmente señalan que les permite observar DNA tanto en vegetales como en animales y que adquieren destrezas en cuanto a técnicas sencillas de laboratorio; sin embargo, para algunos, esto en lugar de ser una ventaja es una desventaja porque preferirían trabajos más elaborados.

En cuanto a la práctica de curva de crecimiento, es una actividad que les agrada, sencilla, que se puede aplicar en Educación Media, siempre y cuando se disponga de un microscopio para contar las células. Este laboratorio permite entender las fases de una curva de crecimiento y la diferencia entre un cultivo sincronizado y otro no sincronizado, a pesar de estas aseveraciones confrontan problemas en las preguntas que tienen que ver con este contenido.

Por último, la práctica de mitosis es otra actividad de laboratorio que les agrada por la calidad de las láminas que obtienen de las diferentes etapas de ese proceso, los factores que lo afectan y la posibilidad de adaptarla a educación media siempre y cuando se cuente con un microscopio y

los factores que se trabajen sean de fácil disponibilidad. Esta práctica mejora destrezas en el laboratorio con el microscopio, con el montaje de láminas y ayuda a la comprensión de la división celular en tejidos meristemáticos ya que se hace en cebolla. Durante unos semestres se realizó en planarias, pudiendo calcularse el índice mitótico y observando el proceso de regeneración; en este sentido, esta actividad depende de la disponibilidad de dicho organismo.

Como puntos en común, los estudiantes señalan que todos los laboratorios son actividades fundamentales para el curso de Biología Celular; todas complementan la teoría y ayudan a mejorar la comprensión de procesos; los estudiantes señalan la importancia de la discusión previa para saber lo que van a hacer en el laboratorio y la posterior para analizar los resultados obtenidos. En casi todas, la información necesaria para la comprensión de la actividad no es difícil de encontrar ya que se centra en la clase y en las explicaciones del docente. Cuando se busca información, la motivación es para conocer mejor las técnicas de laboratorio (tinción, montaje de láminas, función de ciertos reactivos, etc.). Igualmente recomiendan diseño de estrategias de laboratorio para otros tópicos como mitocondrias y cloroplastos, núcleo, duplicación y transcripción.

Fundamentado en estos resultados, puede concluirse que las actividades de laboratorio deben mantenerse en el curso, pues complementan la teoría, mejoran la comprensión de procesos, desarrollan habilidades y destrezas de laboratorio y permiten ver aquello que los libros muestran en imágenes que parecen lejos de la realidad de los alumnos.

#### En relación a otras actividades incluidas en el curso de Biología Celular:

En el laboratorio, a partir de una foto de cromosomas, se plantea el recortar y aparearlos para hacer lo que se denomina el cariotipo; esta actividad resulta también del agrado de los estudiantes que pueden visualizar exactamente lo que es el cariotipo. Sin embargo, señalan que podría pensarse en una mejor utilidad de esta actividad, como presentar cariotipos de diferente sexo y con algunas modificaciones cromosómicas.

Se incluye también en el laboratorio la observación de cromosomas politénicos, lo cual les da la oportunidad de ver en sus láminas lo que de otra forma sólo se conoce por imágenes en los libros.

Igualmente, se ha manejado el recurso del cuento para el contenido de operón. Esta actividad se ha aplicado en algunos semestres y considerando la dificultad que todavía este contenido representa para los estudiantes, debería seguir siendo aplicado para evaluar si con el mismo, se facilita la comprensión del proceso.

En un solo semestre se utilizó la web para el uso de simulaciones de algunos procesos, tales como construcción de membrana plasmática, fenómenos de ósmosis, estructura del ADN. Esto fue de gran aceptación por parte de los estudiantes pero no se hizo la evaluación para comprobar si mejoraba la comprensión del contenido. Sería interesante retomar la actividad para completar este estudio.

## **Seminarios**

Esta actividad ha sufrido modificaciones a lo largo de su aplicación. En los cursos iniciales de biología celular, década del 70, el seminario estaba centrado en la discusión de un trabajo científico, reforzando la importancia de la investigación. Como la información novedosa estaba en inglés, esta actividad resultaba muy engorrosa para los estudiantes. El cambio se dio para que el seminario consistiera en dar una clase a nivel de educación media con un contenido de biología celular. Esta visión ha permitido relacionar al estudiante con su realidad ya que aunque él domine el contenido a mayor profundidad, tiene que adaptarlo al nivel del curso de educación media que le corresponda. En un primer momento se hizo mucho énfasis en el recurso que el estudiante diseñaba para su clase: luego se le dio énfasis a la planificación del seminario (de acuerdo al modelo de Sánchez, 1991) y actualmente el énfasis es en la clase, el vocabulario que utiliza para educación media y la comprensión que tiene del contenido. No se han recogido reflexiones de esta actividad pero se mantiene para reforzar el rol docente de nuestros estudiantes.



## **Análisis de libros**

Esta actividad es un complemento del seminario. Consiste en la revisión, en un libro de texto de bachillerato, del contenido que va a ser expuesto en el Seminario. De esta forma, nuestros estudiantes evalúan los libros de textos y verifican el material que utiliza el docente con más frecuencia. Ellos buscan la coherencia de los contenidos tanto para la enseñanza de los mismos como para el aprendizaje. También la actividad les permite analizar la información en cuanto a la actualización, a la aplicación del contenido en la vida diaria, al uso de la historia y otros parámetros que por lo general no se aplican en los libros de texto. Igualmente analizan las figuras a ver si son acordes a la información y si ayudan realmente a la comprensión de los procesos. Finalmente buscan posibles errores en los contenidos.

La actividad es importante para su rol de docente y por eso desde que se implementó se mantienen con los mismos criterios de exigencia.

## **CONCLUSIONES**

- En el grupo que abarca 1997 al 2002 la media de calificaciones del curso ligeramente supera la calificación mínima aprobatoria y más del 50% de los estudiantes reprueba todas las evaluaciones de la teoría, sin embargo, el número de aprobados en el curso supera el 50%.
- En el período 2003 I-2012, se incrementa la media de calificaciones del curso, aunque ésta está por debajo de la calificación mínima aprobatoria, la cual a partir del 2003 corresponde a 6 por la aplicación del nuevo reglamento de evaluación. Más del 50% de los estudiantes logra aprobar la teoría; esta última cifra parece indicar que las estrategias aplicadas para mejorar el rendimiento en la teoría comienzan a producir sus frutos, aunque muy discretamente.
- El comportamiento académico de los dos últimos grupos (2003-2005 y 2006-2012) no es coherente con el primero ya que existiendo un mejor resultado en las pruebas teóricas se observa que el valor de la media del curso está por debajo del nivel mínimo aprobatorio.

- El uso de estrategias como simulaciones, simulaciones-juegos, software, cuentos, etc., han arrojado resultados aceptables para mejorar la comprensión de los procesos en los cuales fueron aplicadas. Igual podemos decir de la discusión de preguntas al final de cada clase teórica.
- El laboratorio es fundamental para un estudiante de biología celular. Por una parte le permite visualizar procesos que en teoría son muy abstractos, y por otra, le ayuda a desarrollar habilidades en el laboratorio en cuanto a la manipulación de equipos, utilización de técnicas o métodos para procesar muestras y en cuanto a lo que es en realidad familiarizarse con la aplicación del método científico.
- Las reflexiones realizadas por los estudiantes representan un insumo importante porque permiten conocer las fortalezas y debilidades del curso de Biología Celular. La impresión que refleja el estudiante en las mismas, permite por un lado, manejar y conocer sobre su aprendizaje, pero por otro lado, permite realizar una evaluación del curso lo cual es importante para hacer los correctivos necesarios.
- El uso de procesadores de la información es más bien visto por los estudiantes como una imposición de tareas que como una herramienta útil para mejorar su aprendizaje. Se hace necesario insistir en su aplicación para demostrarles el por qué constituye un beneficio para ellos.
- Se logró eliminar el mito de lo difícil que es la unidad III. Las reflexiones realizadas por los estudiantes y el rendimiento obtenido sugieren, que aplicando las estrategias adecuadas, esta unidad le da al estudiante la oportunidad de integrar lo aprendido en el curso.
- Los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas para la casa fueron mucho más satisfactorios que los logrados en las pruebas presenciales, por lo que se puede decir que las primeras permiten un aprendizaje cooperativo siempre y cuando todos los integrantes del grupo trabajen para lograrlo; con las segundas, el trabajo es más individual y aquí es donde se presenta el problema. Las pruebas presenciales resultan ser una herramienta que permite conocer mejor el avance académico obtenido por cada estudiante, es por ello que la cátedra se ha planteado, para el futuro, aplicar la presencial,

preferiblemente, después de que el estudiante haya entregado resuelta la prueba para la casa. La razón de esta propuesta es que el estudiante se beneficiaría del aprendizaje cooperativo lo que debe resultar en mejoras del rendimiento de la prueba presencial.

- En relación al análisis por pregunta de cada prueba de teoría, se recomienda que en la cátedra se discutan aquellas que los estudiantes dejan de contestar con mayor frecuencia, esto con la finalidad de revisar si la manera de plantear las preguntas ha sido abordada de la misma forma o parecida, en la teoría o en el laboratorio de la asignatura.

Aplicar nuevas estrategias metodológicas y/o evaluativas no es más que buscar mejoras en el aprendizaje de los estudiantes. Pero, de nada vale utilizarlas si después no se evalúan los resultados de esas aplicaciones.

El camino hacia mejores logros académicos en Biología Celular se va construyendo a través del concurso de muchos elementos que es necesario tomar en cuenta, entre ellos cabe destacar: las diferencias individuales, la disponibilidad del docente para orientar, motivar y proveer de información, el trabajo en equipo tanto de los docentes como de los estudiantes, la evaluación continua a los estudiantes, a los docentes y al curso en general, la extensión de los contenidos y el tiempo que se dispone para impartir ese programa, así como las investigaciones orientadas hacia el proceso de enseñanza y de aprendizaje; todos ellos, tal como se aplicaron en este estudio, permiten establecer pautas tanto para el “Cómo enseñar” como para el “Qué enseñar”.

Estudios como éste deben ser constantes en la cátedra para establecer las fortalezas y las debilidades del curso.

## **REFERENCIAS**

Camero, R. y Ochoa de Toledo, M. 2006. Resultados Preliminares de la Aplicación de la simulación-juego (modificada) “Sintetiza la proteína”. *Revista de Investigación*. 59: 165-188

- Fly Jones, B.; Pierce, J. and Hunter, B. 1988-1989. Teaching students to construct graphic representations. *Educational Leadership* 46 (4): 20-25
- Instituto Universitario Pedagógico de Caracas, 1979. *Reglamento General Interno del Instituto Pedagógico de Caracas*. Congreso Nacional. Gaceta Oficial (Extraordinaria) No.2005
- López, T. y Matute, U. 1975. *Informe de la Cátedra de Biología Celular sobre la aplicación de nuevas estrategias en la Enseñanza*. Departamento de Biología Y química. Instituto Pedagógico de Caracas
- Matute, U. y López, T. (1978). Un ensayo de laboratorio investigativo en Biología Celular. *Interciencia* 3 (6)
- Matute, U.; López de Mora, T.; Camero, R. E. y Ochoa de Toledo, M. 2009. *La Cátedra de Biología Celular: una visión de sus acontecimientos y protagonistas*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas – Subdirección de Investigación y Postgrado
- Novack, J. y Gowin, B. 1984. *Learning to learn*. Cambridge University Press. Cambridge. Pp1-199
- Ochoa de Toledo, M. 1989. *Estudio evaluativo del Curso de Biología Celular en el período comprendido entre 1979 y 1988*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de Toledo, M. 1997. *Algunas estrategias para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Cátedra de Biología Celular (no publicado)*. Departamento de Biología y Química. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de Toledo, M. 1998. *Diagnóstico del curso de Biología Celular para el período 1989-1996. Análisis de la aplicación de nuevas estrategias para mejorar el rendimiento estudiantil*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas
- Ochoa de Toledo, M. y Camero, R. E. 2010. Resultados preliminares de la aplicación de la simulación-juego instruccional (Modificada) “Viaje Intracelular”. *Revista de Investigación*. 71: 169-186

- Ochoa de Toledo, M.; Camero, R. E. y Ledezma de Nava, M. 1997. La regulación de la Expresión Genética en Procariones. Una propuesta Metodológica para facilitar el aprendizaje en el AULA. *LAURUS. Año 3 (5): 30-37*
- Ochoa de Toledo, M.; Camero, R. E.; Durán, J.; Villamizar, D y Contreras, L. 2012. Diseño y aplicación de una práctica de fotosíntesis para estudiantes de biología celular del IPC-UPEL. *Revista de Investigación. 76: 75-96*
- Pérez de Rubio, L y Castellano B., A. 1990. Sistematización totalizadora de factores que explican el rendimiento estudiantil como fenómeno. *Investigación y Postgrado. 5 (3): 102*
- Sánchez, J. 1991. The Construction of Biology lessons. A Meta-paradigmatic Approach. *The American Biology teacher 53 (7): 410-415*
- Taba, H. 1983. *Elaboración del currículo*. Teoría y Práctica. Sexta edición. Editorial Troquel. México. Pp662

