

Estrategia Didáctica fundamentada en el Modelo TPACK para la enseñanza de la célula en el CCH

Rosa Margarita Pacheco Hernández.

Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, CCH-UNAM

rosamargarita.pacheco@cch.unam.mx

Eje temático: Otros tópicos de TIC en Educación.

Resumen

Se presenta una estrategia didáctica fundamentada en el Modelo TPACK o “Saber Tecnológico Pedagógico Disciplinar”, propuesto por Mishra y Koehler (2006, 2009). El modelo TPACK orienta el diseño de estrategias didácticas efectivas ya que integra tres áreas del conocimiento: la Pedagogía, la Tecnología y la Biología, dando como resultado una propuesta novedosa y eficaz para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Los alumnos del curso de Biología I del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur, UNAM, mostraron un avance significativo en el aprendizaje de la forma y el tamaño de la célula, tal como lo muestran los resultados de la aplicación de la estrategia didáctica. Se propone el diseño y aplicación de estrategias didácticas fundamentadas en el Modelo TPACK para abordar la enseñanza y el aprendizaje de contenidos abstractos de la Biología.

Palabras clave: Modelo TPACK, estrategia didáctica, célula, bachillerato.

Introducción

El modelo TPACK (por sus siglas en inglés “Technological Pedagogical And Content Knowledge”) o Saber Tecnológico Pedagógico Disciplinar, fue propuesto por Mishra y Koehler (2006, 2009). Constituye un enfoque integral para la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos temáticos de la Biología porque conjunta tres áreas del conocimiento: la Pedagogía, la Biología y la Tecnología (Fig. 1) en una propuesta didáctica novedosa y efectiva, dando como resultado un nuevo saber, el “tecnológico-pedagógico-disciplinar”; es decir, el conocimiento complejo, multifacético, dinámico y contextualizado que requiere el docente para poder integrar de manera racional y efectiva la tecnología en la enseñanza de la Biología.

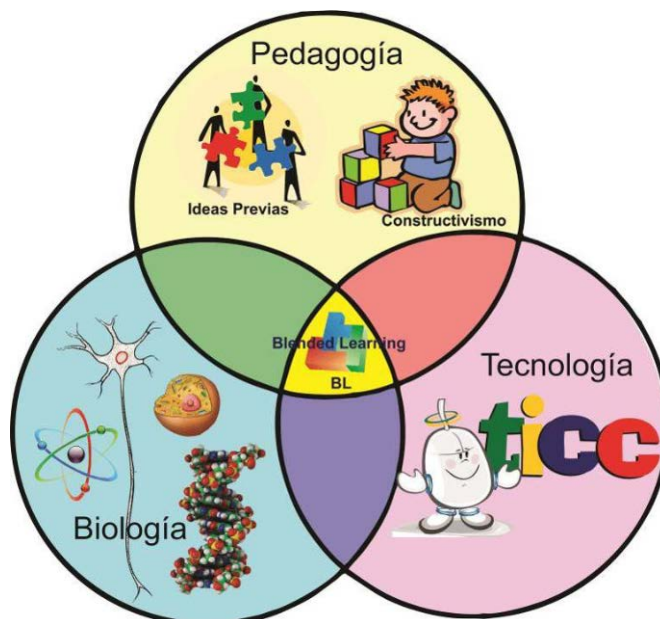


Fig. 1. Áreas del conocimiento que enmarcan la estrategia didáctica.

Como puede verse en la Fig. 1, en la intersección de las tres áreas del conocimiento que conforman al Modelo TPACK se encuentra el sistema de aprendizaje combinado, el cual fue utilizado para gestionar la estrategia didáctica que se presenta en este trabajo.

Sistema de aprendizaje combinado o Blended-Learning

Existen dos maneras de llevar a cabo el proceso educativo: en contigüidad y en posiciones remotas o e-learning. En la primera, la práctica educativa se lleva a cabo en un mismo lugar y convergen a la vez el docente y los alumnos. En posiciones remotas aunque el educador y el educando se encuentran a distancia, el punto de convergencia sigue siendo el conocimiento. El e-learning es un sistema de enseñanza-aprendizaje que hace protagonista al sujeto en la construcción de sus propios conocimientos y en el que se aprovechan las potencialidades que ofrece Internet, por lo que es “un poderoso entorno de aprendizaje, que bien utilizado puede dar resultados asombrosos” en los procesos educativos (Ruiz-Velasco, 2004-2005). Uno de los sistemas más importantes del e-learning es el blended learning o aprendizaje combinado.

El aprendizaje combinado o blended learning (BL) es un sistema educativo en el que las tecnologías en contigüidad y en línea se “combinan” con objeto de optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Las posibilidades y aplicaciones del blended learning son amplias: permite hacer uso de las metodologías de aula en contigüidad y al mismo tiempo potenciar el desarrollo de las temáticas a través de una plataforma virtual; proporciona una oportunidad para alcanzar un auditorio amplio y globalmente disperso en un corto período de tiempo con entrega constante de contenidos; contribuye al aumento en el uso de estrategias de aprendizaje activas, por pares y centradas en el alumno, permite a los estudiantes tener acceso a los materiales del curso en cualquier momento y en cualquier lugar, ofreciendo comodidad y flexibilidad, incentiva en el alumno el desarrollo de habilidades para procesar una cantidad cada vez mayor de información y les provee mayores posibilidades de co-construir su conocimiento, aumentando con esto su motivación (Graham, 2005).

Objetivos

- Explicar los componentes disciplinares, pedagógicos y tecnológicos, propios del Modelo TPACK, que intervienen en el diseño de estrategias didácticas efectivas.
- Presentar un ejemplo de estrategia didáctica fundamentada en el Modelo TPACK, para la enseñanza de la forma y tamaño de la célula a alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Reflexionar en el papel que tienen las TIC en la implementación de estrategias didácticas exitosas para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología.

Metodología

Como se dijo anteriormente, el Modelo TPACK conjunta los saberes biológicos, pedagógicos y tecnológicos en una propuesta novedosa para la enseñanza de la Biología. A continuación explicaré cada uno de los componentes del Modelo TPACK en los cuales se sustentó la estrategia didáctica que presento en este trabajo (Pacheco, 2014).

Conocimiento disciplinar o biológico

El conocimiento disciplinar es el conocimiento que tienen los docentes sobre la asignatura que enseñan, es decir, el conocimiento sobre conceptos, teorías, hechos científicos, procedimientos, marcos explicativos de conocimiento que organizan y conectan ideas, prácticas establecidas y enfoques hacia el desarrollo de tal conocimiento (Shulman, 1986, citado por Koehler y Mishra, 2009). Es necesario que los profesores dominen la asignatura que imparten. El costo de no tener una base completa del conocimiento disciplinar puede ser muy alto porque se puede propiciar en los estudiantes la formación de ideas falsas, incompletas o ideas previas sobre el tema estudiado.

Para el diseño de la estrategia didáctica se definieron y se ubicaron los subtemas en el Programa de Estudios de Biología I del Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM. Los subtemas son: 1) tamaño de

la célula y, 2) forma de la célula, los cuales se ubican en el Tema I. La célula como unidad de los sistemas vivos, del Programa de Estudios de la asignatura de Biología I. También se establecieron los aprendizajes esperados, las estrategias, los materiales y los tiempos para llevar a cabo la implementación de la estrategia didáctica, en concordancia con el Programa de Estudios de Biología I.

Se eligió este tema por ser fundamental en la Biología. Los docentes de Biología saben que la célula es un tema fundamental en la Biología ya que en ésta disciplina se trabaja con seres vivos y la célula es la estructura que tienen en común los seres vivos. Históricamente la Biología se constituyó como ciencia a partir del reconocimiento de la célula como la unidad estructural y fisiológica de los seres vivos, es decir, desde la consolidación de la teoría celular. Un conocimiento más profundo de la estructura y funcionamiento de las células permite no sólo la comprensión adecuada de los procesos biológicos y la intervención para resolver problemas biológicos sino la valoración de la complejidad y diversidad de los organismos unicelulares así como de las células que constituyen a los organismos multicelulares.

Conocimiento pedagógico

El conocimiento pedagógico es el conocimiento de los docentes sobre los procesos y prácticas o métodos de dar clases y aprender. Incluyen entre otras cosas, aprendizajes, propósitos educativos, objetivos, valores, etc. Este conocimiento se pone en práctica al comprender cómo aprenden los alumnos, las habilidades generales de manejo del aula, planeación de la clase y evaluación de los estudiantes. Incluye el conocimiento sobre técnicas o métodos utilizados en el aula; la naturaleza del grupo y estrategias para evaluar la comprensión de los estudiantes. Un profesor con conocimiento pedagógico entiende cómo los estudiantes construyen el conocimiento y adquieren habilidades, y cómo desarrollan hábitos mentales y disposiciones positivas hacia el aprendizaje. Como tal, el conocimiento pedagógico requiere un entendimiento de teorías cognitivas, sociales, y del desarrollo del aprendizaje y cómo se aplican a los estudiantes en el aula (Koehler y Mishra, 2009: 64).

Cabe señalar que la estrategia didáctica integra las TIC en un marco de referencia constructivista, por lo que desde el conocimiento pedagógico se tomó en cuenta al: a) constructivismo y b) a las ideas previas de los estudiantes.

a) Desde la postura constructivista se parte de la idea de que el conocimiento no es pasivamente recibido e incorporado a la mente del alumno, sino activamente construido. Dicho proceso de construcción depende de los conocimientos previos con los que cuentan los estudiantes sobre la información recién adquirida o de la actividad a resolver y de la enseñanza como una ayuda a este proceso de construcción (Díaz-Barriga y Hernández, 2002).

b) Un campo de estudio del constructivismo son las ideas previas, las cuales constituyen el segundo componente en el que se basó el diseño de la estrategia didáctica.

Las “ideas previas” son el conjunto de representaciones conceptuales construidas por los estudiantes, derivadas de su interacción con los fenómenos naturales y también por la explicación e interpretación que reciben de ellos en la escuela. Estas construcciones personales hacen alusión a la explicación, interpretación o predicción de los fenómenos naturales que no siempre corresponden con la interpretación que la ciencia presenta acerca de los mismos (Flores, 2000). Estas ideas son elaboradas de modo más o menos espontáneo por los estudiantes en su interacción cotidiana con el mundo y por la influencia del medio escolar. Por su naturaleza estas ideas suelen ser bastante estables y resistentes al cambio, ya que permiten explicar “satisfactoriamente” los fenómenos naturales al individuo que las genera (Wandersee, Mintzes & Novak, 1994).

En el diseño de las actividades de la estrategia didáctica se analizaron las ideas previas y se identificaron las principales dificultades conceptuales, permitiendo de esta manera identificar y concentrar los esfuerzos hacia la transformación de las ideas previas de los estudiantes en nociones científicamente aceptadas.

Conocimiento tecnológico

El término “tecnología” es algo más que un conjunto de herramientas u objetos que utilizamos y desechamos en la vida cotidiana (máquinas, utensilios, etcétera). De acuerdo con Sarramona, (1990) concebimos a la tecnología como un conjunto de procesos con dimensiones epistemológicas como las siguientes:

- Racionalidad. “La tecnología es un actuar que obedece a razones, es un “saber hacer” fundamentado en conocimiento de causa...” (Sarramona, 1990: 21).
- Planeación. “La tecnología demanda un proceso anticipatorio del actuar mismo... supone un actuar opuesto a la improvisación” (Sarramona, 1990: 14).
- Tiene objetivos y metas. Esta dimensión tiene un doble significado, por una lado se refiere a los objetivos y metas del uso de la tecnología (uno de ellos es apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje); por otro, se refiere a los objetivos y metas particulares de la incorporación de cada tecnología a los procesos de enseñanza-aprendizaje (Ruiz-Velasco, 2011).
- Se controla. Este atributo está estrechamente relacionado con la planeación. Como docentes debemos tener control sobre la tecnología, en todo momento debemos saber qué hacer con ella y no permitir que ella nos controle.
- Se optimiza. “La tecnología es... una forma de proceder que tiene mayores posibilidades de resolver los problemas sobre los que actúa que otras alternativas de actuación” (Sarramona, 1990: 15).
- Se evalúa. La evaluación entendida como el “proceso de recolección, sistematización y análisis de información útil, suficiente, variada y pertinente, sobre el objeto de evaluación que permita guiar la toma de decisiones para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Para ello requiere de instrumentos adecuados, pertinentes y acordes al objeto de evaluación” (Lineamientos de evaluación del aprendizaje (2009).
- Tiene una función social. La tecnología tiene esta potencialidad, para darnos cuenta de ello basta con revisar el crecimiento y funcionamiento de las redes sociales (Ruiz-Velasco, 2011).

Además de lo anterior, el conocimiento tecnológico implica saber dirigir a los estudiantes para que desarrollen lo que Ruiz-Velasco (2011) denomina “habilidades de base de las TIC”, que son: la búsqueda, la clasificación, la discriminación, la selección, la recuperación, el uso, la socialización y la publicación de la información en la web.

Para el desarrollo de las actividades en línea, se dispuso de un aula virtual en la plataforma Moodle que fue proporcionada por la Dirección General de Tecnologías de Información y Comunicación (DG TIC, UNAM). Este espacio se caracterizó por ser un espacio rico, lúdico, interactivo, que dota a los estudiantes con todos los recursos didácticos y herramientas cognitivas para la búsqueda, exploración, experimentación e investigación de la información de los contenidos temáticos (Ruiz-Velasco, 2012).

Ejes y requerimientos de la estrategia didáctica

Para la implementación de la estrategia didáctica, se consideraron los ejes: infraestructura, contenidos, gestión del aprendizaje (administrativa y cognitiva) y evaluación, con la finalidad de potenciar el aprendizaje de los estudiantes (Ruiz-Velasco, 2012) (Tabla 1). Todo ello gestionado a través del sistema de aprendizaje combinado.

- La infraestructura da cuenta de los recursos disponibles para llevar a cabo los procesos de enseñanza-aprendizaje. Las condiciones para la implementación de la estrategia didáctica requirieron infraestructura proporcionada por la Institución tanto para las sesiones en contigüidad como para las sesiones en línea. En la figura 2 se mencionan cuales fueron.
- Los contenidos hacen referencia a los contenidos temáticos del Programa de Biología I del CCH, UNAM; como se ha dicho éstos corresponden a la forma y el tamaño de la célula.
- En cuanto a la gestión administrativa y cognitiva, la administrativa en línea se llevó a cabo en el aula virtual a través de Moodle; mientras que la gestión administrativa en contigüidad se llevó a

cabo en dos lugares, en el aula de clases y en el Laboratorio Avanzado de Ciencias Experimentales (LACE) de Biología, ubicado en el SILADIN (Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación) del CCH Sur, UNAM. Por su parte, la gestión cognitiva se logró a través de la colaboración e interacción en contigüidad y en línea para crear un balance entre la información y las actividades del alumno (Ruiz-Velasco, 2004-2005).

- El último eje corresponde a la evaluación, la cual se entiende como el “proceso de recolección, sistematización y análisis de información útil, suficiente, variada y pertinente, sobre el objeto de evaluación que permita guiar la toma de decisiones para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Para ello requiere de instrumentos adecuados, pertinentes y acordes al objeto de evaluación” (Lineamientos de evaluación del aprendizaje, 2009). En esta estrategia, la evaluación de los alumnos se realizó a partir de la comparación de su desempeño entre el pretest y el postest, y de los trabajos realizados por ellos. Asimismo, los propios estudiantes tuvieron la oportunidad de evaluar su en la realización de las actividades de la estrategia didáctica. Esto lo hicieron a través de un cuestionario y de una entrevista a algunos voluntarios.

Eje	Sesiones en contigüidad	Sesiones en línea
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Aula. • Laboratorio del SILADIN, CCH Sur. • Mesas, sillas, bancos. • Pizarrón, plumón, borrador. • Proyector, pantalla de proyección. • Material y equipo de laboratorio para llevar a cabo la actividad experimental de la estrategia didáctica 	<ul style="list-style-type: none"> • Sala Telmex. • Mesas, sillas. • Pizarrón, plumón, borrador. • Proyector, pantalla de proyección. • Equipos de cómputo. • Conexión a Internet. • Navegadores. • Programas de aplicación (Plataforma Moodle, Paint, Word, etcétera).
Contenidos:		
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la célula. • Forma de la célula. 	En cualquier formato	En formato digital
Gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión administrativa: Aula de clases y Laboratorio del SILADIN, CCH Sur. • Gestión del conocimiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión administrativa: Aula virtual en Moodle. • Gestión del conocimiento.
Evaluación	Aprendizaje de los temas a través de la comparación del pretest y postest, de la revisión de las actividades de las WebQuest y de los Blogs individuales. Informe de laboratorio.	

Fig. 2 Ejes y requerimientos de la estrategia didáctica.

Después de considerar los requerimientos de la estrategia didáctica se procedió al diseño de las actividades y de los materiales didácticos utilizados en ambos ambientes. Para el ambiente en línea se diseñó un pretest, un postest, dos WebQuest (una por cada tema) y un cuestionario de percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica. Estos materiales se dispusieron en la plataforma Moodle.

Para las sesiones en contigüidad se diseñó la actividad de laboratorio “*Medición de células y cloroplastos de Elodea*”. Además se elaboró un guión de entrevista para indagar la experiencia de los alumnos al realizar las actividades de la estrategia didáctica.

Actividad de laboratorio “*Medición de células y cloroplastos de Elodea*”

La actividad de laboratorio tuvo como principal objetivo que los alumnos aprendieran a medir células vegetales y cloroplastos con ayuda de equipo especializado como un micrómetro ocular y un micrómetro de objeto, así como con el uso de software especializado “*Applied Vision 4*”. Para ello se les proporcionó el procedimiento impreso de la actividad de laboratorio y se les apoyó con el manejo del equipo especializado.

Forma de trabajo

Debido a que la estrategia didáctica fue implementada en el sistema de aprendizaje combinado, las sesiones se llevaron a cabo en dos tipos de ambientes: en contigüidad y en línea.

La aplicación de la estrategia didáctica requirió 8 sesiones en total, que equivalen a 15 horas de trabajo. Éstas se repartieron de la siguiente manera:

- 5 sesiones de 2 horas para el trabajo en línea, y
- 3 sesiones equivalentes a 5 horas para el trabajo en contigüidad

Sesiones en contigüidad

Las sesiones en contigüidad se efectuaron en dos espacios físicos:

- 1) En el aula-laboratorio de Biología (dos sesiones) y,
- 2) En el “*Laboratorio Avanzado de Ciencias Experimentales*” (LACE) para Biología, ubicado en el SILADIN (Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación) del CCH Plantel Sur, UNAM (una sesión).

Después de que los alumnos realizaron las actividades en línea que correspondían a dos WebQuest, (casi al final de la aplicación de la estrategia), se utilizó una sesión para repasar los contenidos temáticos de los contenidos en la plataforma Moodle y para responder las dudas sobre los temas. La última sesión en contigüidad fue utilizada para realizar la actividad experimental “*Medición de células y cloroplastos de Elodea*” en el *Laboratorio Avanzado de Ciencias Experimentales (LACE) para Biología*.

Sesiones en línea

El trabajo en línea requirió 5 sesiones de 2 horas, en total 10 horas. De las 10 horas, 8 se utilizaron para la realización de las actividades de las WebQuest, y las otras 2 para responder el Pretest y el Postest.

Las sesiones en línea se llevaron a cabo en el aula virtual de Moodle. Los alumnos accedieron a ella con sus claves de usuario y contraseña. El trabajo se realizó en parejas, de manera secuencial y progresiva en el tiempo que duraba la sesión. Sólo hubo tres actividades que se realizaron de manera individual: el Pretest, el Postest y un Blog personal realizado por cada alumno, en éste subieron todos sus trabajos.

Actividades realizadas en la estrategia didáctica

Las actividades realizadas por la profesora antes, durante y después de la aplicación de la Estrategia didáctica fueron las siguientes:

Previas a la aplicación

Las actividades realizadas antes de la aplicación de la estrategia didáctica fueron las siguientes: La profesora diseñó las actividades de la estrategia didáctica a partir del constructivismo, de las ideas previas de los estudiantes de bachillerato, y del sistema de aprendizaje combinado. Las actividades fueron colocadas en el aula virtual de Moodle.

Previo a la primera sesión la profesora explicó a los estudiantes la investigación llevada a cabo y les entregó un documento con el procedimiento detallado para acceder al aula virtual. Por último, dio de alta a los alumnos inscritos en el curso.

Durante la aplicación

El primer día de aplicación, la profesora dio una explicación introductoria a la estrategia didáctica, introdujo el tema de la célula, y detalló la forma de trabajo así como la evaluación.

La profesora indicó paso a paso la ruta para acceder al aula virtual. Dentro del curso, solicitó a los alumnos que leyeran las Palabras de bienvenida y la Forma de trabajo, y que revisaran la estructura general del curso.

Posteriormente dio instrucciones para responder el Pretest. Al terminar pidió a alumnos seguir las instrucciones para realizar las actividades de las WebQuest.

Pretest y Postest

El Pretest es un cuestionario que incluye preguntas sobre los niveles de organización de la materia, la forma y el tamaño de la célula.

Los estudiantes respondieron el Pretest antes de la aplicación de la estrategia didáctica, por lo que funcionó como un examen diagnóstico.

Posteriormente iniciaron las actividades de las WebQuest y al término de la realización de ellas así como de la Actividad de Laboratorio, los alumnos respondieron el Postest y el “Cuestionario de percepción de la estrategia didáctica”.

El Postest es el mismo cuestionario utilizado en el Pretest. Este permitió hacer una comparación entre las respuestas de los alumnos antes de la aplicación de la estrategia didáctica y después de ella. Las instrucciones que se dieron a los estudiantes fueron las mismas que en el Pretest, es decir, que lo contestaran sin consultar ninguna fuente.

Después de la aplicación

Al finalizar la estrategia didáctica, la profesora solicitó a los alumnos que terminaran de subir sus trabajos en sus blogs personales y que le enviaran el vínculo correspondiente para revisarlos.

Los alumnos respondieron el “Cuestionario de percepción de la estrategia didáctica”, en el que evaluaron su experiencia en la estrategia didáctica. Posteriormente, ocho alumnos voluntarios aceptaron ser entrevistados para evaluar su experiencia en la realización de las actividades de la estrategia didáctica.

Resultados

Los resultados confirman la eficacia de la estrategia didáctica al apoyar a los alumnos en su construcción de la forma y el tamaño de la célula.

En las gráficas se observa la tendencia al incremento de respuestas correctas (pretest representado en barras rojas) y la reducción de respuestas incorrectas (postest, en barras verdes) en ambos exámenes (Figura 3), lo que confirma que los estudiantes aprendieron los temas. Por su parte, la persistencia de algunas respuestas incorrectas en el postest podría interpretarse como la resistencia al cambio de algunas ideas previas relacionadas con los temas. Esto indica la necesidad de reforzar el aprendizaje con actividades dirigidas a esas áreas en particular.

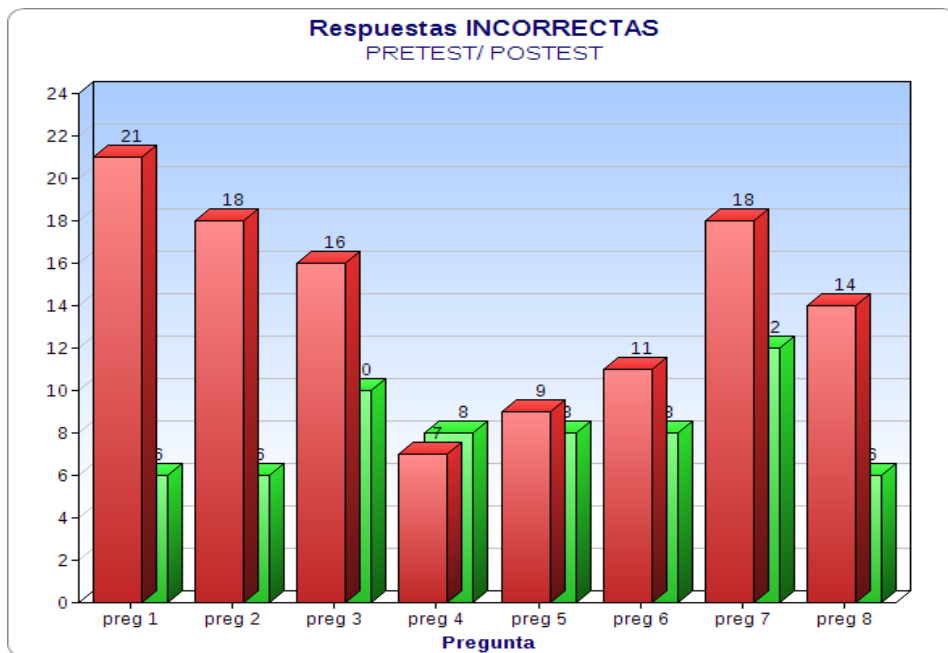
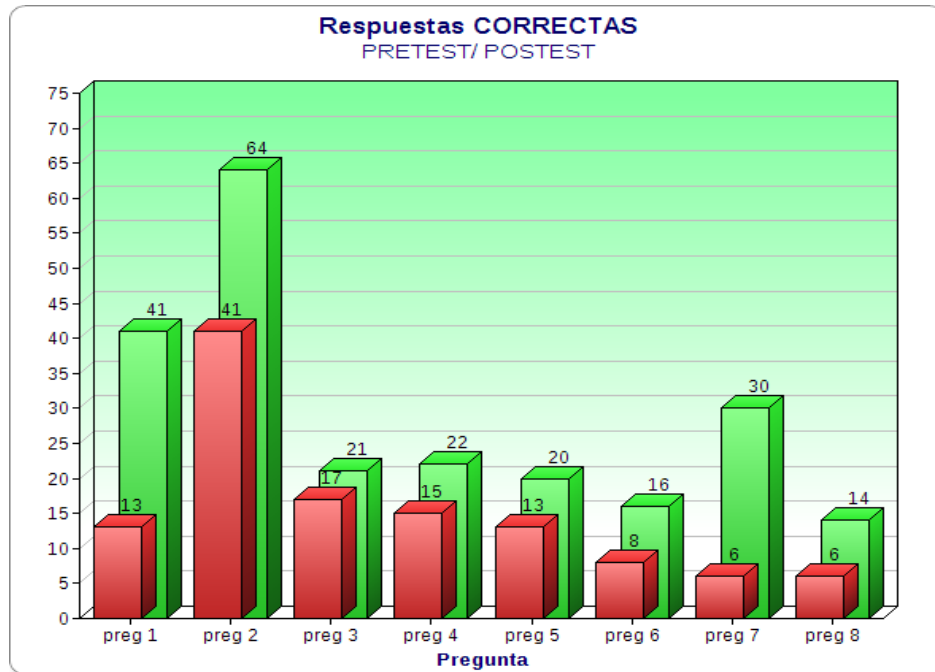


Figura 3. Respuestas correctas e incorrectas por pregunta del Pretest (barras en rojo) y del Posttest (barras verdes).

Como puede apreciarse, la estrategia didáctica obtuvo muy buenos resultados. A partir de su implementación, se hicieron evidentes algunos ajustes que se necesitan con el propósito de potenciar el aprendizaje de los alumnos en temas biológicos.

Respecto a la percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica, las respuestas indican que ellos tienen interés en el estudio de los temas biológicos con el apoyo de las TIC. La mayoría mostró habilidades para crear sus blogs, para realizar las actividades en la plataforma Moodle y para el empleo de

los programas especiales para la elaboración de dibujos (Paint). Algo interesante que ellos dijeron es que, si bien les gusta la tecnología, para el estudio de los temas señalaron que prefieren la clase tradicional y el uso de las TIC como una forma de repasar los temas. Por otro lado, la mayoría dijo haberle gustado estudiar los contenidos temáticos con el apoyo de las TIC.

Conclusiones

- El modelo TPACK demostró ser un enfoque integral para la enseñanza y el aprendizaje de la Biología al conjuntar los enfoques: el biológico, el pedagógico y el tecnológico en una propuesta didáctica novedosa y efectiva, que conlleva a un conocimiento complejo, multifacético, dinámico y contextualizado que permite al docente integrar las TIC de manera eficaz en su labor docente.
- Cuando una estrategia didáctica se diseña a partir del modelo TPACK se logra que los estudiantes aprendan los temas ya que se ponen a su alcance todos los recursos didácticos y herramientas cognitivas para la búsqueda, exploración, experimentación e investigación de la información de los contenidos temáticos (Ruiz-Velasco, 2012).
- Al echar mano de un sistema de aprendizaje combinado para sacar ventaja de las tecnologías en contigüidad y en línea, se optimiza el proceso de enseñanza-aprendizaje, contribuye al aumento en el uso de estrategias de aprendizaje activas, por pares y centradas en el alumno y aumenta su motivación (Graham, 2005).

Bibliografía

- Díaz-Barriga, A. F y Hernández, R. G. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Flores, C. F., Tovar, M. M. E., Gallegos, C. L., Velásquez, M. M. E., Valdés, A. S., Sainz, C. S., Alvarado Z. C. y Villar, C. M. (2000). *Representación e Ideas Previas acerca de la Célula en Estudiantes del Bachillerato*. México: CCH, UNAM.
- Graham, C. R. (2005). Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, And Future Directions. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.). *Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs* (pp. 1-21). San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing.
- Koehler, M.J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 60-70. Recuperado de: <http://www.citejournal.org/articles/v9i1general1.pdf>
- *Lineamientos de evaluación del aprendizaje. (Lineamientos psicopedagógicos e instrumentos para la evaluación del aprendizaje)* (2009). SEP. Disponibles en: www.dgb.sep.gob.mx/portada/lineamientos_evaluacion_aprendizaje_082009.pdf
- Mishra P. & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record* (108) 6, 1017-1054.
- Pacheco, H.R.M. (2014). *Estrategia didáctica constructivista basada en aprendizaje combinado (Blended Learning) para la enseñanza de la forma y el tamaño de la célula en el bachillerato*. Tesis de Maestría. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. 204 pp.
- Sarramona, J. (1990). *Tecnología Educativa (Una Valoración Crítica)*. España: Ediciones CEAC.
- Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Ruiz-Velasco, S.E. (2004 Jul – 2005 Jun). Ambientes Virtuales de Aprendizaje Heurístico. *Tecnología y Comunicación Educativas* 40, 70-93.
- Ruiz-Velasco, S.E. (2011, 31 octubre). “*Inteligencia Colectiva Verde: Descubrimiento y Apropiación*”. SOMECE. [Archivo de video] Recuperado el 10 de diciembre de 2014 de http://www.youtube.com/watch?v=9j_YeNVS3_0
- Ruiz-Velasco, S.E. (2012, 23 febrero). “*Educatrónica y Robótica Pedagógica*”. [Prezi]. Recuperado el 25 de enero de 2015 de <http://prezi.com/iyn20oa2iocx/educatronica-y-robotica-pedagogica/>

- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J. & Novak, J.D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 177- 210). New York: Macmillan Publishing Company.