

Modelo tecno-pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una perspectiva de escuelas secundarias en México

Héctor MEDINA

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San José Chiapa, Puebla, C.P. 75012, México.

Agustín LAGUNES

Universidad Veracruzana
Ixtaczoquitlán, Veracruz, C.P. 94452, México

César A. ARGUELLO

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San José Chiapa, Puebla, C.P. 75012, México.

Sergio PONCE

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
San José Chiapa, Puebla, C.P. 75012, México.

y

María A. FLORES

Universidad Veracruzana
Ixtaczoquitlán, Veracruz, C.P. 94452, México

RESUMEN

En los últimos años uno de los retos en la investigación educativa ha sido conocer el impacto de la utilización de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza - aprendizaje, en este trabajo se presenta una investigación acerca de cómo las TIC impactan en el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria de México. Para abordar esto, se trabajó en tres secundarias generales del estado de Tlaxcala, México con dos grupos en cada escuela: uno que se denominó de control, que recibió la materia de ciencias III de forma tradicional, y otro experimental, que trabajó con un modelo mediado por TIC. Los resultados de la aplicación del modelo muestran que los grupos experimentales tuvieron un mejor desarrollo de las competencias científicas.

Palabras Claves: Ciencias, Educación secundaria, Modelos educativos, Pedagogía, TIC.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se ha convertido en una influencia definitiva en la época contemporánea. En el ramo educativo presentan una oportunidad de desarrollo importante, tal vez como nunca se había presentado, pero a la vez constituye un reto, ya que la tecnología modifica la forma tradicional en que concebíamos a la educación. Las generaciones actuales, denominadas por muchos estudiosos como Castells [1] y Prensky [2], como nativos digitales, están profundamente inmersas en las TIC. La juventud de hoy no concibe el mundo sin internet y, en consecuencia, desarrolla habilidades especializadas para su uso;

tienen a su alcance grandes cantidades de información dentro de los contextos escolares como fuera de ellos y el uso cotidiano de los medios digitales les ha permitido desarrollar nuevas formas de relación y construcción de sus espacios sociales. En resumen, es innegable que las generaciones actuales aprenden de manera diferente.

Ante estos nuevos retos a los que se enfrenta la educación, es necesario plantearse las siguientes preguntas acerca de los modelos o metodologías pedagógicas actuales: ¿son útiles para motivar a los estudiantes en torno al aprendizaje?, ¿son adecuadas para ajustar las grandes ventajas de las tecnologías a los procesos educativos?, ¿los sistemas escolares están formando parte de estos cambios o simplemente son espectadores de las grandes transformaciones tecnológicas? .

Los retos para una adecuada aplicación de las TIC en los procesos educativos son grandes. Contar con recursos tecnológicos de primera no es suficiente, también es necesario una adecuación pedagógica, para hacer de la tecnología una herramienta poderosa para la construcción del conocimiento y no solo de apoyo en las labores educativas.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DEL MODELO

No solo para adoptar a las TIC en los sistemas educativos, sino también como un enfoque psicológico de la educación, durante las tres últimas décadas se ha registrado un desarrollo importante del constructivismo, lo cual ha impactado significativamente en los sistemas educativos de muchos países mediante cambios en los currículos escolares y en la formación de los docentes.

Existe una prevalecte coincidencia entre diversos autores Area [3], Coll [4], Díaz [5], Escontrela y Stojanovic [6], Martín [7], en seguir manteniendo un elevado nivel de expectativas del potencial educativo de las TIC desde un enfoque constructivista. Todos ellos se apoyan en la naturaleza de las TIC como herramientas simbólicas y en sus posibilidades inéditas que ofrecen para buscar información, acceder a ésta, representarla, procesarla, transmitirla, compartirla e interactuar con ella.

Aunque queda claro que las tendencias en educación y de inclusión de TIC en los sistemas educativos están marcadas por el constructivismo, hoy en día no basta con hablar de él, es necesario definir aún más su concepto.

Diversos autores centran los estudios del constructivismo en el funcionamiento y el contenido de la mente de los individuos, en el denominado constructivismo psicogenético de Jean Piaget. Para otros, el foco de la explicación de los procesos de construcción del conocimiento tiene origen social, en el denominado socio constructivismo de Lev Vigotsky. Otros más hablan de sujetos cognoscentes aportantes que tienen su propia labor constructiva, en la corriente denominada cognitivismo de Ausubel. Aunque los enfoques difieren entre sí, todos comparten el principio de la importancia de la actividad mental constructiva del estudiante en la realización de los aprendizajes escolares.

La finalidad de la educación es promover procesos de crecimiento en los alumnos en el marco cultural del grupo al que pertenecen [8]. Por lo tanto, se destaca la perspectiva del constructivismo denominada cognición situada, que establece la importancia de la actividad social y del contexto en el proceso de aprendizaje.

En relación con las tecnologías educativas que pudieran ser congruentes con la enseñanza situada, cualesquiera que sean estas, es indispensable que tengan en cuenta tanto la comprensión de la comunidad de aprendices como la clarificación del sentido y propósitos del aprendizaje.

Modelo tecno-pedagógico

Desde la corriente del currículo en ciencias en secundaria, con énfasis en el método empírico, McFarlane y Sakellariou [9] describieron la utilidad de las TIC para la enseñanza de ciencias en el siguiente modelo.

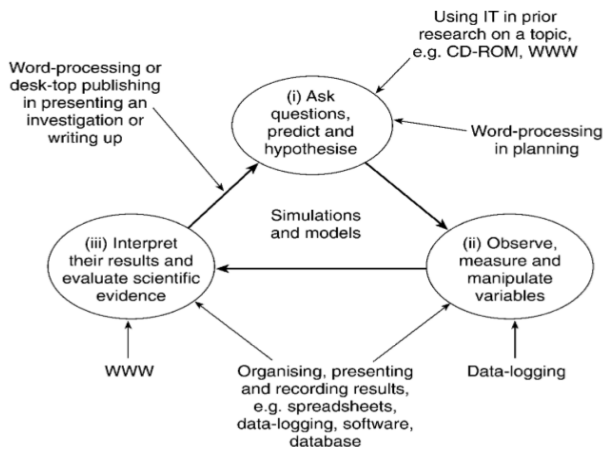


Imagen 1. Modelo de McFarlane y Sakellariou.

Los autores explican que las TIC ofrecen mejoras potenciales a este modelo, especialmente con respecto a la interactividad;

además, las TIC pueden ser utilizadas para mejorar la investigación práctica o como una alternativa virtual para el trabajo práctico real. Los autores del modelo proponen que un uso importante de las TIC es una alternativa a la realización de experimentos reales, en las denominadas simulaciones. Estas pueden ayudar a satisfacer la necesidad de cubrir algunos componentes del método científico que han sido solicitados por la comunidad de expertos, como:

- No tomar conclusiones a partir de un solo experimento.
- Que hay dos tipos de relaciones en la ciencia, de causa-efecto y de correlación.
- Escribir informes.

La propuesta de McFarlane y Sakellariou [9], así como la fundamentación teórica del constructivismo, constituyen la base del modelo tecno-pedagógico del presente trabajo de investigación, el cual a continuación se describirá.

Propuesta de modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias en secundaria.

El modelo tecno-pedagógico en el que se basó este proyecto de investigación fue una adaptación del propuesto por McFarlane y Sakellariou [9].

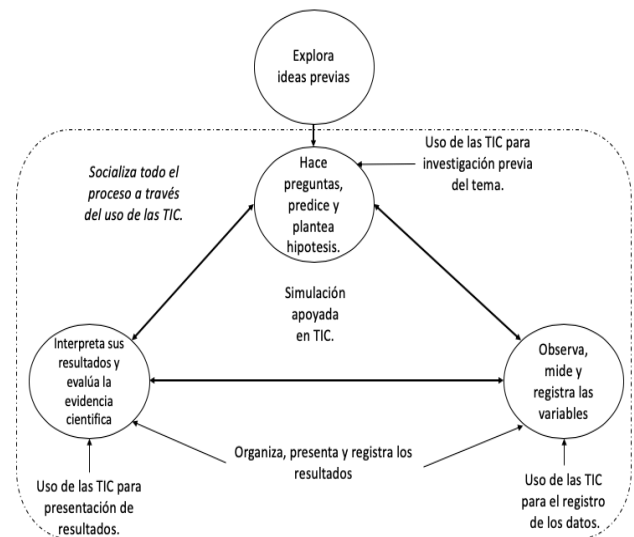


Imagen 2. Adaptación del modelo de McFarlane y Sakellariou.

A diferencia del modelo original, que fue concebido bajo la dinámica del método empírico en un proceso iterativo, que parte de hacer hipótesis, observar manipular y medir para posteriormente evaluar la evidencia científica e interpretar resultados, en este modelo no se habla de un proceso iterativo, sino de un proceso bidireccional que permite a los estudiantes reformular sus ideas originales incluso cuando hayan llegado a interpretar resultados, con lo cual se favorecen la actividad social y la relevancia cultural. Además, en este modelo el uso de las TIC está diseñado para favorecer estos conceptos no solo en la publicación de los resultados, como en el modelo original, sino también a lo largo de cada uno de los procesos: desde realizar la hipótesis, observar, medir y registrar variables, hasta presentar los resultados.

Otra diferencia con respecto al modelo original es que las TIC no son solo una opción para apoyar las actividades del laboratorio escolar, sino que la simulación se convierte en algo fundamental. Hay que recordar el concepto de aprendizaje significativo fundamentado en la cognición situada, el cual dicta que se deben crear escenarios de enseñanza muy parecidos a la vida real, por tanto, la simulación es un excelente aliado de este concepto, reforzando la relevancia cultural que los estudiantes le dan a los contenidos explicados.

Una tercera diferencia es la inclusión de un paso inicial en el modelo, denominado “Exploración de ideas previas”, cuyo objetivo es introducir los conceptos que se quieren enseñar a los estudiantes de una forma no arbitraria, tal como lo proponen los principios de la cognición situada.

Descripción de la aplicación del modelo tecno-pedagógico a los grupos experimentales.

Para la puesta en marcha del modelo tecno-pedagógico propuesto en el presente trabajo de investigación, se concibieron seis unidades didácticas (UD). La unidad didáctica es el resultado del proceso de planificar la enseñanza tomando en cuenta diversos aspectos como: qué contenidos enseñar, en qué orden, mediante qué actividades, qué materiales utilizar, cómo evaluar y cómo gestionar el ambiente en el aula con la finalidad de que los estudiantes aprendan [10].

Las unidades didácticas fueron nombradas de acuerdo con los temas contenidos en el plan de estudios 2011 de educación básica de secundaria en México, de la materia de ciencias III, énfasis en química:

1. Concentración.
2. Densidad.
3. Molaridad.
4. Solubilidad.
5. pH.
6. Ácidos y bases.

Las UD, como lo establece el modelo, siguieron el método empírico en un proceso que comenzó con:

Paso 1 del modelo: Exploración de ideas previas por parte de los estudiantes. Este paso se vio reflejado en las UD en las actividades de inicio, con preguntas que exploraron los conocimientos o ideas previas que los estudiantes tenían en referencia al tema que se trabajó.

Paso 2 del modelo: Hacen preguntas, predicen y plantean hipótesis, este paso se reflejó en las UD en las actividades de introducción de nuevos contenidos.

Paso 3 del modelo: Observan, miden y registran variables. Este paso se reflejó en las UD en las actividades de estructuración del conocimiento.

En estas actividades se guio al estudiante para que, mediante el simulador diseñado para mostrar el fenómeno que se estudió, pudiera medir y manipular diferentes materiales y circunstancias.

Paso 4 del modelo: Interpretan sus resultados y evalúan su evidencia científica. Este fue el paso final en el modelo propuesto y se reflejó en las UD en las actividades de generalización. En estas actividades el estudiante reflejó las competencias del tema.

Los seis temas seleccionados presentaron la misma dinámica de la UD anteriormente descrita y fueron aplicados en los tres grupos experimentales. Por su parte, los grupos de control recibieron los mismos temas y se les pidió a los profesores de

esos grupos que los impartieran de la forma habitual. En las observaciones a esos grupos todos utilizaron solo libro de texto y las exposiciones de los profesores y alumnos.

Las principales herramientas de Tecnología de la Información y Comunicación (TIC) que se utilizaron como materiales didácticos en las UD fueron los simuladores, videos, procesadores de texto e información en Internet.

Los seis simuladores que se utilizaron en las UD fueron elaborados en su totalidad por la *University of Colorado Boulder*, mediante el proyecto de simulaciones interactivas PhET, fundado en el año 2002 por el ganador del Premio Nobel de Física Carl Wieman [11]. Dicho proyecto creó simulaciones interactivas para las materias de ciencias y matemáticas de educación secundaria, basadas en investigación educativa que involucró a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo, similar a un juego, donde los estudiantes pudieron aprender explorando y jugando.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Se trabajó con un diseño cuasi - experimental de pre - prueba, pos - prueba y grupo de control, la población del presente estudio fueron las Secundarias Generales del Estado de Tlaxcala México.

Muestra

Los grupos que participaron en el presente trabajo de investigación se seleccionaron mediante un muestreo probabilístico, se trabajó con dos grupos de tres secundarias generales del estado de Tlaxcala, los cuales fueron:

Secundarias	Grupos Experimental	Grupos Control
Atlzanca	3º “C”	3ro. “A”
Cuapixtla	3º “D”	3ro. “C”
Ixtenco	3º “C”	3ro. “D”

Tabla 1. Escuelas secundarias para la muestra.

Los grupos estuvieron conformados por estudiantes de tercer grado de secundaria, escolarizados, mixtos y con un promedio de edad de 15 años, tuvieron un rango de alumnos de entre 25 y 39 por cada grupo.

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo mediante una prueba estandarizada. El instrumento utilizado se conformó de reactivos liberados de los años 2000, 2003 y 2006 de la sección de ciencias del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés) que emite la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que tiene por objeto evaluar hasta qué punto los alumnos cercanos al final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades necesarios para la participación plena en la sociedad del saber [12]. La prueba PISA es aplicada en México desde el año 2000.

Procesamiento de datos.

Antes de hablar de la selección de la prueba estadística para comprobar la hipótesis, se debió revisar si existía diferencia estadística significativa en los promedios de calificaciones de la pre - prueba de nuestras muestras. Una vez revisados los datos de la pre - prueba, se consideró que se estaba realizando un estudio transversal al analizar dos muestras, la de control y la experimental, con tratamientos diferentes en un mismo momento. Ambas muestras están conformadas por un número de datos

diferentes que fueron de 25 hasta 39 estudiantes, se consideramos como dato, la calificación de un estudiante perteneciente a un grupo. Por lo que se debió de trabajar con la prueba T de Student para muestras independientes, en caso de trabajar con datos paramétricos; y la prueba U de Mann-Whitney, en caso de trabajar con datos o muestras no paramétricas.

Para utilizar la prueba T de Student para muestras independientes, se tuvo que corroborar los supuestos de normalidad e igualdad de varianza de los datos de las calificaciones de las muestras, la prueba que se eligió para medir la normalidad en los seis grupos, tanto de control como experimentales fue Kolmogorov-Smirnov.

4. RESULTADOS

Al aplicar las pruebas de normalidad a los grupos, se observó que todos los grupos presentaron una distribución normal en las calificaciones de la prueba PISA, que se establecieron en un rango de 0 a 26 reactivos, con la única excepción del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca, ver tabla 2.

Sec.	Grupo	Pro-medio de Cal.	Desvía-ción Estándar	Conclusión
Atlzayanca	Control	12.21	2.85	Datos normales
	Experimental	9.17	5.51	Datos NO normales
Cuapiaxtla	Control	8.86	2.53	Datos normales
	Experimental	11.92	3.29	Datos normales
Ixtenco	Control	11	5.24	Datos normales
	Experimental	13.08	7.18	Datos normales

Tabla 2. Resultados de la prueba de normalidad de los grupos.

En el caso de la secundaria de Atlzaynca, para comparar e inferir resultados, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas.

Resultados de las pre – pruebas

Se le denominó pre – prueba a la aplicación del instrumento de medición de las competencias científicas, antes de la intervención en los grupos experimentales, se realizó esto con la finalidad de evitar que tanto el grupo experimental como el grupo de control tuvieran un mejor desarrollo de competencias científicas, esto pudo sesgar los resultados finales.

Teniendo presente que el grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca no tiene una distribución normal, para comparar los grupos de control y experimental en esta secundaria se recurrió a una prueba no paramétrica, Mann-Whitney, que comparó la igualdad de medianas de dos muestras independientes con distribuciones no normales.

Al comparar las medias de las calificaciones de las pre - pruebas de los grupos control y experimental de Atlzayanca, mediante la mencionada prueba se aceptó que en los grupos hay diferencia estadística, es decir antes de arrancar la intervención, el grupo experimental tenía estadísticamente un mejor desarrollo de competencias científicas.

En el caso de la secundaria de Cuapiaxtla, una vez que se comprobó la normalidad en ambos grupos, se trabajó para efecto de las comparaciones entre ellos con la prueba paramétrica T de Student de dos muestras independientes.

En la comparación de las pre - pruebas de los grupos de Cuapiaxtla mediante la prueba T de Student para dos grupos independientes, se aceptó que en los grupos hay diferencia estadística.

Finalmente, en el caso de la secundaria de Ixtenco, una vez que se comprobó la normalidad en ambos grupos, se trabajó para efecto de las comparaciones entre ellos con la prueba paramétrica T de Student de dos muestras independientes.

En la comparación de las calificaciones de los grupos mediante la prueba T de Student de dos muestras independientes, se aceptó que los grupos son iguales, es decir que no se identificó diferencia significativa entre los promedios de calificaciones de ambos grupos.

Resultados de las pos - pruebas

Ya analizados y comparados los datos de las calificaciones de las pre - pruebas, se presentan los datos de la pos - prueba, una vez que se aplicó el modelo tecno-pedagógico propuesto para la enseñanza de las ciencias, por el periodo de cinco semanas en los grupos experimentales y bajo la dinámica explicada.

En lo que refiere a los resultados de la secundaria de Atlzayanca, es importante recordar que los datos de las pre - pruebas de los grupos marcaron diferencia entre ellos; además, que en el grupo experimental se trabajó con datos no normales. Con base en lo anterior se analizó los datos de la pos - prueba con el estadístico Wilcoxon para datos asociados, evaluando las calificaciones del grupo experimental antes y después, bajo los siguientes supuestos:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo experimental de Atlzayanca antes y después de la intervención.

Ha: Existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo experimental de Atlzayanca antes y después de la intervención

El software que se utilizó para comprobar dicha hipótesis de igualdad de media pareada en las calificaciones de los grupos fue Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba Wilcoxon $\geq .05$, entonces se acepta Ho

Si P-Value, de la prueba Wilcoxon $< .05$, entonces se rechaza Ho y se acepta Ha

En el caso del grupo experimental de Altzayanca, al tener un P-Value = .001, se rechazó Ho y se aceptó Ha, que indica que hay una diferencia significativa estadística entre las calificaciones del grupo experimental antes y después de la intervención.

Para el caso de la secundaria de Cuapiaxtla, recordando que los datos de las pre - pruebas de los grupos de control y experimental marcaron diferencia estadística entre ellos. Se analizaron los datos de la pos - prueba únicamente para el grupo experimental, con la prueba T pareada, bajo los siguientes supuestos:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo experimental de Cuapixtla antes y después de la intervención.

Ha: Existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo experimental de Cuapixtla antes y después de la intervención.

El software que se utilizó para comprobar dicha hipótesis de igualdad de media pareada en las calificaciones de los grupos fue Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba T pareada $\geq .05$, entonces se acepta Ho

Si P-Value, de la prueba T pareada $< .05$, entonces se rechaza Ho y se acepta Ha

En el caso del grupo experimental de Cuapixtla, al tener un P-Value = .000, se rechazó Ho y se aceptó Ha, que indicó que existió una diferencia significativa entre las calificaciones del grupo experimental antes y después de la intervención, teniendo claramente mayor puntaje en la prueba PISA una vez que los estudiantes fueron sometidos a la enseñanza ciencias bajo el modelo tecno-pedagógico propuesto.

Finalmente, para el análisis de los datos de la pos - prueba de la secundaria de Ixtenco, se vuelve imperativo recordar que los grupos de control y experimentales no marcaron diferencias en la pre - prueba, por lo que para comparar ambos grupos después de la intervención del modelo en el grupo experimental, se utilizó una prueba T de Student para muestras independientes, para observar si el grupo experimental es mejor que el de control después de la intervención del modelo, bajo los siguientes supuestos:

Ho: No existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo de control y el grupo experimental de la secundaria de Ixtenco.

Ha: Existe diferencia estadística significativa entre las calificaciones del grupo de control y el grupo experimental de la secundaria de Ixtenco.

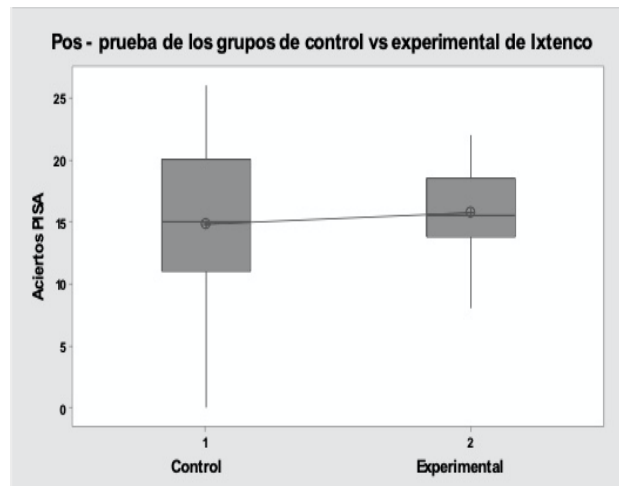
El software que se utilizó para comprobar dicha hipótesis fue Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba T de Student $\geq .05$, entonces se acepta Ho

Si P-Value, de la prueba T de Student $< .05$, entonces se rechaza Ho y se acepta Ha

En el caso de los grupos de la secundaria de Ixtenco, al tener un P-Value = .529, no se rechazó Ho, por lo que se pudo afirmar estadísticamente que los datos de las calificaciones de los grupos de control y experimentales, después de la intervención del modelo propuesto, fueron iguales. Aunque estadísticamente, después de la intervención con el modelo propuesto no se puede afirmar mejora, en el grupo experimental es visible una reducción drástica de la dispersión de las calificaciones de los estudiantes pertenecientes al grupo, lo que indicó que muchos estudiantes con calificaciones bajas en la pre - prueba aumentaron su calificación en la pos - prueba después de la intervención, también fue visible la mejora en el promedio general del grupo,

que fue desde 13.08 en la pre-prueba, a 15.73 en la pos-prueba, ver gráfico 1.



Gráfica 1. Comparación del grupo de control vs experimental

Los resultados de la pos - prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco, demostraron que son iguales, sin embargo el promedio de calificaciones del grupo experimental es mejor que el del grupo de control.

5. CONCLUSIONES

Después del tiempo de aplicación del modelo propuesto y del análisis de los datos, como se mostró en el apartado de resultados, se pueden ver mejoras en la medición de las competencias científicas de los estudiantes de los grupos experimentales, mismas que como se mencionó se midieron mediante reactivos liberados de la prueba PISA de los años 2006, 2009 y 2012.

Específicamente para la secundaria del municipio de Atlzayanca, el grupo experimental pasó de una mediana de 7 puntos en las calificaciones a una mediana de 15, después de la intervención con el modelo propuesto.

En la secundaria de Cuapixtla, se pasó de un promedio de 11.91, a 16.19 en el grupo experimental, después de la intervención.

Finalmente, en la secundaria de Ixtenco, aunque estadísticamente no se pudo afirmar que el grupo experimental tuviera una diferencia con el grupo de control, sí se obtuvo una mejora en el grupo experimental ya que avanzó de un promedio de 13.08 antes de la intervención, a un promedio de 15.03 después de ella.

Otros trabajos similares de investigación que van desde el uso de simuladores de fenómenos físicos, aplicaciones de celulares, instrucción a partir de realidad aumentada, laboratorios virtuales hasta comunidades de aprendizaje de ciencias mediadas por TIC, han reportado mejoras en las competencias científicas de estudiantes de secundaria.

En este sentido se resaltan los reportes de investigación de Deslauriers, Schelew y Wieman [13], este último ganador del premio nobel de física en el año 2001, quienes diseñaron un modelo instruccional basado en TIC y compararon el aprendizaje en un curso de física de dos grandes grupos de estudiantes de

secundaria (n=267 y n=271) en los Estados Unidos, usando dos enfoques de instrucción diferentes, uno tradicional y otro que contaba con la utilización de diversas herramientas TIC principalmente simuladores de fenómenos físicos y químicos, encontraron una mayor asistencia estudiantil, un mayor compromiso y mejor aprendizaje en la sección que se enseñó usando instrucción basada en TIC.

Por otro lado, Cheng-ping y Chang-Hwa [14], utilizaron un proceso instructivo integrado por realidad aumentada (AR) para trabajar fenómenos de ciencias de la tierra del día, noche y estaciones, trabajaron con un total de 144 estudiantes de dos escuelas secundarias en la ciudad de New Taipei, Taiwán, durante un plazo de 3 meses. Diseñaron su investigación con un instructor y siete asistentes de enseñanza, se llevaron a cabo cinco procesos independientes para cinco clases, para cada proceso, se realizó una prueba previa antes del proceso de instrucción, al final se llevó a cabo una prueba posterior al completar el proceso de instrucción. Los resultados mostraron que el rendimiento general de aprendizaje fue significativo para la instrucción que incorpora AR.

Hochberg, Kuhn y Müller [15], utilizaron los sensores de aceleración de los teléfonos inteligentes como herramienta para desarrollar experimentos de la mecánica clásica (péndulo), trabajaron con un grupo de 245 estudiantes de 15 clases de ciencias de 6 secundarias en la comunidad de Rhineland-Palatinate, Alemania, utilizaron un diseño cuasi experimental que consideró grupos experimentales que usaron los teléfonos inteligentes y grupos de control que trabajaron con herramientas experimentales tradicionales, encontraron niveles de interés significativamente más altos en los grupos experimentales además niveles más altos de curiosidad, los autores asumen que eso significa una ventaja cognitiva para el aprendizaje de las ciencias.

En otra esfera del mundo, Panagiotis, Stylianos, Demetrios y Stefanos [16], realizaron estudios en educación básica en Grecia reportaron mejoras en el aprendizaje, mediante la utilización de laboratorios remotos y virtuales, donde los profesores realizaron prácticas en la materia de química. Otro trabajo relevante del diseño de laboratorios remotos para la materia de química es el de Cédric, Vries, Girault y Marzin [17], quienes se centran en la dependencia mutua de las conjeturas teóricas sobre el aprendizaje en las ciencias experimentales y las oportunidades tecnológicas en la creación de entornos de aprendizaje. Concluyeron que la puesta en marcha de estos laboratorios representa beneficios reales para el aprendizaje.

En los trabajos mencionados, al igual que en el presente, el uso de las TIC fue positivo, es relevante mencionar que las TIC no generaron conocimiento por si solas, el acompañamiento pedagógico que se les da a las herramientas tecnológicas también es un factor de éxito.

Aunque la aplicación de las TIC en los procesos educativos es inquietante y cambiante, en este trabajo de investigación, se cuantificó que, con la aplicación de herramientas tecnológicas adecuadas con enfoques didácticos constructivistas, reflejadas en lo que se conceptualizó como modelo tecno-pedagógico, se favoreció el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de tercer año de secundaria.

En el futuro también será relevante estudiar las percepciones que los estudiantes de secundaria tuvieron, en relación con el uso de las TIC en sus clases de ciencias.

6. REFERENCIAS

- [1] M. Castells, La apropiación de las tecnologías cultura juvenil en la era digital. En M. Moragos, y J. Becker, Madrid España: Fundación Telefónica., 2009.
- [2] M. Prensky, Enseñar a nativos digitales. Una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento, Madrid, España: SM., 2011.
- [3] M. Area, Los efectos del modelo 1:1 en el cambio educativo en las escuelas. Evidencias y desafíos para las políticas iberoamericanas. Revista Iberoamericana de Educación, (56), 49-74., 2011.
- [4] C. Coll, Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En R. Carneiro, J. C. Toscano, y T. Díaz. (Ed), Los desafíos de las TIC para el cambio educativo (113- 126). Madrid, España: Fundación Santillana., 2009.
- [5] F. Díaz, Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados con TIC: un marco de referencia sociocultural y situado. Tecnología y Comunicación Educativas, (41), 5-16., 2005.
- [6] R. Escontrela y L. Stojanovic, La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. Revista de Pedagogía, 1-15., 2004.
- [7] O. Martín, Educar en comunidad: promesas y realidades de la Web 2.0 para la innovación pedagógica. En R. Carneiro, J. C. Toscano, y T. Díaz (Ed.), Los desafíos de las TIC para el cambio educativo (79-94). Madrid, España: Fundación Santillana., 2009.
- [8] F. Díaz y G. Hernández, Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. D.F., México: Mc Graw Hill., 2010.
- [9] A. McFarlane y S. Sakellariou, The Role of ICT in Science Education. Cambridge Journal of Education, 32 (2)., 2002.
- [10] N. Sanmartí, La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En D. Couso, E. Cadillo, E. A. Perafán, y A. Aduriz-Bravo (Eds.). UNIDADES DIDÁCTICAS EN CIENCIAS Y MATEMÁTICAS (pp. 13-57). Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio., 2005.
- [11] University of Colorado Boulder, Phet Interactive Simulation. Colorado, E.U.: University of Colorado Boulder., 2017.
- [12] INEE, México en PISA 2012. D.F., México: INEE., 2013.
- [13] L. Deslauriers, E. Schelew y C. Wieman, Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. Science, 332, 882-886., 2011.

[14] C. Cheng-ping y W. Chang-Hwa, Employing Augmented-Reality-Embedded Instruction to Disperse the Imparities of Individual Differences in Earth Science Learning. *J Sci Educ Technol*, 24, 835-847., 2015.

[15] K. Hochberg, J. Kuhn y A. Müller, Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 1- 19., 2018.

[16] Z. Panagiotis, S. Stylianos, G. S. Demetrios y F. Stefanos, Towards Competence-Based Learning Design Driven Remote and Virtual Labs Recommendations for Science Teachers. *Tech Know Learn*, 20, 185-199., 2015.

[17] H. Cédric, E. Vries, I. Girault y P. Marzin, Exploiting Distance Technology to Foster Experimental Design as a Neglected Learning Objective^[1] in Labwork in Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (4), 425-434., 2004.