



Universidad Veracruzana

FACULTAD DE PEDAGOGÍA, REGIÓN VERACRUZ

Modelo tecno–pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una perspectiva de escuelas secundarias en Tlaxcala.

TESIS

que para obtener el grado de:

DOCTOR EN SISTEMAS Y AMBIENTES EDUCATIVOS

presenta:

Héctor Medina Cruz

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTORAL:

Agustín Lagunes Domínguez

Facultad de Contaduría y Administración, Campus Ixtac, UV

Director y tutor

Carlos Arturo Torres Gastelú

Facultad de Administración, Región Veracruz, UV

Codirector

Dr. Francisco Chávez Maciel

Escuela Superior de Comercio y Administración, IPN

Asesor Externo

Dra. Rosa del Carmen Flores Macías

Facultad de Psicología, UNAM

Asesora Externa

Veracruz, Ver., mayo de 2018

Índice

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES	11
1.1 Estado del arte	11
1.2 Planteamiento del problema.....	16
1.2.1 Situación actual.....	16
1.2.2 Posibles causas.....	18
1.2.3 Pronóstico: Identificación de posibles situaciones	19
1.2.4 Control al pronóstico. Propuestas de solución para superar la situación actual	19
1.3 Pregunta general de la investigación.....	20
1.4 Preguntas específicas del proyecto de investigación	20
1.5 Objetivos	21
1.5.1 General.....	21
1.5.2 Específicos	21
1.6 Justificación	22
1.7 Hipótesis.....	23
1.8 Límites de la investigación	24
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	25
2.1 La cognición situada como teoría que fundamenta la investigación	25
2.2 Modelos que fundamentan la investigación.....	31
2.2.1 Modelo TPACK.....	31
2.2.2 Modelo de las tres fases de la tecnología educativa.	32
2.2.3 Modelo de enseñanza de las ciencias mediante el método empírico con la inclusión de tecnología	33
2.3 Propuesta de modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias en secundaria	37
2.4 Articulación teórico-conceptual.....	41
2.5 Definiciones conceptuales de las variables	42
CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	48
3.1 Método de investigación	48
3.1.1 Población.....	51
3.1.2 La muestra.....	52
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
3.3 Rigor metodológico y fiabilidad de los instrumentos	56
3.3.1 Confiabilidad y validez de instrumentos cuantitativos.....	57
3.3.2 Dependencia, credibilidad y transferencia de instrumentos cualitativos	58
3.4 Procesamiento de datos	59
3.4.1 Procesamiento de datos cuantitativos	59

3.4.2 Procesamiento de datos cualitativos	60
3.5 Descripción de la aplicación del modelo tecno- pedagógico a los grupos experimentales	60
3.5.1 Las unidades didácticas.....	60
3.5.2 Las herramientas TIC.....	67
3.5.3 Tiempo de aplicación del modelo	69
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	71
4.1 Resultados cuantitativos.....	71
4.1.1 Comprobación de la normalidad de los grupos de control y experimental.....	72
4.1.2 Resultados de las pre-pruebas	79
4.1.3 Resultados de las pos-pruebas	85
4.2 Resultados cualitativos.....	90
4.2.1 Cuestionario a estudiantes.....	91
4.2.2 Las entrevistas a profesores	96
CÁPITULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES	105
5.1 Discusión de resultados	105
5.2 Conclusiones.....	112
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	116
REFERENCIAS	117
APÉNDICES	126
Apéndice A Instrumento utilizado pre y pos prueba	127
Apéndice B Guía para las unidades didácticas	149
Apéndice C Unidades didácticas	152
Apéndice D Encuesta a estudiantes de los grupos experimentales	185
Apéndice E Entrevista a profesores de los grupos experimentales	189

Índice de figuras

Figura 1. Enfoque instruccional propuesto por Derry, Levin y Shauble.	29
Figura 2. Modelo TPACK de Koehler y Mishra (2009).....	32
Figura 3. Modelo three phases of educational technology de Leister (2008).....	33
Figura 4. Modelo de enseñanza de las ciencias mediante el modelo empírico y con la inclusión de tecnología, de McFarlane y Sakellariou (2002).	34
Figura 5. Propuesta de modelo, adaptado del presentado por McFarlane y Sakellariou (2002).....	39
Figura 6. Diferencias entre modelo original y modelo propuesto.	41
Figura 7. Articulación teórica conceptual.....	42
Figura 8. Diseños anidados concurrentes de modelo dominante.....	49
Figura 9. Diseño de pre-prueba, pos-prueba y grupo de control.	50
Figura 10. Población y muestra.	53
Figura 11. Zona escolar 08 de secundarias generales del estado de Tlaxcala.	54
Figura 12. Actividades de inicio de la UD “Densidad”.....	63
Figura 13. Actividades de introducción de nuevos contenidos de la UD “Densidad”.	64
Figura 14. Actividades de estructuración del conocimiento de la UD “Densidad”.....	65
Figura 15. Actividades de generalización de la UD “Densidad”.	66
Figura 16. Bloques de unidades didácticas para trabajo de campo.	70
Figura 17. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Atlzayanca.	73
Figura 18. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca.	74
Figura 19. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Cuapixtla.	75
Figura 20. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Cuapixtla.	76
Figura 21. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Ixtenco.	77
Figura 22. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Ixtenco.	78
Figura 23. Comparación de las calificaciones de la pre-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Cuapixtla.	82
Figura 24. Comparación de las calificaciones de la pre-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.	84
Figura 25. Comparación de las calificaciones de la pos-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.	90

Figura 26. El sentir de los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias. ...	92
Figura 27. Lo que más les gustó a los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.	93
Figura 28. Lo que menos les gustó a los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.	94
Figura 29. La opinión de los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.	95
Figura 30. ¿Les gustaría a los estudiantes de secundaria extender a sus demás clases el uso de herramientas TIC?.....	96

Índice de tablas

Tabla 1: Secundarias generales de la zona 08, región Huamantla.....	51
Tabla 2: Grupos de control y experimentales, participantes en el trabajo de investigación.	54
Tabla 3: Nombre de los simuladores utilizados en las UD del proyecto.....	68
Tabla 4: Videos utilizados en las UD.	69
Tabla 5: Registros de normalidad de las pre-pruebas de los grupos participantes.....	79
Tabla 6: Resultados de la prueba Mann-Whitney de dos muestras independientes, para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Atlzayanca.....	79
Tabla 7: Resultados de la prueba T de Student de dos muestras independientes, para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Cuapiaxtla.....	81
Tabla 8: Resultados de la prueba T de dos muestras independientes para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.....	84
Tabla 9: Comparación del grupo experimental de Atlzayanca antes y después de la aplicación del modelo tecno-pedagógico mediante la prueba Wilcoxon.....	87
Tabla 10: Aplicación de la prueba T pareada para el grupo experimental de Cuapiaxtla con las pre y pos-pruebas	88
Tabla 11: Prueba T pareada para el grupo experimental de Ixtenco con pre y pos-pruebas....	89
Tabla 12: Comparación de la pos-prueba del grupo de control contra experimental de la secundaria de Ixtenco	90
Tabla 13: Rubros de la entrevista y categorías identificadas.....	104

Agradecimientos y dedicatoria

Agradezco sinceramente:

Al Dr. Agustín Lagunes Domínguez, por su amistad, profesionalismo, apoyo, confianza y guía en la elaboración de esta tesis doctoral.

Al Núcleo Académico Básico (NAB) del doctorado, por su contribución a esta tesis y su motivación constante.

A la Dra. Ma. Teresa Guerra Ramos, por recibirme y guiarme en la estancia doctoral que contribuyó en gran medida a la elaboración de la misma.

A los Drs. Rosa del Carmen Flores Macías y Francisco Chávez Maciel, por fungir y retroalimentarme como asesores externos.

Al Conacyt por su apoyo a lo largo de mis estudios doctorales.

A mis compañeros doctorantes por su motivación, colaboración y trabajo en equipo durante el doctorado.

Dedico:

A mi esposa e hijos:

Por ser el motor de mi vida y fuente de toda inspiración.

A mis padres, hermana y sobrinos:

Por la familia que hemos formado y que me han dado los cimientos de todo lo que soy.

RESUMEN

Esta investigación presenta una reflexión acerca de los niveles de desarrollo de competencias en ciencias en los estudiantes de secundaria en México, y los problemas que se les presentarán a futuro en aspectos como la innovación, la productividad y el bienestar social.

Para abordar esta problemática se propone la aplicación de un modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de ciencias, asumiendo una postura socio constructivista y fomentando una formación científica en los niños y adolescentes orientada a la toma de decisiones, el pensamiento crítico y la actuación responsable.

Dicho modelo se puso a prueba en tres secundarias generales del estado de Tlaxcala, con dos grupos en cada escuela: uno de control, que recibió la materia de ciencias de forma tradicional, y otro experimental, que trabajó con el modelo propuesto.

Antes de aplicar el modelo, se practicó una pre-prueba y, al finalizar, una pos-prueba. Se compararon las competencias en ciencias de ambos grupos en cada escuela mediante la prueba PISA. Los resultados cuantitativos de la prueba se complementaron con entrevistas a los profesores y cuestionarios a los estudiantes de los grupos experimentales; a partir de ello se obtuvieron las conclusiones del modelo tecno-pedagógico propuesto.

Palabras clave: *tecnologías de la información y comunicación, educación secundaria, ciencias, modelos educativos, pedagogía.*

INTRODUCCIÓN

La educación básica en México ha cambiado mucho a lo largo de su historia. Después de la Revolución, en 1920, ocurrió la primera reforma educativa en el país, durante la cual José Vasconcelos creó la Secretaría de Educación Pública (SEP) y todos sus departamentos, con lo que dio inicio una serie de cambios en la educación, como campañas de alfabetización y desayunos escolares. Además, fomentó una pedagogía pública expresada en la pintura mural mexicana a través de contratos con pintores como Diego Rivera, José Clemente Orozco, David Alfaro Siqueiros y Roberto Montenegro. Adicionalmente, implementó una política editorial con una biblioteca de clásicos de la literatura universal, la revista *El Maestro* y el semanario *La Antorcha* (Ocampo, 2005), llevó a cabo una búsqueda de internacionalización y renovación pedagógica cuando invitó a trabajar al país a los educadores Gabriela Mistral y Pedro Henríquez Ureña; y una política dotacional que impulsó la escuela y las denominadas misiones rurales.

En este periodo el número de secundarias era muy escaso, lo que se reflejaba en el bajo nivel educativo, social y cultural de la época, aunado al problema del analfabetismo. Actualmente, la educación básica tiene una importante cobertura a lo largo del territorio nacional y el índice de analfabetismo para el año 2015 era de solo el 5.5 % de la población mayor de 15 años (INEGI, 2015).

Para el ciclo escolar 2014-2015 se cubrió a una población de 6,825,046 estudiantes. Específicamente en el estado de Tlaxcala se tuvo una población estudiantil de 75,182 estudiantes, de los cuales 38,095 eran hombres y 37,087, mujeres (SEP, 2015). En el mismo ciclo, se registraron 408,252 profesores, de los cuales 196,353 eran hombres y 211,899, mujeres. En el estado de Tlaxcala se registraron 5,023 profesores: 2,336 hombres y 2,687 mujeres. El número total de escuelas secundarias en el territorio nacional llegó a 38,604, de las cuales, el estado de Tlaxcala albergaba 374 (SEP, 2015).

Aun con la cobertura casi total en la educación básica en México, los retos siguen siendo mayores, pues la universalización de la educación no solo exige tener poblaciones alfabetizadas, sino una educación básica que dote a sus estudiantes de competencias que les ayuden a tener éxito en sus estudios de nivel medio superior y superior, además de

competencias que les permitan una formación continua a lo largo de su vida, ya sea en la educación formal o informal.

La creciente importancia de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se ha convertido en una influencia definitiva en la época contemporánea. La presencia tecnológica en todos los campos es innegable. Su impacto ha generado una serie de revoluciones económicas, educativas, culturales y sociales.

En el ramo educativo, la presencia de las TIC presenta 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 (Castells, 2009; Prensky, 2011) 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 tanto 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.

El presente estudio formula nuevos desafíos pedagógicos ante la inminente introducción de nuevas tecnologías en la escuela. Es de tomar en cuenta que las nuevas tecnologías parecen estar funcionando sobre la base de la personalización y la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes.

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

formar usuarios dotados con las competencias tecnológicas básicas para interactuar con la tecnología, además de la ya mencionada adecuación pedagógica, para hacer de la tecnología una herramienta poderosa para la construcción del conocimiento y no solo de apoyo en las labores educativas.

Es importante considerar que el diseño tecnológico debe adaptarse al acto educativo. Como menciona Rubén Edel (2010), la educación no debe seguir el vertiginoso ritmo del desarrollo de la tecnología, ya que como se ha comprobado, por lo menos en estos últimos veinte años, la tecnología crece e innova a ritmos que avanzan casi exponencialmente. En este tenor, no es posible acelerar la innovación educativa al ritmo de la tecnológica, ya que implicaría cambiar constantemente los procesos educativos y todo lo que conllevan.

Con estas consideraciones en mente, en este trabajo de investigación se presenta y aplica una propuesta de un modelo pedagógico mediado por las TIC para la enseñanza de ciencias en la educación secundaria.

En el capítulo 1, se plantean los antecedentes del trabajo de investigación, describiendo brevemente la situación actual de la enseñanza básica, especialmente la de ciencias, destacando las causas de su estado actual y dando una proyección para México en aspectos de innovación y productividad, en caso de que se mantenga la situación vigente de la enseñanza de ciencia básica. En este capítulo también se formula el problema y los objetivos de investigación y se da un panorama del estado del arte con respecto de los modelos tecno-pedagógicos para la enseñanza de ciencias en secundaria.

En el capítulo 2, se describe la cognición como la teoría general que fundamenta el trabajo de investigación. Se presentan también los modelos tecno-pedagógicos que sirven de referencia para llegar a la propuesta de modelo que enmarca el presente trabajo de investigación.

En el capítulo 3, se aborda el diseño metodológico bajo el cual se llevan a cabo las actividades del presente trabajo de investigación, y que sirven para aceptar o rechazar la hipótesis planteada, además se explica el diseño de unidades didácticas concebidas bajo la dinámica del modelo tecno-pedagógico planteado.

En el capítulo 4, se presentan los resultados del trabajo de campo, lo que permite arribar a conclusiones de la aplicación del modelo propuesto para mejorar las competencias en ciencias de los estudiantes de educación secundaria.

Finalmente, en el capítulo 5, se discuten los resultados y se establecen las conclusiones a las que se arribaron en esta investigación.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta un resumen de diversos trabajos sobre modelos tecno-pedagógicos implementados en la educación secundaria con el objetivo de mejorar el desempeño escolar, principalmente en la materia de ciencias.

Se realiza también el planteamiento del problema identificando la situación actual de la educación básica en la materia de ciencias, algunas de sus posibles causas, así como un pronóstico para México si no se mejoran las competencias científicas de los estudiantes de educación básica. Se presenta la pregunta de investigación, así como el objetivo general y la hipótesis del presente trabajo de investigación.

1.1 Estado del arte

En este apartado se presenta una recopilación de diversos proyectos gubernamentales que tuvieron como objetivo la inclusión de las TIC en la educación básica en México, así como trabajos de investigación que han aplicado modelos tecno-pedagógicos o metodologías que incluyen TIC en la educación secundaria. Se resaltan aquellos destinados a la enseñanza de las ciencias en secundaria.

En 1985 se inició un proyecto gubernamental que intentó producir equipos y materiales destinados a la introducción de la informática en la educación básica. Inicialmente se denominó Micro-SEP y posteriormente recibió el nombre de Introducción de la Computación Electrónica en la Educación Básica (Coeebba), en el cual se concibieron, entre otras cosas, la realización e introducción de nuevos métodos, instrumentos y recursos que aseguraran una educación masiva de calidad, la introducción sostenida de medios electrónicos como recursos auxiliares didácticos y el equipamiento al sector educativo en materia informática (Candela, Gamboa, Rojano, Sánchez, Carvajal y Alvarado, 2012).

En 1993 se dio fin a Coeebba y se dio paso a los proyectos Red Edusat y posteriormente a Red Escolar. Red Edusat fue inaugurado en diciembre de 1995 y actualmente constituye el sistema nacional de televisión educativa, que produce contenidos educativos para la educación formal, la educación comunitaria, la programación para apoyo

didáctico y la divulgación de la ciencia, la cultura y las humanidades (Candela et. al., 2012). Por su parte, Red Escolar, auspiciado por la SEP y el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE), se puso en marcha en 1997 con el propósito de brindar acceso a Internet y proveer equipo de cómputo a las escuelas, con el agregado de una serie de recursos educativos de apoyo a los contenidos del currículo escolar (Díaz, 2014).

En 1997, la Subsecretaria de Educación Básica, en colaboración con el ILCE, pusieron en marcha los programas Enseñanza de la Física con Tecnología (EFIT) y Enseñanza de las Matemáticas con Tecnología (EMAT). Fueron modelos que utilizaron herramientas tecnológicas y que se concibieron para la educación secundaria. En ellos, se propuso incorporar de forma sistemática y gradual el uso de las TIC a la escuela secundaria pública para la enseñanza de las Matemáticas y la Física, con base en un modelo pedagógico orientado a mejorar y enriquecer los contenidos curriculares (Candela et al., 2012).

El proyecto de Enseñanza de la Física con Tecnología (EFIT), en particular, fue resultado de la adaptación del modelo canadiense *Technology Enhanced Science Secondary Instruction* (TESSI) (Rojano, 2005). Las herramientas seleccionadas para este modelo posibilitaban un tratamiento fenomenológico de los conceptos en física, es decir ambientaban las actividades de enseñanza para que correspondieran a un comportamiento de algún fenómeno físicos que formaba la esencia del concepto que se buscaba enseñar, para ello se integraron al currículo de física las diferentes tecnologías (computadoras, equipo de multimedia, sensores, comunicación a distancia, correo electrónico, internet, entre otros), así como equipo de laboratorio tradicional (Rojano, 2005).

El programa enseñanza de las Ciencias con Tecnología (ECIT) tuvo como objetivo principal contribuir al mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en la secundaria a partir del uso de la tecnología. Este modelo abarcó las tres áreas de ciencias naturales que correspondían al plan curricular 1993 de la escuela secundaria, contempló para ello una misma estructura conceptual, didáctica y tecnológica, promoviendo la integración sobre la visión de la ciencia y no la fragmentación disciplinaria. El modelo también abarcó diversos niveles de acercamiento del estudiante hacia la ciencia, por lo que la estructura con la que se formularon sus experiencias y actividades de aprendizaje constituían una guía amplia y

diversa para que los alumnos confrontaran sus ideas sobre los distintos fenómenos, y construyeran una representación cada vez más cercana a la ciencia. Este proyecto fue coordinado por la SEP y el ILCE (Rojano, 2005).

A partir de la aparición de los programas EFIT y EMAT surgió el modelo Enseñanza de las Ciencias a través de Modelos Matemáticos (ECAMM), que vinculaba la enseñanza de las ciencias con las matemáticas. Este modelo fue producto de la diversificación de temas curriculares y herramientas de los modelos EFIT y EMAT. Las actividades que se incluían en los materiales de ECAMM buscaban apoyar la enseñanza de la física, la química y la biología en educación secundaria, con un enfoque centrado en la modelación matemática; por lo tanto, las actividades también eran de utilidad para abordar algunos contenidos matemáticos (Rojano, 2005).

En mayo de 1999, con el apoyo de la SEP y el Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE), inició el proyecto SEC-21, que buscaba potencializar las tecnologías de la Red Edusat y la Red Escolar en la enseñanza de distintas asignaturas que conformaban el currículo de la escuela secundaria, y proporcionó materiales educativos específicamente diseñados para aprovechar los recursos tecnológicos. Incorporó diversos recursos tecnológicos, como el video en formato digital, el acceso a internet, las calculadoras algebraicas para la enseñanza de las Matemáticas y un *software* especializado para los laboratorios que apoyaban la enseñanza de la Física, la Química y la Biología (Candela et al., 2012).

De 2000 a 2012, el proyecto educativo que integraba las TIC en educación básica fue Enciclomedia, el cual permitía llevar la computadora al aula regular o bien darle acceso a los estudiantes y sus profesores a aulas, laboratorios o bibliotecas equipados con este recurso. Enciclomedia consistía en dotar a escuelas primarias y secundarias públicas en distintos estados del país de aulas con una computadora, un proyector, un pizarrón electrónico, una fuente de poder, una mesa de cómputo y una impresora. Entonces, los docentes a cargo de los grupos daban clases utilizando dichos recursos. Los contenidos digitales estaban precargados en el disco duro de la computadora, con lo que no había necesidad de conectarse a la red si esto no era posible (Díaz, 2014).

En el año 2007, la SEP generó un nuevo proyecto educativo denominado Habilidades Digitales para Todos (HDT), cuyas estrategias fueron guiadas por cuatro ejes de acción: a) mejora de la calidad educativa, b) desarrollo de estándares en educación básica, c) mejora en la formación y capacitación de docentes y funcionarios de la educación básica, y d) la evaluación del sistema con base en estándares nacionales. Además, planteó la incorporación de equipos de cómputo en las escuelas para uso pedagógico por los docentes y los alumnos, junto con esquemas de alta interactividad para favorecer la enseñanza y el aprendizaje y el desarrollo de habilidades digitales (Díaz, 2014).

A partir del año 2013, como proyecto sello de la política en materia educativa, se planteó una estrategia llamada *Mi Compu.mx* que tiene como objetivo dotar de computadoras portátiles a los estudiantes de escuelas públicas mexicanas de nivel básico, a las cuales también se les garantizaría el acceso a Internet. Otra variante de este programa es el otorgamiento de *tablets* a estudiantes de educación primaria que cursan el quinto grado. Este proyecto es parte de los programas estratégicos del gobierno federal, específicamente de la estrategia digital nacional, que tiene como objetivo promover la adopción y desarrollo de las TIC durante el periodo 2014-2018 (SEP, 2013).

A pesar del incremento de la disponibilidad de recursos tecnológicos en las escuelas (computadoras, conexión de banda ancha a Internet, pizarras y proyectores digitales), la práctica pedagógica de los docentes en el aula no supone necesariamente una alteración del modelo de enseñanza tradicional.

Blancas y Rodríguez (2013), en su trabajo *Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias. El caso de una maestra de Biología de secundaria*, realizan una propuesta tecnopedagógica basada en una plataforma llamada ECIT, la cual contiene material multimedia interactivo. Entre sus principales hallazgos mencionan que “...lo potencial de las herramientas tecnológicas radica en su uso, en las relaciones sociales y de contingencia que se configuran en el aula; pues al final de cuentas la enseñanza de las ciencias es un asunto de convivencia humana” (p. 184).

Rojano (2003), en su artículo monográfico denominado *Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: proyecto de innovación educativa en*

Matemáticas y Ciencias en escuelas secundarias públicas de México, habla de los proyectos entorno a la enseñanza de la física con tecnología (EFIT) y la enseñanza de las Matemáticas con tecnología (EMAT) que marcaron el mayor precedente de la inclusión de la tecnología en México, y donde se concluye que:

... los estudiantes de educación secundaria serán beneficiarios en cuanto a conceptualización y desarrollo de habilidades de exploración, a elaboración/verificación de conjeturas, a resolución de problemas, a modelación de fenómenos del mundo físico, y a expresión en lenguaje matemático y científico en el aula. (Rojano, 2003, párr. 72)

Pantoja y Huertas (2010), en su artículo *Integración de las TIC en la asignatura de tecnología de educación secundaria*, analizan el papel que otorgan los profesores a estas tecnologías dentro de la enseñanza, las dificultades que se encuentran para integrarlas en su labor educativa y qué usos hacen de ellas en su propia práctica docente. Encontraron que “... Los profesores sí emplean las TIC en el desarrollo de sus clases. Pero los materiales didácticos disponibles en Internet no se adaptan a las necesidades reales del aula y de los alumnos” (p. 216); por ello, sugieren que son necesarios más y mejores materiales didácticos ya elaborados.

No todas las investigaciones revisadas arrojan buenos resultados acerca de la inclusión de las TIC en los procesos educativos. Al respecto, Area, Gonzáles, Cepeda y Sanabria (2011), en su artículo llamado *Un análisis de las actividades didácticas con TIC en aulas de educación secundaria* presentan un estudio de casos desarrollado en dos centros de educación secundaria de Tenerife, cuyo objetivo fue determinar en qué medida las actividades didácticas mediadas por TIC favorecen la adquisición de competencias informacionales y digitales en los estudiantes. En este trabajo encontraron que:

...en muchas ocasiones, el uso de estas tecnologías no ha supuesto una renovación o innovación pedagógica de las prácticas tradicionales de enseñanza y aprendizaje, ya que están al servicio de actividades como el apoyo de las exposiciones magistrales del profesor, la realización de ejercicios de bajo nivel de complejidad, o de acciones destinadas a ampliar los contenidos del libro de texto. Es decir, la tecnología digital,

en muchas de las situaciones observadas, está al servicio de un método expositivo para la transmisión del conocimiento. (Area, *et al.*, 2011, p. 196)

En general, muchos autores han escrito sobre el uso de modelos o metodologías tecno-pedagógicas como apoyo en la enseñanza de las ciencias y han tenido diversas experiencias y conclusiones, tanto favorables como desfavorables, como ya se ha mencionado.

1.2 Planteamiento del problema

Este apartado plantea la situación actual del problema que constituye la base del presente trabajo, un análisis de sus posibles causas, el pronóstico de lo que podría suceder de persistir las condiciones actuales y propuestas de solución para mejorar la situación actual.

1.2.1 Situación actual

Aun con una importante infraestructura de TIC en las escuelas secundarias públicas de México, según el índice del Instituto Nacional para la Evaluación Educativa (INEE) denominado “Porcentaje de escuelas primarias y secundarias reportadas oficialmente con una computadora para uso educativo”, para el ciclo escolar 2013 – 2014 se reportó que el 68.4 % de las secundarias públicas de todo el país contaban con este insumo; mientras que para el mismo ciclo se mencionó que el 48.6 % tenían conexión a Internet (INEE, 2015). Sin embargo, el margen de aprovechamiento escolar todavía es bajo, tal como lo demuestran diversas pruebas internacionales, por ejemplo el Programa Internacional de Evaluación Estudiantil (*Program for International Student Assessment*, PISA), que es un informe internacional de una evaluación que se realiza cada tres años a aproximadamente 510,000 estudiantes de quince años de edad de diferentes países del mundo, miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), en la cual México ha participado desde el año 2003. Los resultados para la cuarta prueba, realizada en el año 2012, reflejan lo siguiente: en el dominio de las matemáticas México se ubicó en el lugar 53 de un total de 65 países, con un puntaje de 413; en el rubro del dominio de las ciencias, se ubicó en el lugar 55 de 65 países, con una puntuación de 415; en comprensión lectora, se ubicó en el lugar 52 de 65 países, con 424 puntos. Cabe mencionar que, de los 65 países evaluados, 34

incluyendo a México, son miembros de la OCDE y 31 son países o economías asociadas, (INEE, 2013).

Si se toma como marco de referencia el puntaje promedio que obtuvieron los países de América Latina como conjunto, se obtienen datos significativos. En el rubro de las habilidades matemáticas, México registró una puntuación de 413 y América Latina tuvo 405 puntos. Países como Uruguay y Chile se encuentran por arriba de nuestro país con puntajes no muy superiores, de 427 y 421 puntos, respectivamente, lo que refleja cierta homogeneidad local; sin embargo, el promedio de los países miembros de la OCDE es de 501 puntos, que resulta muy superior al nuestro. En el rubro de las habilidades en ciencias, México tuvo un promedio de 415 puntos, que es ligeramente más alto del promedio de los países de América Latina, que fue de 393; de nueva cuenta, países como Chile y Uruguay fueron superiores con puntajes de 447 y 427, respectivamente, mientras que, en comparación con países miembros de la OCDE, México se encuentra por debajo del promedio, que es de 496. En el rubro de comprensión lectora, México se encuentra 16 puntos encima de América Latina, con un puntaje de 424. Chile y Uruguay se ubican por encima de México con 449 y 426, respectivamente, y de nueva cuenta México se encuentra por debajo del promedio de los países miembros de la OCDE, los cuales cuentan con un puntaje de 493 (INEE, 2013).

Los resultados del estado de Tlaxcala en la prueba PISA 2012, en el rubro de las ciencias, lo ubican en el lugar 19 de 29 estados evaluados (excluyendo a Oaxaca, Sonora y Michoacán), con un puntaje de 412, el cual está por debajo de la media nacional que es de 415 (INEE, 2013).

La situación de México en América Latina puede no ser tan alarmante si se considera que se encuentra por encima del promedio; mientras tanto si comparamos sus resultados con los del resto de los países miembros de la OCDE, la situación resulta crítica, ya que los puntajes están muy por debajo de los promedios obtenidos por dichos países. En consecuencia, el camino a emprender en el rubro de la formación científica básica en México se vuelve relevante, ya que es un factor para la formación de profesionales de la ciencia y la tecnología que serán capaces de establecer mejores condiciones en conceptos como la investigación y la innovación. Reconociendo el papel clave de la innovación en todos los

ámbitos, incluyendo el educativo, como un motor de crecimiento y prosperidad, y para ubicar cuantitativamente a México en este rubro, se toma como referencia el *Global Innovation Index* (GII) del año 2013, que es una medida mundial de innovación realizada por la universidad *Johnson Cornell*, en donde México se ubica en la posición 63 de 142 naciones, por debajo de países de América Latina como Costa Rica, Chile, Uruguay, Argentina, Colombia y Brasil, de los cuales Costa Rica es el país de América Latina mejor ubicado, pues ocupa el puesto 39 (Cornell University, INSEAD y WIPO, 2014).

1.2.2 Posibles causas

El evidente retraso de la educación básica en México con respecto a otros países, principalmente a los miembros de la OCDE, según pruebas internacionales como PISA, no se da exclusivamente en el área de ciencias, sino también en matemáticas y comprensión lectora. Algunas de las causas del estatus actual de la educación básica en el campo de las ciencias, según Núñez (2005) y Zorrilla (2004) son:

- La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica no es atractiva para los estudiantes.
- Los métodos pedagógicos utilizados en la educación básica no son los adecuados para que los alumnos desarrollen sus competencias en el área de ciencias.
- La inversión en la educación básica y sus resultados no son temas de relevancia para los gobiernos de los diferentes estados de nuestro país.
- No se han logrado articular de manera adecuada los planes y programas de educación básica en nuestro país, lo que redundará en un rendimiento académico bajo de este sector de la educación.
- No hay un seguimiento a una política educativa; cada sexenio hay nuevas ideas para la educación básica de México.
- No se han utilizado los recursos TIC de forma que impacten en el rendimiento académico de nuestro país.

1.2.3 Pronóstico: Identificación de posibles situaciones futuras

Vivimos en una sociedad en la que las ciencias y la tecnología ocupan un papel preponderante, no solo en los sistemas productivos, sino también en la vida cotidiana. En consecuencia, la población necesita una cultura científica para comprender la complejidad de la realidad contemporánea. La educación básica juega un papel fundamental para que la población pueda adquirir habilidades y competencias científicas que les permitan desenvolverse en su vida cotidiana, relacionar los fenómenos naturales con su entorno y vincular las ciencias con sus trabajos o futuros estudios. Por tales razones, ya no es posible reservar la cultura científica a unas cuantas personas, sino que es necesario tomar consciencia de la importancia de las ciencias y de su influencia en el desarrollo de nuestra nación.

Si México no logra desarrollar y brindar una educación básica de calidad en el área de las ciencias que le permita sentar cimientos sólidos para la creación de profesionistas cualificados que generen conocimiento, innovación, desarrollo económico y social, entonces se seguirá pagando las consecuencias del rezago educativo, los problemas sociales y el escaso desarrollo económico. Según Berrio (2009), actualmente entre el 70% y el 80% del crecimiento económico de una nación está dado por el conocimiento; por tanto, los países más desarrollados en conocimiento y tecnología tendrán más éxito, ya que tendrán ventajas competitivas sobre todos los demás.

1.2.4 Control al pronóstico. Propuestas de solución para superar la situación actual

El conocimiento científico va de la mano con el desarrollo tecnológico e innovación de un país, estos elementos para una sociedad suponen crecimiento económico, cultural y progreso social, reflejado en la calidad de vida de sus habitantes. Así lo muestran los países desarrollados y emergentes, en los que se está consciente que la inversión en la educación, en general, y en la educación científica, en particular, abonan al bienestar del país.

Al respecto, Berrio (2009), menciona que la innovación es el factor clave de la competitividad mundial: los países que más innoven tendrán una ventaja competitiva sobre los demás. Tomando el concepto de innovación como las nuevas ideas acerca de cómo hacer mejores y más rápidas las cosas.

En consecuencia, el desarrollo, las habilidades y competencias de las personas, es un tema de relevancia, y los países que así lo entiendan serán los más exitosos, ya que contarán con ciudadanos creativos, adaptables y habilidosos.

Para ese escenario la integración de las TIC en los procesos educativos de todos los niveles se ha convertido en un factor inminente, con el fin de incorporarlas a los procesos formativos y abonar al desarrollo de ciudadanos más preparados y con mejores competencias, entre ellas las científicas.

Para integrar las TIC en los procesos educativos es imprescindible desarrollar propuestas que tomen en cuenta los marcos teóricos existentes, los conocimientos generados para la integración y desarrollo de las TIC en los procesos educativos y las adaptaciones de las tecnologías a los entornos nacionales. Tomando en cuenta los factores mencionados para los diseños de modelos tecno-pedagógicos se podrá contribuir a tener estudiantes con conocimientos científicos sólidos que en el futuro les permita ser capaces de desarrollar tecnología, innovación y desarrollo económico en su vida laboral futura y de esa forma contribuir al desarrollo de la sociedad y del país.

1.3 Pregunta general de la investigación

¿De qué manera contribuye la aplicación de un modelo tecno-pedagógico en la enseñanza de las ciencias para el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes de educación secundaria del estado de Tlaxcala?

1.4 Preguntas específicas del proyecto de investigación

¿De qué manera se enseñan ciencias de forma significativa en la educación básica?

¿Cuáles son las competencias en ciencias que los alumnos de secundaria en nuestro país deben desarrollar?

¿Qué procesos cognitivos de los estudiantes se desarrollan con las TIC como mediadoras en el aprendizaje?

1.5 Objetivos

Emplear las TIC en el marco del modelo tradicional de enseñanza implica desaprovechar su potencial de generar entornos de aprendizaje significativos, además de que resulta difícil de justificar la inversión en infraestructura tecnológica en las escuelas.

Con el objetivo de que las TIC contribuyan a mejorar los sistemas educativos, la oficina regional de educación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación (UNESCO) para América Latina y El Caribe ha identificado dos áreas de desarrollo prioritario:

- a) Nuevas prácticas educativas
- b) Medición de aprendizajes

En este tenor, se proponen los objetivos generales y particulares de este proyecto de investigación.

1.5.1 General

Evaluar la efectividad de un modelo tecno-pedagógico en la clase de ciencias, encaminado al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria en el estado de Tlaxcala.

1.5.2 Específicos

- Identificar los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias en el nivel de educación básica.
- Identificar las competencias en ciencias que los estudiantes de educación básica deben desarrollar.
- Determinar los procesos cognitivos de los estudiantes que se favorecen al utilizar TIC en los procesos educativos.
- Desarrollar un modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias en el nivel secundaria.

- Implementar un modelo tecno-pedagógico en la materia de ciencias de los estudiantes de secundaria.

1.6 Justificación

Un punto relevante que justifica el presente trabajo de investigación está contenido en el Programa Sectorial de Educación 2013 – 2018, que fue establecido a partir del Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, el cual contempló cinco metas nacionales: México en paz, México incluyente, México con educación de calidad, México próspero y México con responsabilidad global (SEP, 2013). Como parte de la meta denominada México con educación de calidad, la Secretaría de Educación Pública elaboró el Programa Sectorial de Educación (PSE) con el propósito de elevar la calidad de la educación con equidad. Dentro de sus objetivos, estrategias y líneas de acción se justifica este proyecto de investigación, particularmente en el objetivo tres, donde se lee: “Asegurar mayor cobertura, inclusión y equidad educativa entre todos los grupos de la población para la construcción de una sociedad más justa”, y en el objetivo seis, que propone: “Impulsar la educación científica y tecnológica como elemento indispensable para la transformación de México en una sociedad del conocimiento” (SEP, 2013, p. 111). Entiéndase a la sociedad del conocimiento como “aquella sociedad que tiene la capacidad para identificar, producir, tratar, tener, difundir y utilizar la información con vistas a crear y aplicar los conocimientos para el desarrollo humano. Además, engloba las nociones de pluralidad, integración, solidaridad y participación” (UNESCO, 2005, p. 244).

Para lograr transformar el país en los términos que la UNESCO denomina sociedades del conocimiento, la educación básica es fundamental, ya que constituye la base sólida para formar individuos con características y competencias que les permitirán desarrollarse en el ámbito cultural, social y económico.

En las sociedades modernas, como menciona Pantoja (2010), las TIC son una herramienta educativa sin precedentes, sus efectos las han convertido en uno de los agentes más eficaces del cambio social. Como menciona Martín Patino (citado por Pantoja, 2010) “por su transformación de los mercados, la industria, las administraciones públicas y la

sociedad misma, las TIC forman parte de nuestras estructuras económicas, sociales y culturales” (p. 225).

Las TIC inciden directa e indirectamente en casi todos los aspectos de nuestra vida. Su presencia se ha incrementado en diferentes ámbitos de la sociedad, el educativo no es la excepción. En el estado de Tlaxcala la dotación de tecnologías educativas en las escuelas secundarias generales es una realidad visible. El gobierno del estado se ha encargado de instalar las llamadas “aulas de medios”, que están compuestas por computadoras (alrededor de veinticinco), pantallas LED de 50 pulgadas, sonido, *software* de apoyo para las materias de inglés, matemáticas y ciencias, principalmente, además de enciclopedias digitales, para apoyar la labor educativa de los docentes frente a grupo. Todo esto con la encomienda de mejorar la calidad educativa y el rendimiento de los estudiantes de nivel secundaria.

1.7 Hipótesis

Sin subestimar la importancia de los diversos factores que puedan ser responsables del escaso impacto de las TIC en la educación, así como la necesidad de acciones coordinadas en diversos ámbitos asociados con el uso de estos medios (estrategias y planes institucionales, formación de los docentes, dotación de equipos, insumos, mantenimiento, conectividad, etc.), se considera que el diseño educativo es uno de los factores cruciales para una influencia más pertinente de las TIC en la educación secundaria.

La hipótesis del proyecto de investigación es de tipo comparativa:

Los estudiantes de secundarias generales del estado de Tlaxcala que reciben sus clases de ciencias bajo la dinámica de un modelo tecno-pedagógico, obtienen mejores puntajes en las evaluaciones que miden las competencias científicas, que los estudiantes que reciben su clase de ciencias de forma tradicional.

$$H_0 = \text{Competencias científicas} \leq \text{Al aplicar un } \textit{modelo tecno - pedagógico}$$

$$H_1 = \text{Competencias científicas} > \text{Al aplicar un } \textit{modelo tecno - pedagógico}$$

1.8 Límites de la investigación

Este proyecto se probó en el departamento de secundarias generales del estado de Tlaxcala, como una propuesta para la implementación de un modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias.

Es importante subrayar que el presente trabajo de investigación pone especial énfasis en el desarrollo de las competencias del área de ciencias, dejando a un lado otras disciplinas como Matemáticas, Comprensión lectora, etc.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

La utilización de las TIC en los procesos educativos debe estar acompañada de un análisis de las teorías, metodologías y modelos pedagógicos que sustentan su uso, para que a partir del binomio tecnología y pedagogía se contribuya a la generación de ambientes que propicien el aprendizaje.

En este capítulo se aborda la teoría de la cognición situada como una corriente del constructivismo que, por sus características, fundamenta la utilización de las TIC en la enseñanza de las ciencias y se revisan modelos tecno-pedagógicos relevantes que se toman como base para fundamentar y presentar el modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias de este proyecto.

2.1 La cognición situada como teoría que fundamenta la investigación

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. Por ejemplo, en México se vio reflejado en el acuerdo denominado “México: compromiso social por la calidad de la educación”, enmarcado en el Programa Nacional de Educación 2001-2006 y suscrito entre las autoridades federales y locales el 8 de agosto de 2002. Este plan tuvo como propósito la transformación del sistema educativo nacional en el contexto económico, político y social, mediante una dinámica de calidad. Este permitía a los estudiantes de educación básica “alcanzar los más altos estándares de aprendizaje, a través de los enfoques centrados en el aprendizaje y en la enseñanza que inciden en que el alumno aprenda a aprender, aprenda para la vida y a lo largo de toda la vida” (SEP, 2011, p. 16). Estos enfoques se basan en el paradigma constructivista en donde el individuo es parte activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que racionaliza e interioriza lo aprendido para que posteriormente incluso lo cuestione y lo mejore en la medida de sus circunstancias y contextos. En este mismo sentido, se menciona que el constructivismo:

Básicamente puede decirse que es la idea que mantiene que el individuo —tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos— no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una *construcción* del ser humano. ¿Con qué instrumentos realiza la persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir, con lo que ya construyó en su relación con el medio que le rodea. (Carretero, 2001, p. 41)

En referencia a la inclusión de TIC en los sistemas educativos, existe una prevaleciente coincidencia entre diversos autores (Area, 2011; Carneiro, 2009; Coll, 2004; Coll, 2009; Da Cruz, 2009; Díaz, 2005; Díaz, 2013; Díaz, 2014; Díaz y Hernández, 2010; Escontrela y Stojanovic, 2004; Martín, 2006; Martín, 2009) 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 esta, 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.

Por su parte, Díaz y Hernández (2010) integran tres de los principales enfoques constructivistas que repercuten en el campo educativo: “La psicología genética piagetiana; las teorías cognitivas, en especial la ausubeliana que postula el aprendizaje significativo; y la sociocultural de inspiración vigotskyana” (p. 25).

Para Cesar Coll (citado por Díaz y Hernández, 2010), la finalidad de la educación es promover procesos de crecimiento en los alumnos en el marco cultural del grupo al que pertenecen. Estos aprendizajes no se darían de manera exitosa si no se proporciona ayuda específica a través de la participación de los alumnos en actividades intencionadas, planificadas y sistemáticas que logren proporcionar actividades mentales constructivas. Así, para Díaz y Hernández (2010) la construcción del conocimiento escolar puede analizarse desde dos vertientes:

1. Los procesos psicológicos implicados en el aprendizaje.
2. Los mecanismos de influencia educativa para promover, guiar y orientar el aprendizaje (p. 26).

Otros autores como: Ausubel, Novak y Hanesian, 1983; Novak y Gowin, 1988 (citados por Díaz y Hernández, 2010), han postulado que con el aprendizaje significativo el alumno construye significado que enriquece su conocimiento del mundo físico y social.

Con respecto al aprendizaje significativo, desde la corriente ausubeliana se postula que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva. Ahí subyace su postura constructivista, ya que considera que el aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de la información, sino que el sujeto aprendiz es quien la transforma y estructura. De esta manera, una interpretación constructivista del aprendizaje significativo implica ir más allá de los procesos cognitivos de los alumnos y se introduce en temas del sentido del aprendizaje escolar. Así pues, hay que contemplar, además de los factores propuestos por Ausubel, otro conjunto de factores motivacionales, relacionales e incluso afectivos, cuyo papel es prioritario para la movilización de los conocimientos.

Al respecto, Díaz y Hernández (2010) afirman que para que el aprendizaje sea realmente significativo existe una condición:

Que la nueva información se relacione de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe, en función de su disposición (motivación y actitud) por aprender, y de la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje (p. 31).

Ante estas implicaciones y la consecuente importancia del socio constructivismo en la educación, se ha llegado a revalorar al aprendizaje en su papel de actividad social y no solo como acto de cognición. Así, se destaca la perspectiva denominada cognición situada, que establece la importancia de la actividad social y del contexto en el proceso de aprendizaje.

Algunos teóricos de la cognición situada, como Brown, Collins y Duguid (citados por Díaz y Hernández, 2010), mencionan que:

En la cognición situada se reconoce que el aprendizaje escolar consiste en buena medida en un proceso de aculturación, donde los alumnos pasan a formar parte de una comunidad o cultura de aprendices y practicantes de determinados saberes que se consideran relevantes en dicha comunidad. Una comunidad de práctica está formada por personas, con metas y propósitos compartidos, involucradas en un proceso de aprendizaje compartido, que participan en un dominio de actividad humana determinado (p. 35).

Así pues, la premisa central que se postula es que el conocimiento es situado, es parte y producto de la actividad, del contexto y de la cultura en la que se desarrolla y utiliza.

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. Un ejemplo de esto es el enfoque instruccional, figura 1, propuesto por Derry, Levin y Shauble.

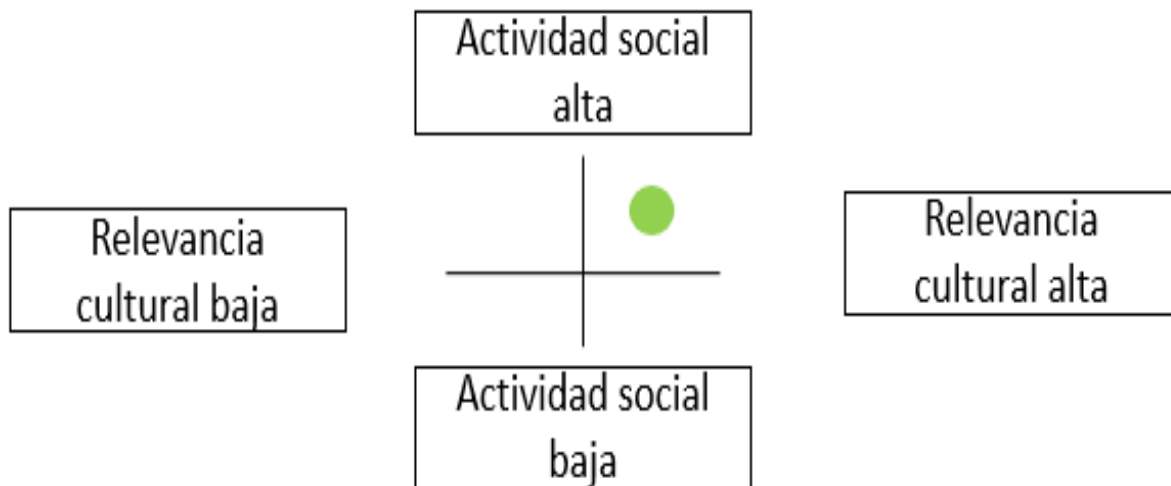


Figura 1. Enfoque instruccional propuesto por Derry, Levin y Shauble.

Fuente: Díaz Barriga Arceo, F. (2003, p. 5)

En donde la actividad social alta (interacción social entre los miembros de una comunidad de aprendizaje) y la relevancia cultural alta (significado que los estudiantes le dan al conocimiento), son los mejores escenarios desde la cognición situada para el aprendizaje significativo.

Desde esta perspectiva, el proceso de enseñanza debe orientarse a formar a los estudiantes mediante prácticas auténticas, significativas y relevantes en su cultura, con procesos de interacción social similares a los que ocurren en situaciones de la vida real. Es en estos principios que las TIC, por sus características, pueden brindar el tipo de actividades auténticas, significativas y relevantes que los estudiantes requieren.

Al respecto de las características de las TIC que abonan y se adecuan perfectamente al paradigma de la cognición situada, después de una revisión de los entornos de aprendizaje apoyados por TIC, Coll (citado por Díaz, 2005) plantea la potencialidad de dichas tecnologías en el diseño educativo. Además, el destaca “las características de interactividad, multimedia e hipertexto como las que más potencian a las TIC como instrumentos psicológicos mediadores de las relaciones entre los alumnos y los contenidos, mientras que la conectividad potencia las relaciones entre los actores” (p. 9).

Siguiendo con la premisa del abordaje sociocultural y situado, lo más importante es asegurar la contextualización del entorno de aprendizaje en cuanto este permita al estudiante interactuar en situaciones reales o auténticas, resolver problemas relevantes, aprender a tomar decisiones en situaciones que le plantean retos o conflicto de valores, es decir, adquirir los saberes y habilidades propios de la comunidad de práctica social o profesional a que pertenece o se pretende integrar. Con base en estos principios y teniendo en cuenta a las TIC en el desarrollo instruccional, Hung y Der-Thanq (citados por Díaz, 2005) proponen que el diseño se sustente en cuatro dimensiones:

Contextualización: se fomenta mediante actividades situadas, como tareas y proyectos auténticos, basados en necesidades y demandas reales, teniendo en cuenta el conocimiento explícito e implícito sobre el asunto en cuestión (creencias, normas del grupo).

Comunalidad: se fomenta en la medida en que hay intereses y problemas compartidos entre los integrantes de la comunidad, lo que permite el establecimiento de metas compartidas.

Interdependencia: ocurre en la medida en que los participantes varíen en el nivel de competencia o experiencia, es decir, si hay diferencias en conocimiento, habilidades, perspectivas, opiniones y necesidades, siempre y cuando se logren entablar relaciones de beneficio mutuo (por ejemplo, los novatos obtienen apoyo y respuestas de los expertos y estos ganan reputación en el campo, partiendo de la idea de que completar una tarea no será posible si se maneja de manera individual).

Infraestructura: implica la existencia de reglas o sistemas que promueven la motivación y participación, una serie de mecanismos de rendición de cuentas de los participantes y la disposición de estructuras de facilitación de la información y la interdependencia (Díaz, 2005, p. 11).

Con base en lo anterior, el diseño de entornos de aprendizaje basados en TIC, tanto presenciales como virtuales, apunta a sustentarse en la cognición situada. El modelo tecnopedagógico para la enseñanza de las ciencias que a continuación se presentará entrelaza las

características de las TIC ya mencionadas y el método empírico para la enseñanza de las ciencias, entrañando los principios de relevancia social y relevancia cultural que emanan del paradigma de la cognición situada.

2.2 Modelos que fundamentan la investigación

A continuación, se mencionan tres modelos tecno – pedagógicos que se consideraron relevantes, puesto que sus diseños y usos son congruentes con el paradigma de la cognición situada y sus principios de relevancia social y relevancia cultural. Esto cobra importancia si recordamos que la cognición situada es la teoría en la que se fundamenta la propuesta de modelo que se realiza para el presente proyecto de investigación y que como se analizó apunta a sustentar la inclusión de TIC en los procesos educativos.

2.2.1 Modelo TPACK

Un modelo muy bien probado para la inclusión de la tecnología en los procesos educativos es el modelo denominado Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido (*Technology, Pedagogy and Content Knowledge*, TPACK), presentado por Koehler y Mishra (2009). Este resulta de la intersección compleja de los tres tipos primarios de conocimiento: Contenido (CK), Pedagógico (PK) y Tecnológico (TK), y comprende los cuatro espacios de intersección que generan sus interrelaciones: Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK), Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK), Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK) y Conocimiento Técnico Pedagógico del Contenido (TPCK) (Koehler y Mishra, 2009).

De acuerdo con ellos, el profesor no solo debe tener conocimientos de los contenidos, sino también de pedagogía, es decir, cómo enseñar estos contenidos. Asimismo, debe desarrollar un criterio para elegir y utilizar las herramientas tecnológicas más adecuadas para los contenidos y la forma de enseñarlos.

Koehler y Mishra (2009) presentan el siguiente esquema de su modelo TPACK (ver figura 2), en el que conjugan conocimientos disciplinares, formas de enseñar estos conocimientos y herramientas tecnológicas adecuadas, que en su conjunto brindan oportunidades de aprendizaje a los estudiantes.

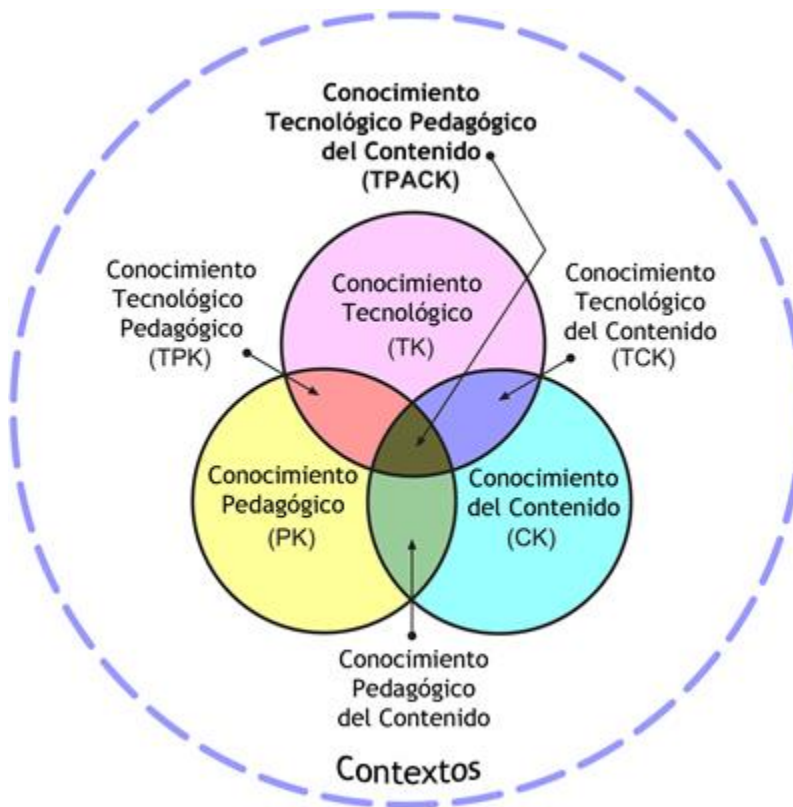


Figura 2. Modelo TPACK de Koehler y Mishra (2009)
Fuente: Adaptado de Koehler, M. J., y Mishra, P. (2009).

Además del anterior, otro modelo que integra tecnología en la educación para mejorar el aprendizaje de los estudiantes es el modelo de las tres fases de la tecnología educativa.

2.2.2 Modelo de las tres fases de la tecnología educativa.

Jon Leister (2008) describe tres fases para integrar la tecnología en la educación:

- Fase I: uso de la tecnología para la presentación de contenidos (el estudiante es receptor).
- Fase II: uso de la tecnología para acceder a la información y resolución de problemas (investigación basada en la Web, el estudiante tiene un rol activo).
- Fase III: uso de la tecnología para producir y compartir productos (el estudiante es creador), que son resultado y evidencia del aprendizaje realizado.



Figura 3. Modelo three phases of educational technology de
Fuente: Leister J. (2 julio 2008).

Leister explica que las fases pueden coexistir (ver figura 3) y que ninguna es autónoma, sino que se sirven de apoyo entre ellas.

Las fases presentadas por el autor llevan al estudiante desde un rol receptivo hasta un rol cada vez más activo, al grado de ser creador de sus propios contenidos, lo que le dará un aprendizaje más significativo. Estas fases requerirán de una adecuada metodología acorde al nivel y materia que se requiere impartir.

2.2.3 Modelo de enseñanza de las ciencias mediante el método empírico con la inclusión de tecnología

Desde la corriente del currículo en ciencias en secundaria, con énfasis en el método empírico, McFarlane y Sakellariou (2002) describieron la utilidad de las TIC para la enseñanza de ciencias en el siguiente modelo (figura 4).

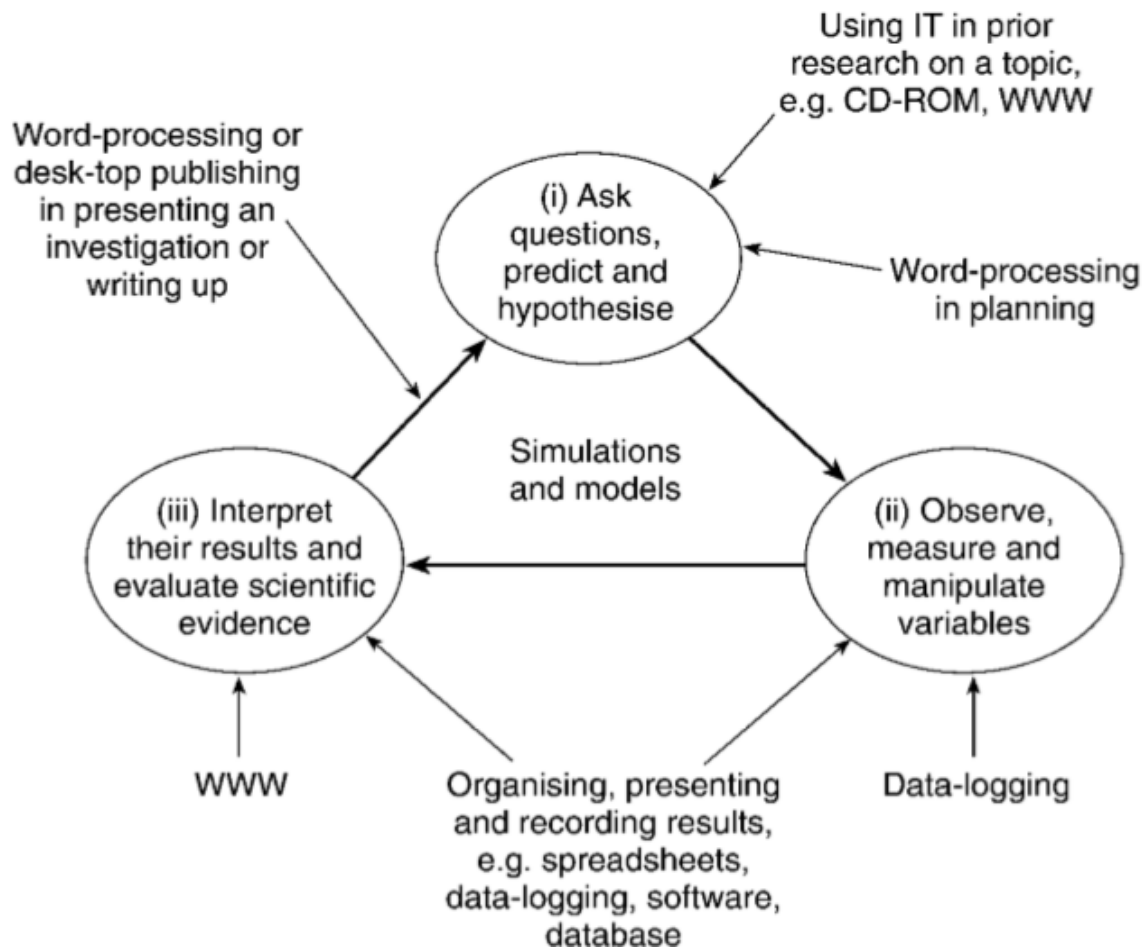


Figura 4. Modelo de enseñanza de las ciencias mediante el modelo empírico y con la inclusión de tecnología, de McFarlane y Sakellariou (2002).
Fuente: McFarlane, A., y Sakellariou, S. (2002, p. 221).

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.

Por ejemplo, McFarlane y Sakellariou (2002) proponen que un uso importante de las TIC es ser 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.

Algunos puntos importantes que los autores destacan para el uso de simulación en el aula son:

- El uso de una simulación debe ser evaluada en su contexto.
- El profesor debe comprender y comunicar la naturaleza exacta de la simulación y asegurarse de que los alumnos poseen los conocimientos previos para realizarla.
- Los resultados deben ser evaluados con relación a los resultados esperados.
- El papel del profesor es vital.
- El conjunto de datos recabados puede ser más amplio.
- El uso de las TIC no es el problema, sino la forma como se utiliza.
- El uso de la simulación puede proporcionar un mejor apoyo para el desarrollo de la comprensión teórica más que práctica.

En referencia a las simulaciones, los autores mencionan que la elección de la tarea debe ser cuidadosamente adaptada a los objetivos de aprendizaje previstos, principalmente cuando estos están adaptados al desarrollo de la comprensión teórica o con aspectos de investigación y que no requieran de la manipulación.

En este mismo tenor, en este modelo se pretende que las TIC promuevan el razonamiento científico, dado que hoy más que nunca existe una gran cantidad de información disponible y es necesario que los estudiantes aprendan a evaluarla y utilizarla para construir conocimiento personal. Por ejemplo, necesitan distinguir declaraciones que pueden ser verdad (la edad del Sol es de 4 500 000 000 años), de hechos (la Tierra órbita alrededor del Sol), al mismo tiempo deben discernir el conocimiento producido por la pseudociencia (Astrología) del conocimiento producido por la ciencia (Astronomía).

Driver (citado por McFarlane y Sakellariou, 2002) enfatiza que no es suficiente que los estudiantes tengan presentes los conocimientos científicos, sino también es necesario que sepan cómo se llegaron a ellos. Consecuentemente es necesario concentrarse en la comprensión de la relación entre la evidencia, las conclusiones basadas en la evidencia y el enfoque racional del cálculo. A estas relaciones se les denominan razonamiento científico y las TIC son un excelente aliado para arribar a ello.

Finalmente, después de la revisión de los modelos TPACK, tres fases de la tecnología educativa y la enseñanza de las ciencias mediante el método empírico mediado por TIC, se concluye que las nuevas metodologías y modelos pedagógicos implican que la instrucción debe basarse en el uso de casos prácticos que proporcionen experiencias de aprendizaje ricas, diversas y contextualizadas.

Así, la tarea de los docentes y formadores es diseñar ambientes de aprendizaje que ayuden a los alumnos a aprender; por tanto, hay que procurar que el aprendizaje sea, como plantea Marcelo (2001):

Activo: los alumnos no pueden permanecer a la espera de que el conocimiento les venga dado, sino tienen que ser partícipes en la construcción del conocimiento y desarrollar habilidades como la capacidad de búsqueda, análisis y síntesis de la información.

Autónomo: se debería propiciar la capacidad de aprender en forma autónoma. Ello significa que no hay que ofrecerlo todo; es preciso que haya áreas de conocimiento que indaguen los propios alumnos.

Adaptado: a las posibilidades y necesidades de formación de diferentes alumnos.

Colaborativo: el alumno, además de adquirir conocimientos, tiene que desarrollar habilidades para relacionarse con los demás: saber escuchar, respetar a los demás, saber comunicar ideas, etc.

Constructivo: la nueva información se elabora y construye sobre la anterior, contribuyendo a que el alumno alcance un verdadero aprendizaje.

Orientado a metas: los objetivos de aprendizaje se hacen explícitos y el alumno tiene facilidad para elegir el camino que quiere seguir para alcanzar estas metas.

Diagnóstico: se inicia con un diagnóstico para conocer el punto de partida de los alumnos, de forma que se puedan ir haciendo evaluaciones y comprobar el progreso en su aprendizaje.

Reflexivo: se favorece la reflexión si los alumnos tienen la oportunidad de ir tomando conciencia sobre cómo aprenden, a fin de introducir mejoras en dichos procesos.

Centrado en problemas y casos: estrategias adecuadas para conseguir que el alumno se involucre en el proceso de enseñanza y aprendizaje, lo cual ofrece nuevas alternativas para transmitir y facilitar el conocimiento, así como mejorar la calidad de la formación. (Marcelo, 2001, p. 6-8).

Las propuestas de modelos, así como las teorías presentadas, constituyen la base del modelo que se quiere presentar en este trabajo de investigación, con una visión fundamentada en la cognición situada.

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

El modelo tecno-pedagógico en el que se basa este proyecto de investigación es una adaptación del propuesto por McFarlane y Sakellariou (2002), sin embargo, toma en cuenta los conceptos del modelo TPACK de una adecuada conjugación de los conocimientos disciplinares, formas de enseñar estos conocimientos y la utilización de herramientas tecnológicas.

Por otro lado, toma el enfoque del modelo de las tres fases de la tecnología educativa, que lleva al estudiante desde un rol perceptivo hasta un rol activo.

El citado modelo de McFarlane y Sakellariou “Enseñanza de las ciencias mediante el método empírico con la inclusión de tecnología” fue propuesto en su artículo denominado “El rol de las TIC en la educación en ciencias” publicado en la “Revista de Educación de Cambridge” en el año 2002 (ver figura 3), en el cual hacen referencia al proceso iterativo que

se puede utilizar para estructurar la experiencia de las ciencias en la escuela desde un enfoque del modelo empírico y con algunos ejemplos de utilización de las TIC.

Hay que recordar que el término *empírico* deriva del griego antiguo ἐμπειρία (experiencias), que a su vez deriva de ἐν (en) y πείρα (prueba), es decir, “en prueba”. Consecuentemente, los datos empíricos se obtienen de experimentos o pruebas tanto acertadas como erróneas.

El método empírico es un modelo de investigación científica, que se basa en la experimentación y la lógica que, junto a la observación de fenómenos y su análisis estadístico, es el más usado en el campo de las ciencias sociales y naturales. Según Tamayo (2004), en el método empírico se conjugan la inducción y la deducción. Generalmente este proceso se da en cinco etapas:

1. Percepción de una dificultad.
2. Identificación y definición de la dificultad.
3. Solución propuesta para el problema o hipótesis.
4. Deducción de las consecuencias de las soluciones propuestas.
5. Verificación de la hipótesis mediante la acción (p. 32).

La propuesta de modelo tecno-pedagógico del presente proyecto de investigación se puede ver en la figura 5.

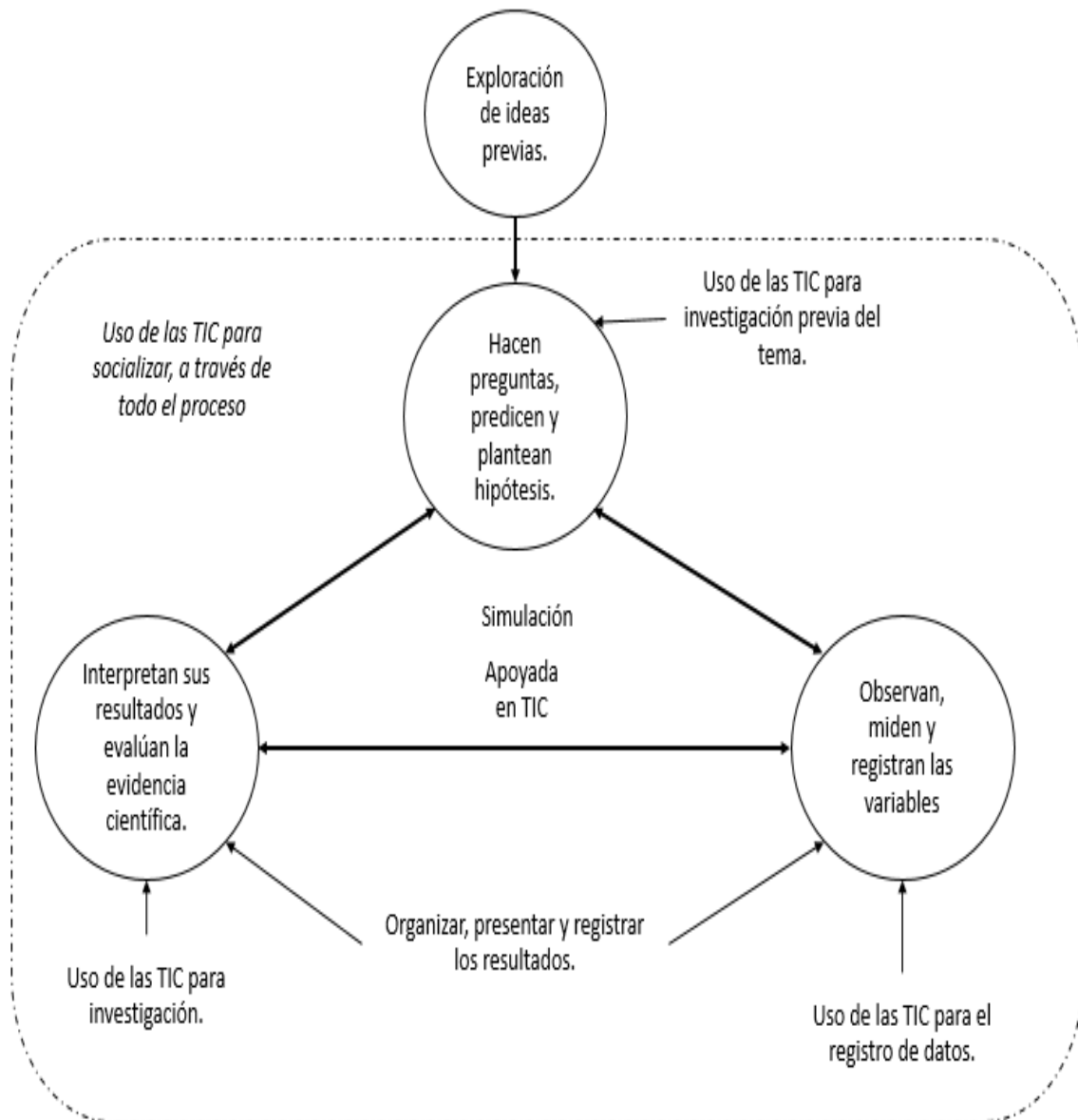


Figura 5. Propuesta de modelo, adaptado del presentado por McFarlane y Sakellariou (2002).

Fuente: elaboración propia.

Tal como se refleja en el modelo presentado, se han introducido los conceptos de actividad social y relevancia cultural, tomados de la teoría de la cognición situada.

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 (Díaz, 2005); 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.

Las diferencias antes mencionadas se pueden ver de forma ilustrada en la figura 6.

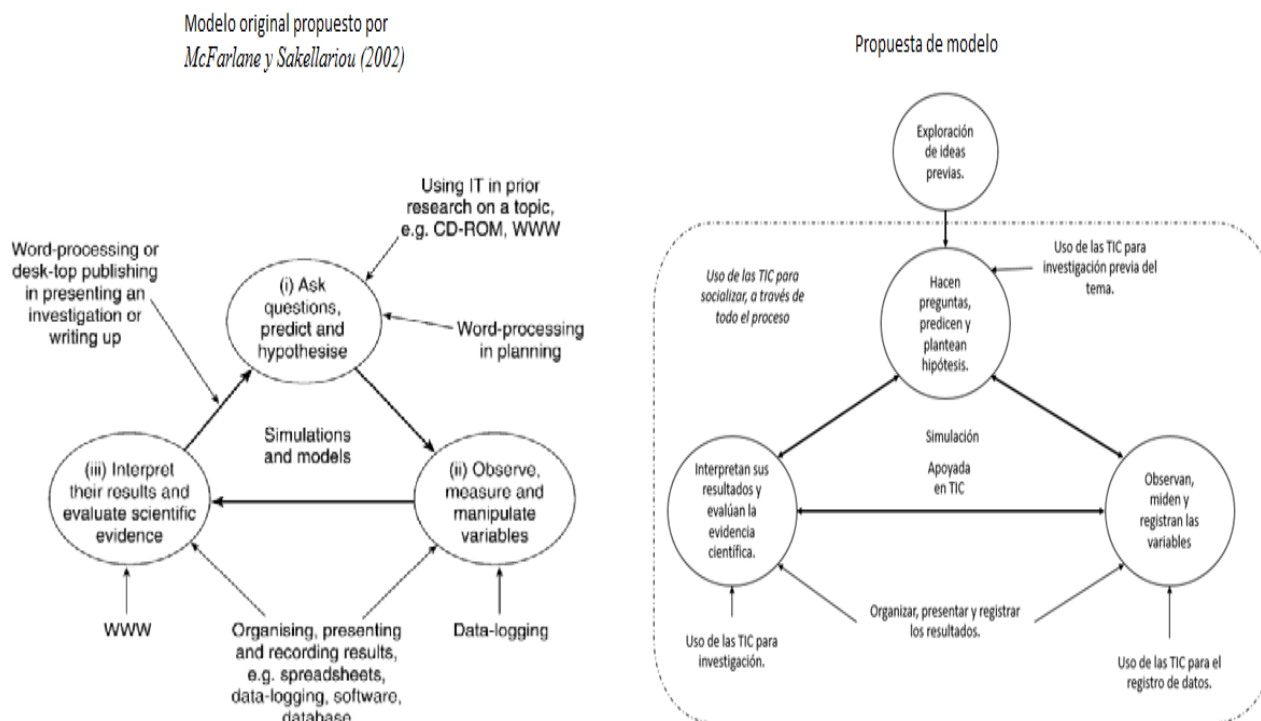


Figura 6. Diferencias entre modelo original y modelo propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el modelo propuesto mantiene la esencia de la enseñanza de las ciencias bajo el método empírico, pero con el apoyo de las TIC para reforzar los principios de relevancia social alta y relevancia cultural alta, como se mencionó arriba.

2.4 Articulación teórico-conceptual

Para dar fundamento a la inclusión de las TIC en la enseñanza de las ciencias, se tomó como base la teoría de la cognición situada, con sus principios de relevancia social y relevancia cultural para un aprendizaje significativo, para poder cumplir los mencionados principios, las TIC por sus características juegan un rol fundamental.

La búsqueda de una adecuada articulación de las TIC en los procesos educativos, aparte de la teoría que se tomó como fundamento teórico, también llevó a resaltar los aportes

de tres modelos tecno – pedagógicos: TPACK, tres fases de la tecnología educativa y enseñanza de las ciencias mediante el método empírico con la inclusión de tecnología.

De la mencionada teoría y los modelos tecno – pedagógicos, así como también la consideración de los conceptos del método empírico para la enseñanza de las ciencias, se llegó a la propuesta del modelo tecno-pedagógico, con el cual se pretende que los estudiantes de secundaria mejoren sus competencias científicas básicas.

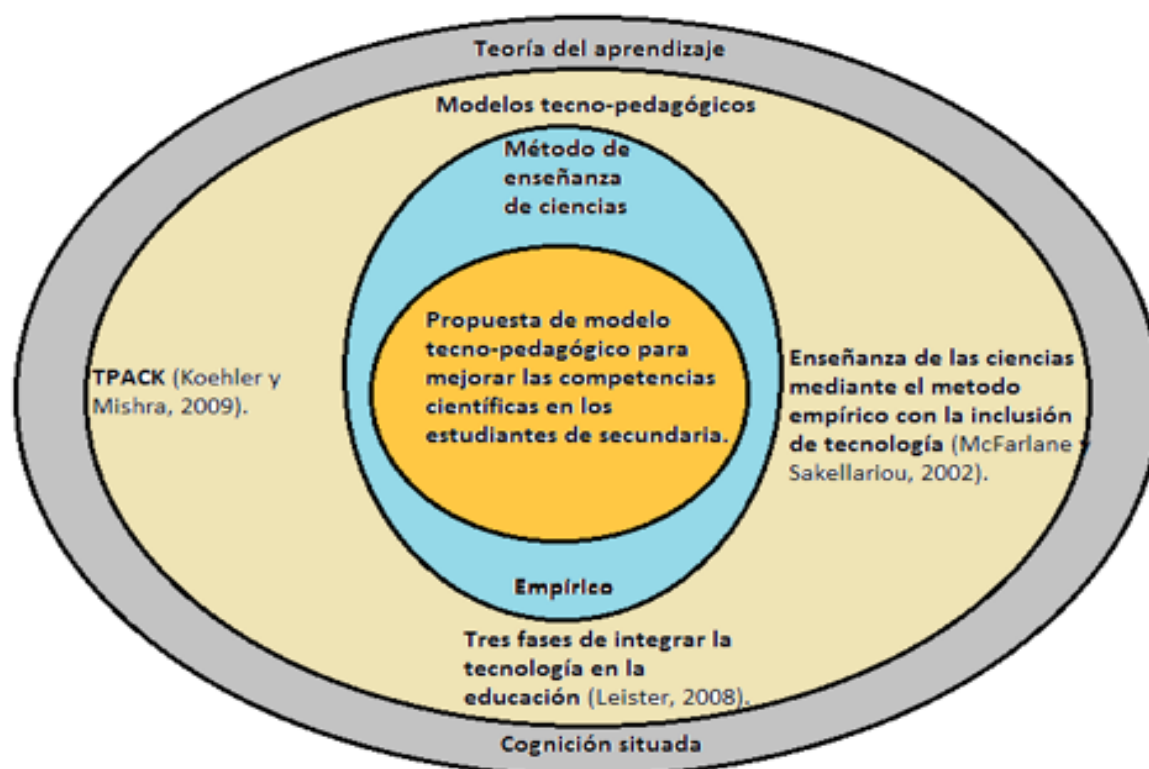


Figura 7. Articulación teórica conceptual.

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Definiciones conceptuales de las variables

En el presente trabajo de investigación se distinguen e intervienen las siguientes variables: la independiente, que se trata del modelo tecno-pedagógico, y la dependiente, que son las competencias en ciencias de los estudiantes de secundaria.

Respecto a la fundamentación del concepto de competencias, de donde parte nuestra variable dependiente, es necesario remontarse al origen pedagógico del modelo educativo por competencias, que surge con el empuje ideológico de la globalización, el cual se empeñó

en homogenizar y estandarizar al individuo (Brunner, 2000). Posteriormente, los procesos educativos fueron modificando este concepto reduccionista, dándole una visión más humana, específicamente con las aportaciones de Jacques Delors (1996) y Edgar Morín (1999). En el caso de Delors, con su propuesta a la UNESCO para elevar la calidad educativa en su escrito “La educación encierra un tesoro”, propone cuatro pilares: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser, que contribuyen a una formación integral de los estudiantes. Para Delors (1996) hablar de calidad es hacerlo desde una perspectiva de desarrollo en todos los sentidos, no solo desde el estándar o la homogeneidad del desempeño; es situar al hombre como eje fundamental de su propio porvenir. Por su parte, Edgar Morín propuso a la UNESCO un pensamiento reflexivo en una prospectiva sobre la educación, en su trabajo denominado “Los siete saberes necesarios para la educación del futuro”, donde habla sobre cómo educar para un futuro sostenible.

Así, el concepto “competencias” se constituye como un enfoque educativo con una visión sobre la formación integral del ser humano, donde conocimiento, habilidades, destrezas, actitudes y valores se conjugan para hacer un todo.

Existen diversas definiciones de este concepto, propuestas por distintos organismos y estudiosos. Según la SEP (2015), una competencia es:

El desempeño que resulta de la movilización de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, así como de sus capacidades y experiencias, que realiza un individuo en un contexto específico, para resolver un problema o situación que se le presente en los distintos ámbitos de su vivir (párr. 9).

Aquí se enfatiza que una competencia se refiere al desempeño para resolver una situación en específico en un contexto dado a partir de la combinación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Otra definición de competencia es la que hace la OCDE (2010), de acuerdo con el proyecto “Definición y Selección de Competencias” (DeSeCo), donde se menciona que “una competencia es más que conocimientos y destrezas. Involucra la habilidad de enfrentar

demandas complejas, apoyándose en y movilizando recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular” (p. 3).

Esta definición enmarca de nueva cuenta la capacidad para responder a alguna tarea o actividad. Algunos otros autores clave en el tema de las competencias, como Tobón (2006), la definen como “procesos complejos de desempeño con idoneidad en un determinado contexto, con responsabilidad” (p. 5). El autor de esta definición realza los conceptos *procesos complejos* y *desempeños idóneos*. Podríamos dar un sinnúmero de definiciones de competencia, pero las condensaremos en la noción de que una competencia es la capacidad que tienen las personas para responder de forma efectiva, mediante la utilización de habilidades, conocimientos, actitudes y valores, a diversas situaciones que se presentan en los diversos ámbitos de la vida.

Por otra parte, la competencia científica ha sido definida por diversos organismos internacionales, entre los que destaca la definición que realiza la OCDE, que dice lo siguiente sobre ella:

los conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Asimismo, comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia como un ciudadano reflexivo (OCDE, 2006, p. 13).

La OCDE evalúa la competencia científica desde tres dimensiones:

- I. Los conceptos y contenidos científicos.
- II. Los procesos o destrezas científicas.
- III. El contexto en el que se aplica el conocimiento científico.

Cabe mencionar que la competencia de “Los procesos o destrezas científicas” se refiere a los procesos mentales implicados en la resolución de problemas científicos, esto implica la aplicación de conceptos y contenidos científicos en contextos definidos.

PISA (Programa Internacional de Evaluación de Alumnos) identifica cinco procesos científicos que se organizan en tres competencias científicas:

- I. Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos.
- II. Comprensión de la investigación científica.
- III. Interpretación de evidencias y conclusiones científicas.

Por su parte, la Secretaría de Educación Pública (SEP), en su programa de estudios vigente del año 2011, menciona que las competencias guardan estrecha relación con los propósitos y aprendizajes esperados, además de que contribuyen a la consolidación del logro del perfil de egreso de los estudiantes de secundaria. En el ramo científico, la SEP identifica tres competencias para este nivel de estudios, que son:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. Implica que los alumnos adquieran conocimientos, habilidades y actitudes que les permitan comprender mejor los fenómenos naturales y relacionar estos aprendizajes con la vida cotidiana, de manera que entiendan que la ciencia es capaz de responder sus preguntas y explicar fenómenos naturales cotidianos relacionados con la vida, los materiales, las interacciones, el ambiente y la salud.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención. Supone que los alumnos participen en acciones que promuevan el consumo responsable de los componentes naturales del ambiente y colaboren de manera informada en la promoción de la salud, con base en la autoestima y el conocimiento del funcionamiento integral del cuerpo humano.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos. Implica que los alumnos reconozcan y

valoren la construcción y el desarrollo de la ciencia y, de esta manera, se apropien de su visión contemporánea, entendida como un proceso social en constante actualización, con impactos positivos y negativos, que toma como punto de contraste otras perspectivas explicativas, y cuyos resultados son aprovechados según la cultura y las necesidades de la sociedad. (SEP, 2011, p. 22)

En similar línea, autores como Pedrinaci (2006) han definido a la competencia científica como “Un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico” con el fin de:

- I. Describir, explicar y predecir fenómenos naturales.
- II. Comprender los rasgos característicos de la ciencia.
- III. Documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él.
- IV. Formular e investigar problemas e hipótesis.

Tal como se puede advertir, a pesar de las diferencias en las definiciones de competencia científica, todas buscan favorecer la toma de decisiones en contextos específicos a partir de procesos científicos.

En cuanto a las otras variables intervinientes, como se expuso anteriormente, la variable independiente de este proyecto es el modelo tecno-pedagógico. Un primer acercamiento a la definición de esta variable se toma de Coll, Onrubia y Mauri (2007), que describen un modelo tecno-pedagógico como:

Un conjunto de contenidos, objetivos y actividades de enseñanza y aprendizaje, así como orientaciones y sugerencias sobre la manera de llevarlas a cabo; una oferta de herramientas tecnológicas; y una serie de sugerencias y orientaciones sobre cómo utilizar estas herramientas en el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje, (p. 381).

Autores como Onrubia (2005) proponen una definición más sencilla que indica que un modelo tecno-pedagógico es aquel que “incorpora a las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje” (p. 2).

Si bien las definiciones son variadas, todas apuntan a la creación de ambientes de aprendizaje apoyados por las TIC. Méndez (2012) sostiene que un modelo tecno- pedagógico es “aquel que propicia entornos educativos que amplían considerablemente las posibilidades de los alumnos para la transmisión de conocimientos y desarrollo de destrezas, habilidades y actitudes” (p. 201).

Una última definición, que se da como un aporte propio del presente trabajo de investigación, propone que un modelo tecno-pedagógico es una manera definida de hacer las cosas para propiciar el aprendizaje escolar, en el que se incluyen herramientas TIC que propician ambientes educativos de construcción del conocimiento.

CAPÍTULO 3. DISEÑO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se describe el enfoque metodológico y el diseño de la investigación, se delimita la población del proyecto y se explica a detalle la técnica utilizada para la selección de la muestra participante. Posteriormente, se habla de las técnicas e instrumentos seleccionados para recoger los datos de los informantes, así como del rigor metodológico para dar fiabilidad a estos. Finalmente, se explica cómo se realizó el procesamiento de los datos obtenidos y la selección de la técnica estadística para inferir resultados y llegar a comprobar la hipótesis propuesta.

3.1 Método de investigación

Con el fin de comprobar la hipótesis planteada en el presente trabajo de investigación, así como dar respuesta a la pregunta de investigación, se trabaja con un enfoque mixto, con énfasis en la parte cuantitativa. La meta que se fija al emplear un enfoque mixto es combinar las potencialidades de ambos paradigmas para fortalecer la investigación y tener un panorama más amplio de nuestro objeto de estudio, como menciona Monje (2011) “A pesar de que cada opción metodológica se sustenta en supuestos diferentes y tiene sus reglas y formas básicas de acción, establecidas y compartidas por la propia comunidad científica, no son métodos excluyentes, se complementan” (p. 10).

Al mismo tiempo un enfoque mixto lo define Hernández, Fernández y Baptista (2010), como aquel que:

...representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación que implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 546).

En cuanto al concepto de diseño de investigación, Arias (1999) lo define como la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado. En el caso del enfoque mixto, Hernández *et al.*, (2010) añaden que “cada estudio mixto implica un trabajo único y un diseño propio, resultando una tarea artesanal; sin embargo, sí podemos identificar

modelos generales que combinan los métodos cuantitativo y cualitativo, y que guían la construcción y el desarrollo del diseño particular” (p. 558).

Para el presente trabajo de investigación, se trabajó con un diseño anidado concurrente de modelo dominante (DIAC), que se da cuando:

... un método predominante guía el proyecto (pudiendo ser este cuantitativo o cualitativo). El método que posee menor prioridad es anidado o insertado dentro del que se considera central. Tal incrustación puede significar que el método secundario responda a diferentes preguntas de investigación respecto al método primario. (Hernández et al., 2010, p. 572)

En este diseño metodológico, que se puede observar en la figura 8, ambas bases de datos, cualitativas y cuantitativas, pueden proporcionar distintas visiones del problema. En este caso, la parte cuantitativa, que tiene mayor énfasis, mide las competencias en ciencias de los estudiantes, información que es complementada con la parte cualitativa, que explora las vivencias de los participantes durante los tratamientos mediante entrevistas a profesores, encuestas a estudiantes y bitácoras de observación en clase.

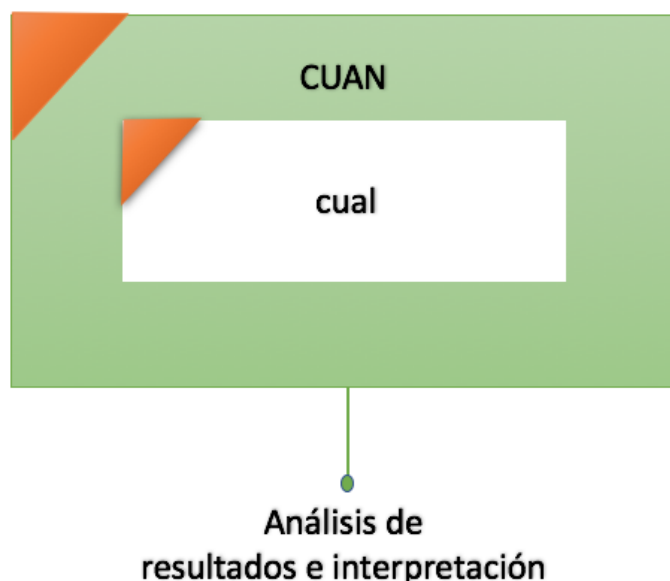


Figura 8. Diseños anidados concurrentes de modelo dominante.

Fuente: Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010, p. 571).

Específicamente la parte cuantitativa se trabajó con un diseño cuasi-experimental de pre-prueba, pos-prueba y grupo de control, que, de acuerdo a Hernández *et al.*, (2010), consiste en que:

Los diseños cuasi-experimentales manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difieren de los experimentos “puros” en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi-experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento) (p. 148).

La figura 9, a continuación, ilustra el diseño cuasi experimental para la parte cuantitativa de pre-prueba, pos-prueba y grupo de control.

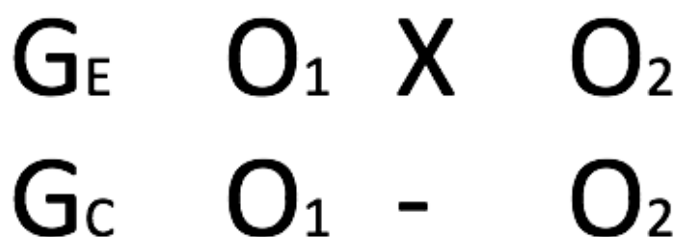


Figura 9. Diseño de pre-prueba, pos-prueba y grupo de control.
Fuente: elaboración propia.

Donde:

G_E = Grupo de sujetos experimental.

G_C = Grupo de sujetos de control.

O₁ = Medición de los sujetos (pre-prueba).

O₂ = Medición de los sujetos (pos-prueba).

X = Tratamiento, estímulo o condición experimental.

- = Ausencia de estímulo, indica que se trata de un grupo de control.

La parte cualitativa, que como se ha mencionado y según el diseño elegido, complementa a la parte cuantitativa, se realizó mediante el análisis de contenido que, según Monje (2011), “Es un método para manejar material narrativo cualitativo, pero también un procedimiento que permite la cuantificación. En términos generales es una técnica de investigación para el análisis sistemático del contenido de una comunicación, bien sea oral o escrita” (p. 119). El material que se analizó cualitativamente son las entrevistas a los profesores que guiaron los grupos y los cuestionarios a los estudiantes, todos ellos en los grupos experimentales, que fueron sometidos al modelo tecno-pedagógico propuesto en este proyecto de investigación.

3.1.1 Población

Para determinar la población del estudio es necesario referirse al título de éste, “Aplicación de un modelo tecno–pedagógico para el desarrollo de competencias en ciencias: Una perspectiva en la educación secundaria del estado de Tlaxcala” y por otro lado hacer referencia al término *población*, que según Mendenhall, Beaver y Beaver (2010) se define como la totalidad de elementos, personas o cosas que tienen una o varias características o atributos comunes. Selltiz (citado en Hernández *et al.*, 2010) afirma que “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p. 174). Por su parte, Morles (1994) explica que una población “se refiere al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan: a los elementos o unidades (personas, instituciones o cosas) involucradas en la investigación (p. 17).

De acuerdo con lo anterior, la población del presente estudio son los estudiantes de secundarias generales del estado de Tlaxcala, que según datos de la Unidad de Servicios Educativos del Estado de Tlaxcala (2016), lo constituyen estudiantes de 44 secundarias generales divididas en 8 zonas escolares, al mismo tiempo la zona escolar 08, región Huamantla, la conforman 5 secundarias generales, (ver tabla 1).

Tabla 1:
Secundarias generales de la zona 08, región Huamantla.

Secundaria General	Municipio
“12 de octubre”	Atlzayanca, Tlaxcala
“Raíz y compromiso”	Cuapiaxtla, Tlaxcala
“Justo Sierra”	Huamantla, Tlaxcala
“Moisés Sáenz”	Huamantla, Tlaxcala
“Lázaro Cárdenas”	Ixtenco, Tlaxcala

Fuente: elaboración propia con datos de la USET (2014).

Como se trata de un número considerable de secundarias alrededor del estado de Tlaxcala y de la zona 08, región Huamantla, se eligió una muestra para efectuar el diseño experimental.

3.1.2 La muestra

Monje (2011) define a la muestra como “un conjunto de objetos y sujetos procedentes de una población; es decir un subgrupo de la población” (p. 124), (ver figura 10). De acuerdo con Mendenhall, Beaver y Beaver (2010) se espera que la muestra sea representativa del conjunto mayor llamado “la población”. Una última definición da Morles (1994), quien la conceptualiza como un "subconjunto representativo de un universo o población" (p. 54).

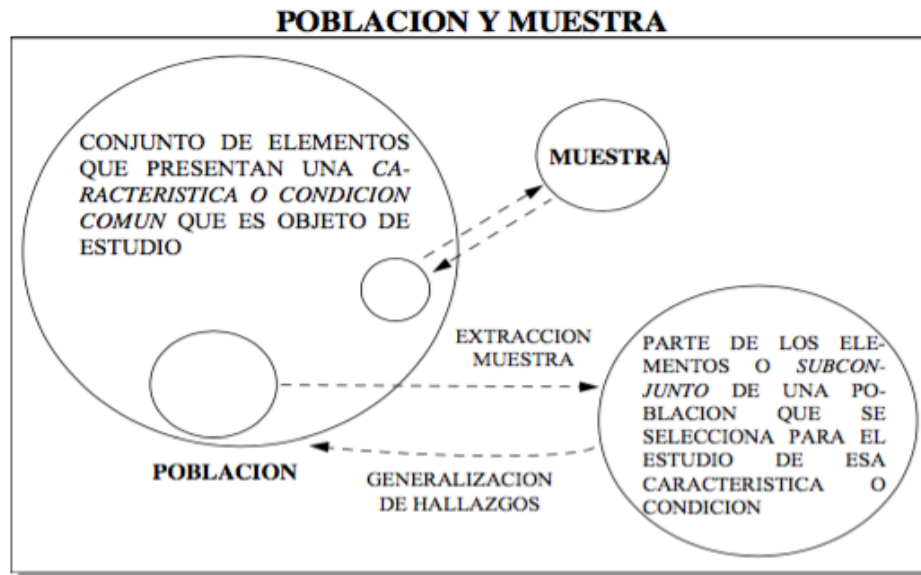


Figura 10. Población y muestra.
Fuente: Monje Álvarez, C. A. (2011, p. 124).

La muestra del proyecto de investigación es una mezcla de muestreo probabilístico y no probabilístico, entendiendo por muestreo probabilístico aquel en que “los elementos tienen la misma probabilidad de ser escogidos, se hace una selección al azar o aleatoria de los elementos o unidades de muestreo” (Monje, 2011, p. 125). Se entiende como las no probabilísticas, según el mismo autor, aquellas donde “la selección no depende del azar, los elementos se eligen de acuerdo a unas características definidas por el investigador o la investigación, es decir depende de decisiones de personas por lo tanto suelen estar sesgadas” (p.125). Para Hernández *et al.*, (2010), la muestra probabilística ocurre cuando “todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, por medio de una selección aleatoria de las unidades de análisis” (p. 176). Mientras que el muestreo no probabilístico, para los mismos autores, se da cuando:

la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores. (Hernández *et al.*, 2010, p. 176)

De acuerdo con lo anterior, utilizando un muestreo no probabilístico, específicamente el denominado muestreo por conveniencia, que según Monje (2011) es una muestra que se selecciona de acuerdo a la intención del investigador, se decide trabajar con tres secundarias generales de la zona 08 (ver figura 11): la Secundaria General *12 de Octubre* del municipio de Atzayanca, la Secundaria General *Lázaro Cárdenas* del municipio de Ixtenco y la Secundaria General *Raíz y Compromiso* del municipio de Cuapiaxtla; todas ellas del estado de Tlaxcala, además se decide trabajar solo con estudiantes de tercer año.

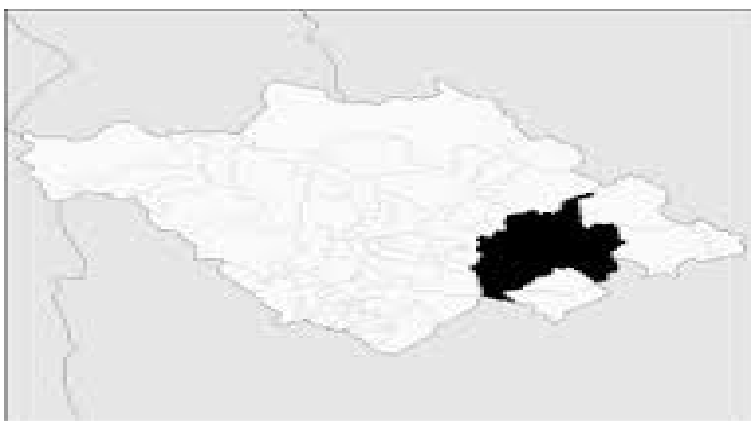


Figura 11. Zona escolar 08 de secundarias generales del estado de Tlaxcala.
Fuente: SEP (2006).

La primera decisión referente a la selección de escuelas responde básicamente al permiso de las autoridades educativas del sistema de secundarias generales, específicamente al jefe de departamento y al supervisor de la zona escolar 08 y, por otro lado, a la logística de cercanía entre las escuelas, que permite traslados más cortos para el trabajo de campo y las observaciones a los grupos experimentales.

En segundo lugar, en referencia a la decisión de trabajar con estudiantes que cursan el tercer grado de secundaria, responde a la selección de la prueba PISA como instrumento utilizado para medir el nivel de competencias en ciencias de los estudiantes, ya que este instrumento fue diseñado para alumnos de 15 años, que es la edad en que se encuentra la mayoría de los estudiantes de tercer grado.

Una vez elegidas las secundarias y los grados, se recurre a seleccionar a los profesores y grupos mediante un muestreo probabilístico, específicamente el muestreo aleatorio simple,

que según Monje (2011) es aquel en que solo el azar decide, utilizando la aleatoriedad para seleccionar a los elementos que conformaran la prueba, así que, de los posibles grupos y profesores en cada escuela, la muestra se conforma de la siguiente manera (ver tabla 2).

Tabla 2:
Grupos de control y experimentales, participantes en el trabajo de investigación.

Secundarias	Grupos Experimental	Grupos Control
Atlzayanca	3º “C” Profa. Xóchitl ...	3ro. “A” Prof. Diego ...
Cuapiaxtla	3º “D” Profa. Leticia ...	3ro. “C” Profa. Norma ...
Ixtenco	3º “C” Profa. Xóchiquetzali ...	3ro. “D” Prof. Antonio ...

Fuente: elaboración propia.

Una vez seleccionada la muestra, se describen las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados durante el trabajo de campo de la presente investigación.

3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo mediante la utilización de diversas técnicas e instrumentos, los cuales fueron seleccionados para atender el enfoque mixto bajo el que se aborda este estudio. Antes de mencionar la técnica e instrumentos seleccionados, enunciamos la definición de técnica que ofrece Monje (2011):

...hace referencia al medio o camino a través del cual se establece la relación entre el investigador y el consultado para la recolección de datos y el logro de los objetivos de su estudio como es el caso de la entrevista, la observación y el cuestionario (p. 133).

Por otra parte, el instrumento para Monje (2011) es “el mecanismo que utiliza el investigador para recolectar y registrar la información, tal es el caso de los formularios, las pruebas psicológicas, las escalas de opinión y de actitudes, las listas u hojas de control y otros” (p. 133).

Para el abordaje cualitativo, se trabaja con las técnicas de entrevista a profundidad a los profesores y cuestionario a los estudiantes, por medio de instrumentos tales como: guía de preguntas y cuestionarios de preguntas abiertas, respectivamente, para cada técnica seleccionada.

Campoy y Gomes (2009) definen la entrevista estructurada como “una interacción entre dos personas, planificada y que obedece a un objetivo, en la que el entrevistado da su opinión sobre un asunto y, el entrevistador, recoge e interpreta esa visión particular” (p. 288). Para Monje (2011), la entrevista es:

...un método diseñado para obtener respuestas verbales a situaciones directas o telefónicas, entre el entrevistador y el encuestado. Una entrevista estructurada es la que emplea un cuestionario (o guion de entrevista) con el objeto de asegurarse de que a todos los encuestados se les hacen las preguntas de manera estandarizada, esto es, de igual modo y en el mismo orden (p. 134).

Siguiendo con la parte cualitativa, también se emplea un cuestionario que para Monje (2011) se definen como el método que “resulta adecuado para estudiar cualquier hecho o característica que las personas estén dispuestas a informar” (p. 134).

La parte cuantitativa del trabajo de investigación se abordará con una prueba, a la cual Hernández *et al.*, (2010) denominan prueba estandarizada, insinuando que “estas pruebas o inventarios miden variables específicas, como la inteligencia, la personalidad en general, el razonamiento matemático...” (p. 261). En nuestro caso, el instrumento utilizado son reactivos liberados de la sección de ciencias de la prueba PISA de los años 2000, 2003 y 2006 ([ver apéndice A](#)) para medir la competencia en ciencias.

3.3 Rigor metodológico y fiabilidad de los instrumentos

Una vez diseñado el plan metodológico y delimitada la población muestra, así como las técnicas y los instrumentos para la recolección de los datos del proyecto de investigación. A continuación, se explicará la confiabilidad y validez de los instrumentos de la parte

cuantitativa y la dependencia, credibilidad y transferencia de la parte cualitativa, todo con la finalidad de asegurar la validez y confiabilidad de los resultados.

3.3.1 Confiabilidad y validez de instrumentos cuantitativos

La elaboración de instrumentos de recolección de datos exige que dicho instrumento cumpla con la función para la cual ha sido diseñada, al respecto Monje (2009), menciona que todos los instrumentos deben de reunir dos cualidades importantes: la confiabilidad y la validez.

Al respecto de la confiabilidad el mismo autor menciona que:

... se refiere a la capacidad del instrumento para arrojar datos o mediciones que correspondan a la realidad que se pretende conocer, es decir, la exactitud de la medición, así como a la consistencia o estabilidad de la medición en diferentes momentos. A mayor confiabilidad de un instrumento, menor cantidad de errores presente en los puntajes obtenidos (p. 165).

Por su parte, la validez “se refiere al grado en que un instrumento mide lo que se pretende medir” (Monje, 2009, p.165).

Para otros autores como Hernández *et al.*, (2010) toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad. Refiriéndose a la confiabilidad de un instrumento como “al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p. 200), y a la validez como “al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p. 201).

El instrumento elegido en la parte cuantitativa del proyecto de investigación para medir las competencias en ciencias fue la prueba PISA, elaborada por un organismo internacional, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), y aplicado en México desde el año 2000, según datos del INEE (2013), para medir las competencias lectoras, en Matemáticas y en Ciencias. Dado que esta prueba es diseñada por un organismo internacional y es aplicada en el contexto mexicano desde hace ya más de una década, no se probará su confiabilidad y validez en esta investigación.

3.3.2 Dependencia, credibilidad y transferencia de instrumentos cualitativos

Por otra parte, los principales criterios de evaluación en la recolección y análisis de datos en la parte cualitativa del proyecto son los de dependencia, credibilidad, confirmación, valoración y transferencia, que son equiparables con la confiabilidad y validez utilizados en la parte cuantitativa.

Los criterios utilizados para tener instrumentos cualitativos confiables en este trabajo de investigación fueron la dependencia, credibilidad y transferencia. Cabe recordar que los instrumentos son la guía de preguntas para la entrevista a profesores sobre el uso del modelo tecno-pedagógico en la enseñanza en ciencias y los cuestionarios a los estudiantes sobre el grado de satisfacción y motivación al recibir la clase de ciencias mediante el modelo.

Respecto a los criterios para tener instrumentos cualitativos confiables, Hernández *et al.* (2010) dicen que la dependencia “es una especie de confiabilidad cualitativa e implica que los datos deben ser revisados por distintos investigadores y estos deben arribar a interpretaciones coherentes. De ahí la necesidad de grabar los datos (entrevistas, sesiones, observaciones, etc.)” (p. 473).

Los mismos autores mencionan que la credibilidad:

Se refiere a si el investigador ha captado el significado completo y profundo de las experiencias de los participantes, particularmente de aquellas vinculadas con el planteamiento del problema. La pregunta por responder es: ¿Hemos recogido, comprendido y transmitido en profundidad y con amplitud los significados, vivencias y conceptos de los participantes? La credibilidad tiene que ver también con nuestra capacidad para comunicar el lenguaje, pensamientos, emociones y puntos de vista de los participantes (p. 475).

Finalmente, Hernández *et al.*, (2010) se refieren a la transferencia como el poder aplicar los resultados obtenidos en otros contextos; en otras palabras, trasladar los resultados obtenidos en contextos similares.

3.4 Procesamiento de datos

En este apartado se explicarán las técnicas que se utilizaron para ordenar y evaluar los datos, tanto cuantitativos como cualitativos, recogidos durante el trabajo de campo del presente trabajo de investigación. El fin de utilizar herramientas de procesamiento de datos es hacer útil la información recabada.

3.4.1 Procesamiento de datos cuantitativos

Antes de hablar de la selección de la prueba estadística para comprobar la hipótesis, se debe revisar si existe diferencia estadística significativa en los promedios de calificaciones de la pre-prueba de nuestras muestras. Una vez revisados los datos de la pre-prueba, debemos considerar que estamos 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 van de 25 hasta 39 estudiantes, si consideramos como dato a la calificación de un estudiante perteneciente a un grupo. Por lo que se debe 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, tenemos que corroborar los supuestos de normalidad e igualdad de varianza de los datos de las calificaciones de las muestras. Para corroborar el supuesto de normalidad y al tener muestras que van desde los 25 estudiantes hasta 39, se utiliza la prueba de *Shapiro-Wilk*, y para corroborar el supuesto de igualdad de varianza se utiliza la prueba de *Levene* para igualdad de varianza.

Una vez que se corroboren, si es el caso, los supuestos de normalidad y de igualdad de varianza de las muestras, se procede a verificar si existe diferencia significativa en los promedios de calificación de los grupos de las muestras de control y experimental, mediante la prueba *T de Student* para muestras independientes; de lo contrario, se utiliza la prueba de *U de Mann-Whitney*.

Para realizar las pruebas y poder aceptar o rechazar la hipótesis, así como para llegar a conclusiones sobre los datos del proyecto, se seleccionó el *software* estadístico *Minitab* versión 17.

3.4.2 Procesamiento de datos cualitativos

En el caso de los datos cualitativos, es decir, las entrevistas y los cuestionarios, se analizaron apoyados del *software* *MaxQDA* para identificar categorías e interpretar los datos. Con ello, se complementaron, como se mencionó al inicio del capítulo, los hallazgos cuantitativos y se obtuvo, mediante el análisis de tales datos cualitativos, la percepción de estudiantes y profesores hacia las TIC y hacia el modelo tecno-pedagógico propuesto, ya que esta investigación pretende promover la mejora de la competencia en ciencias de los estudiantes y también conocer su opinión respecto a la incorporación de dicho modelo tecno-pedagógico.

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

En este apartado, se describen aspectos referentes al diseño de las unidades didácticas concebidas bajo la directriz del modelo tecno pedagógico propuesto. Se habla también de las herramientas tecnológicas utilizadas, tales como: simuladores, videos, etc. y el tiempo de aplicación del modelo a los grupos experimentales.

3.5.1 Las unidades didácticas

Para la puesta en marcha del modelo tecno-pedagógico propuesto en el presente trabajo de investigación, se concibieron seis unidades didácticas (UD). Para Sanmartí (2005) 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.

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

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

Para cada tema se elaboró un plan de clase o unidad didáctica (UD), concebidas bajo el diseño del modelo tecno-pedagógico, explicado ampliamente en el [apartado 2.3.](#)

Las UD, como lo establece el modelo, siguen el método empírico en un proceso iterativo que comienza en una exploración de ideas previas por parte de los estudiantes, para que a partir de ello hagan preguntas, realicen predicciones y planteen hipótesis acerca de los fenómenos científicos que se les presentan. Luego, mediante los simuladores, observan, miden y registran las variables para que finalmente interpreten sus resultados y evalúen su evidencia científica; todo este proceso apoyado con herramientas tecnológicas como videos y simuladores de los fenómenos naturales, de los cuales se hablará en el punto siguiente.

El esquema de la unidad didáctica se basó en el trabajo de Sanmartí (2005), quien propone el diseño de una unidad didáctica (UD) para la materia de ciencias desde un paradigma constructivista y que cuenta básicamente con los siguientes elementos:

- Datos generales: para identificación de la escuela, la materia y el profesor.
- Objetivos de enseñanza: son los objetivos del proceso de enseñanza o ideas matriz generalmente deben de responder a:
 - ¿Qué se considera importante enseñar?
 - ¿Cómo aprenden mejor los alumnos?
 - ¿Cómo es mejor enseñar?
- Objetivos específicos: estos incluyen, aparte de la idea matriz, los valores e intereses de todo enseñante, orientaciones de las políticas educativas de cada país y antecedentes del grupo clase en cuanto a hábitos de conocimientos previos. También

se concreta en este apartado la identificación de dificultades y obstáculos que se pretende ayudar a superar.

- Contenidos temáticos, que pueden ser:
 - Conceptuales: relacionados con teorías y conceptos.
 - Experienciales: relacionados con fenómenos naturales y de la vida cotidiana.
 - Del pensamiento: relacionados con la comprensión de los contenidos científicos.
 - Actitudinales: relacionados con las formas de actuar en la sociedad.
- Actividades, las cuales son:
 - De inicio: explicaciones iniciales, planteamientos del problema o hipótesis iniciales.
 - De introducción de nuevos contenidos: actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar.
 - De estructuración del conocimiento: actividades de síntesis de elaboración de conclusiones.
 - De generalización: actividades de aplicación de transferencia a otros conceptos.
- Criterios de evaluación:
 - Inicial: evaluación de exploración de conocimientos previos.
 - Formativa: evaluación a lo largo de todo el proceso de enseñanza.
 - Final: evaluación que refleja el grado de apropiación de los objetivos de enseñanza.
- Gestión del aula: Se propone que esta gestión esté orientada a crear entornos de aprendizaje que fomenten un ambiente de clase y valores favorables para la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo que fomenten el intercambio de puntos de vista, el respeto, su confrontación y elaboración de propuestas consensuadas.

La visualización completa de las UD que se trabajaron en los grupos experimentales se puede ver en el [apéndice C](#). Algunos rasgos relevantes de las UD que siguen la dinámica de cuatro pasos del modelo tecno pedagógico se describen a continuación:

Paso 1 del modelo: Exploración de ideas previas por parte de los estudiantes. Este paso se ve reflejado en las UD en las actividades de inicio, con preguntas que exploran los conocimientos o ideas previas que los estudiantes tienen en referencia al tema que se va a trabajar. Como ejemplo se muestran las actividades de inicio de la unidad didáctica de “Densidad” (ver figura 12).

Actividades

De inicio:

- Exploración de ideas previas a través de preguntas como:
¿Por qué los objetos como la madera flotan en el agua? ¿Depende el tamaño?
- Exploración de ideas previas a través del video “*Arquímedes y la densidad de los cuerpos*”

<https://www.youtube.com/watch?v=EIKHAR4LDIE>



- Solicite a los estudiantes que ellos propongan una solución para comprobar que la corona del rey ocupó todas las monedas de oro que el rey dio para su corona, antes que en el video se dé la solución.

Tiempo estimado: 30 min.

Figura 12. Actividades de inicio de la UD “Densidad”.
Fuente: Elaboración propia.

En la UD se pueden observar preguntas de inicio sobre el tema de la densidad y una actividad resultante de un video¹. Con ello se acerca a los estudiantes al concepto que se quiere transmitir y se da lugar al paso dos del modelo.

Paso 2 del modelo: Hacen preguntas, predicen y plantean hipótesis, este paso se refleja en las UD en las actividades de introducción de nuevos contenidos (ver figura 13).

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisar la información del concepto de densidad del siguiente enlace:
http://www.windows2universe.org/glossary/density_defn.html&lang=sp
- Revise el tema de densidad en el libro de texto, realice las explicaciones de concepto y formula a los estudiantes.

Tiempo estimado 20 min.

Figura 13. Actividades de introducción de nuevos contenidos de la UD “Densidad”.

Fuente: Elaboración propia.

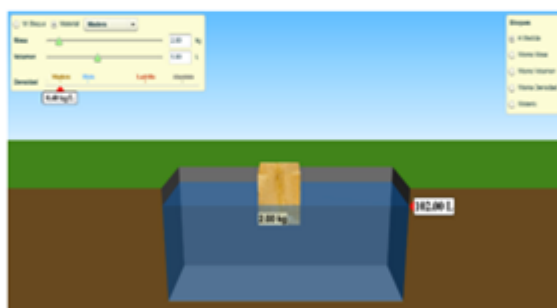
Con estas actividades complementarias a las de introducción de nuevos contenidos, se propone a los estudiantes que predigan el fenómeno de la densidad y realicen hipótesis para pasar a comprobarlas en el paso tres del modelo.

Paso 3: Observan, miden y registran variables. Este paso se ve reflejado en las UD en las actividades de estructuración del conocimiento. Como ejemplo se muestra este apartado en la UD de “Densidad” (ver figura 14).

¹ El video fue publicado por Gómez Peña el 10 de enero de 2015 en la plataforma *Youtube* y seleccionado para formar parte de las actividades de inicio de la unidad didáctica, “Exploración de ideas previas”. No todas las UD en el apartado mencionado, muestran videos.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, en el bloque denominado "a medida" figura 1, indique a los estudiantes que seleccionen dos objetos (madera, hielo, ladrillo o aluminio) y que realicen tres variaciones en la masa o el volumen para cada material (hacer énfasis en que ha medida que se modifica la masa cambia el volumen y viceversa), vacíe los datos obtenidos en la tabla 1 y resalte a los estudiantes que aunque la masa y el volumen en los objetos cambian la densidad se mantiene constante.



	Material 1: _____			Material 2: _____		
	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad (P)	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad (P)
1						
2						
3						

Figura 14. Actividades de estructuración del conocimiento de la UD “Densidad”.

Fuente: Elaboración propia.

En estas actividades se guía al estudiante para que, mediante el simulador diseñado para mostrar el fenómeno de la densidad, pueda medir y manipular diferentes materiales como madera, fierro, hielo, etc. y observar lo que pasa con el volumen de agua de una pileta al sumergirlos en ella, así como manipular diferentes volúmenes y masas de los materiales,

con ello se planea que el estudiante pueda arribar al paso cuatro del modelo, que es la etapa de interpretación y evaluación de la evidencia científica para llegar a resultados finales.

Paso 4: Interpretan sus resultados y evalúan su evidencia científica. Este es el paso final en el modelo propuesto y se ve reflejado en las UD en las actividades de generalización; ver el ejemplo (figura 15) para la UD de “Densidad”.

De generalización:

- A través del simulador, en el bloque denominado “Misterio” figura 3, indique a los estudiantes que de forma individual o por equipos, utilicen la balanza para obtener la masa de cada objeto, a su vez pida que obtengan el volumen y que calculen la densidad y vacíen todos los datos obtenidos en la tabla 2. Una vez que tengan calculadas las densidades pida que las comparen con las densidades de los materiales de la tabla del simulador y que identifiquen a que material corresponde el cubo misterioso.

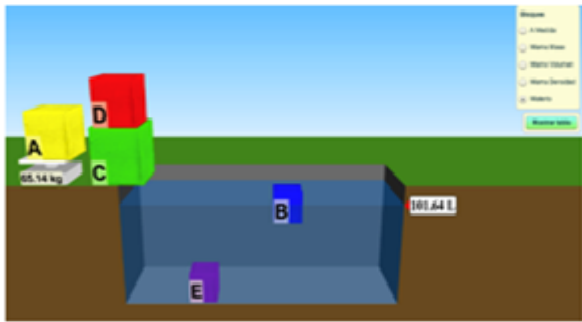


Figura	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad	Material
A				
B				
C				
D				
E				

Figura 15. Actividades de generalización de la UD “Densidad”.

Fuente: elaboración propia.

En estas actividades el estudiante refleja las competencias del tema. Para este caso específico, se le pide que, al medir el volumen en una pileta de agua de un material desconocido y obtener su peso en una báscula, compare sus mediciones con una tabla de densidades previamente establecida en el simulador y deduzca de qué material se trata, con lo cual mejora sus competencias científicas de forma práctica.

Los seis temas seleccionados presentan 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.

3.5.2 Las herramientas TIC

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 utilizan en las seis 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. Dicho proyecto crea simulaciones interactivas para las materias de ciencias y matemáticas de educación secundaria, basadas en investigación educativa que involucra a los estudiantes mediante un ambiente intuitivo, similar a un juego, donde los estudiantes pueden aprender explorando y jugando (*University of Colorado Boulder*, 2017).

Los seis simuladores que se utilizaron en las UD se muestran en la tabla 3:

Tabla 3: Nombre de los simuladores utilizados en las UD del proyecto.

Nombre de la UD:	Nombre del simulador utilizado:	Ubicación del simulador:
Densidad.	Densidad.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/density
Concentración.	Concentración.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/concentration
Molaridad.	Molaridad.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/molarity
Solubilidad.	Sales y solubilidad.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/soluble-salts
pH.	Escala de pH.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/ph-scale
Ácidos y Bases.	Soluciones ácido-base.	https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/acid-base-solutions

Fuente: Elaboración propia.

Otra herramienta TIC utilizada en algunas UD fueron videos, mismos que se utilizaron tanto en actividades de inicio como de introducción de nuevos contenidos. La información de los videos utilizados se presenta en la tabla 4.

Tabla 4: Videos utilizados en las UD.

Nombre de la UD:	Nombre del video utilizado:	Referencia:	Ubicación
Densidad.	Arquímedes y la densidad de los cuerpos.	(Gómez, 2015).	https://www.youtube.com/watch?v=ElKHAR4LDIE&t=5s
Molaridad.	Molaridad o concentración molar.	(Sebastián, 2014).	https://www.youtube.com/watch?v=t0Yjw1x2I64
pH	¿Qué es el pH?	(Sebastián, 2014)	https://www.youtube.com/watch?v=CnGv7NsZheA
	La causa de todas las enfermedades.	(Benítez, 2011).	https://www.youtube.com/watch?v=2VyPEwIjwgA
Ácidos y Bases	pH: Ácidos y Bases	(Vázquez, 2013).	https://www.youtube.com/watch?v=zzNnc5zlKwE

Fuente: Elaboración propia

Los videos seleccionados cumplen con el lineamiento señalado por Bravo (2000), de tener un objetivo didáctico previamente identificado.

3.5.3 Tiempo de aplicación del modelo

El tiempo de aplicación del modelo tecno-pedagógico a los grupos experimentales fue de cinco semanas, durante las cuales los estudiantes recibieron las UD que fueron compiladas en dos bloques: el bloque *soluciones*, con una duración de 16 horas y el bloque *ácidos, bases y electrólisis*, con una duración de 8 horas (ver figura 16).

Propuesta para trabajo de campo

Bloque “Soluciones”			
<i>Unidades didácticas:</i>	<i>Simulador propuesto:</i>	<i>Tiempo estimado:</i>	<i>Evaluación: Reactivos PISA</i>
Densidad	Densidad	4 horas.	Ozono, maíz, brillo de labios, el pan y el catalizador
Concentración	Concentración	4 horas.	
Molaridad	Molaridad	4 horas.	
Solubilidad	Sales y solubilidad	4 horas.	
		16 horas.	

Bloque “Ácidos, bases y electrólisis”			
<i>Unidades didácticas:</i>	<i>Simulador propuesto:</i>	<i>Tiempo estimado:</i>	<i>Evaluación: Reactivos PISA</i>
pH	Densidad	4 horas.	Lluvia ácida, caries dental y fumar tabaco
Ácidos y Bases	Concentración	4 horas.	
		8 horas.	

Fuente: elaboración propia.

La clase de ciencias en el nivel secundaria se imparte durante 6 horas semanales, con lo cual para el requerimiento de 24 horas para impartir las UD diseñadas bajo la directriz del modelo tecno-pedagógico, se requirieron mínimo de 4 semanas en algunos casos extendiéndose hasta 5 semanas.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

En el presente capítulo se describen los resultados del trabajo de investigación con base en el diseño metodológico presentado en el capítulo anterior. Primero, se dan los resultados de las pruebas de normalidad de las calificaciones del instrumento utilizado para medir las competencias científicas de los estudiantes. Estas pruebas de normalidad se aplicaron a todos los grupos participantes, tanto los de control como los experimentales. Luego de verificar la normalidad en los grupos y haber definido con ello las pruebas estadísticas para inferir resultados, se compararon los promedios de las calificaciones de los estudiantes del grupo de control y experimental de cada escuela, antes de la intervención experimental.

Lo anterior con el fin de asegurar que ambos grupos en cada secundaria tuvieran estadísticamente las mismas calificaciones y, cuando se compararan una vez realizada la intervención experimental, no se tuviera sesgo en las conclusiones a partir de los resultados. Después de la intervención experimental, se realizó la pos-prueba y nuevamente se compararon los resultados del grupo de control contra el grupo experimental de cada escuela; y en ciertos casos los resultados del grupo experimental antes de la intervención con el modelo tecno-pedagógico y después de ella. Finalmente se hablan de los resultados cualitativos que constaron de un cuestionario a estudiantes y una entrevista a profesores, de los grupos experimentales, para conocer las percepciones que tuvieron del uso de TIC durante la aplicación del modelo tecno-pedagógico en la clase de ciencias.

4.1 Resultados cuantitativos

La presentación de los resultados cuantitativos se dividió en tres apartados, el primero muestra los resultados de la aplicación de la prueba de normalidad a las calificaciones de los grupos de control y experimentales del instrumento que midió la competencia científica en los estudiantes. La segunda parte compara los resultados de las calificaciones del instrumento que midió la competencia en ciencias de los grupos de control y experimentales antes de la aplicación del modelo tecno-pedagógico. Finalmente, la tercera parte compara de nueva cuenta los resultados del instrumento de los grupos de control y experimental, una vez que estos últimos fueron sometidos al modelo tecno-pedagógico propuesto.

4.1.1 Comprobación de la normalidad de los grupos de control y experimental

La prueba que se eligió para medir la normalidad en los seis grupos, tanto de control como experimentales fue *Kolmogorov-Smirnov*. La variable a la que se le determinó la normalidad fue la competencia científica de los estudiantes representada por las calificaciones en el instrumento con reactivos PISA. Los posibles resultados del instrumento fueron de 0 a 31 aciertos.

Para comprobar la normalidad de los datos de las calificaciones se siguió el siguiente supuesto:

Ho: la variable calificaciones de las competencias científicas de los estudiantes, tiene una distribución normal.

Ha: la variable calificaciones de las competencias científicas de los estudiantes es distinta a la distribución normal.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de normalidad fue Minitab 17, con los siguientes parámetros:

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

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

Sin seguir un orden específico, se presentan los resultados de normalidad de la secundaria de Atlzayanca, divididos en prueba de normalidad al grupo de control, figura 17, y prueba de normalidad para el grupo experimental, figura 18.

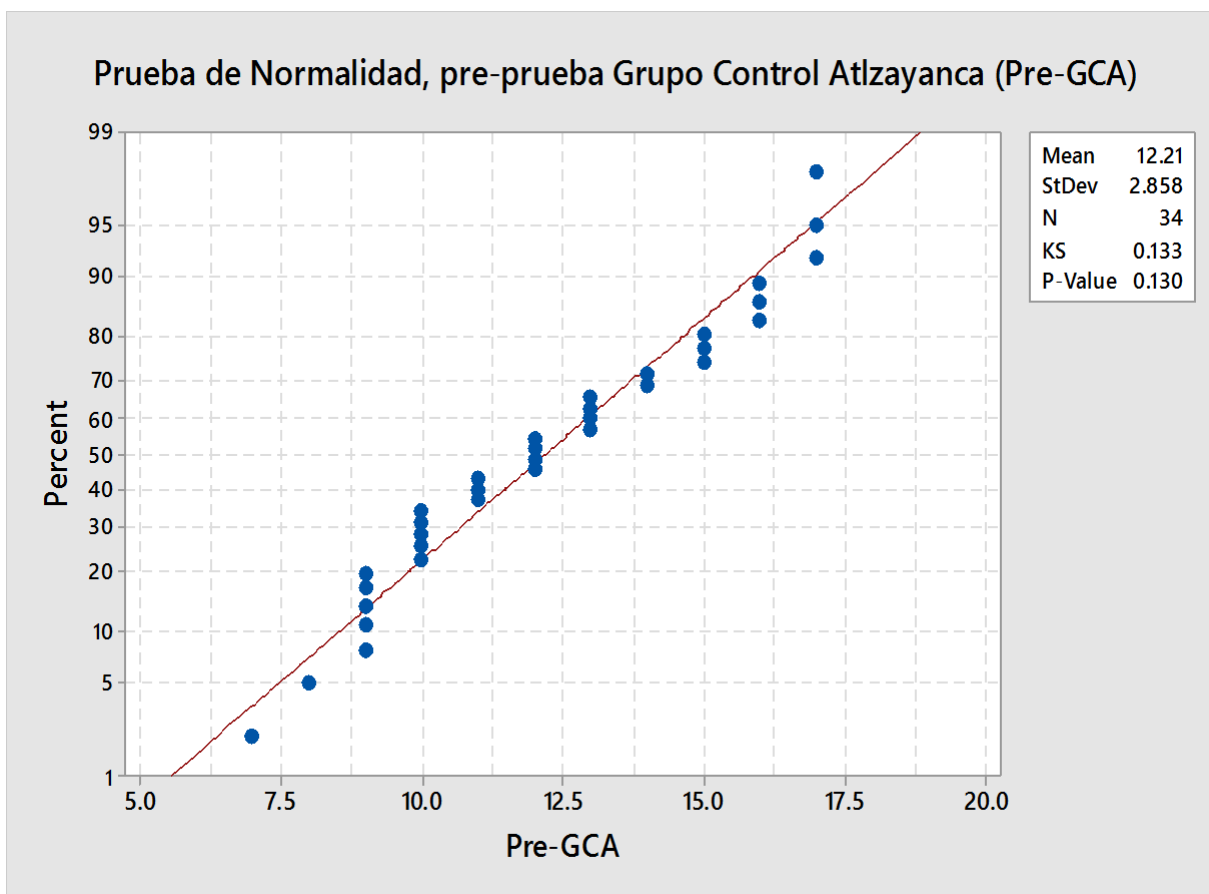


Figura 17. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Atzayanca.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo de control de la secundaria de Atzayanca en la pre-prueba, al tener un P-Valor de .130, se aceptó H_0 y se estableció que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes tiene una distribución normal. Además, en la figura 17, se puede observar que se aplicaron en este grupo 34 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 12.21 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 2.85.

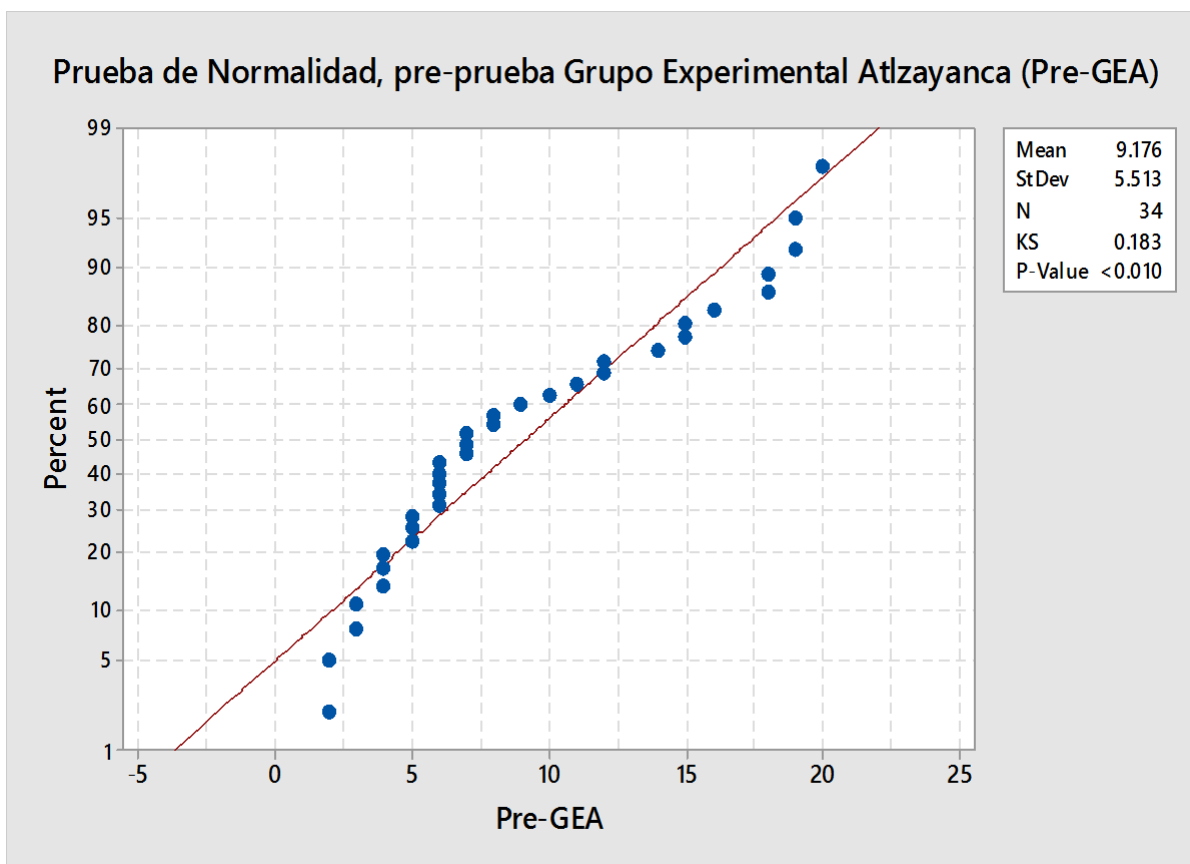


Figura 18. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca en la pre-prueba, al tener un P-Valor de .010, se rechazó H_0 y se aceptó H_a , por lo que se estableció que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes es distinta a la distribución normal. Además, en la figura 18, se puede observar que se aplicaron en este grupo 34 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 9.176 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 5.513.

A continuación, se presentan los resultados de la prueba de normalidad de la secundaria de Cuapiaxtla, de nueva cuenta divididos en prueba de normalidad al grupo de control, figura 19, y prueba de normalidad para el grupo experimental, figura 20.

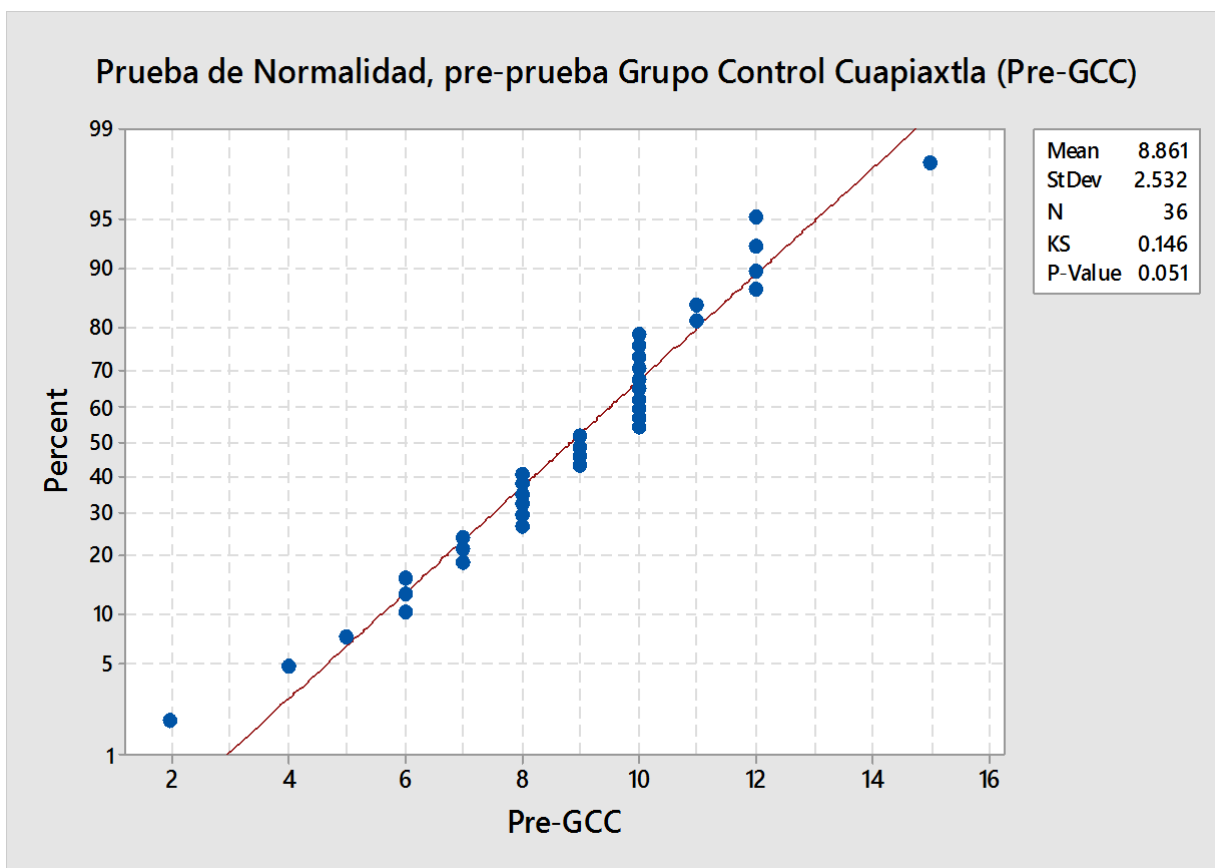


Figura 19. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Cuapixtla.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo de control de la secundaria de Cuapixtla en la pre-prueba, al tener un P-Valor de .051, se aceptó H_0 y se estableció que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes tiene una distribución normal. Además, en la figura 19, se puede observar que se aplicaron en este grupo 36 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 8.861 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 2.532.

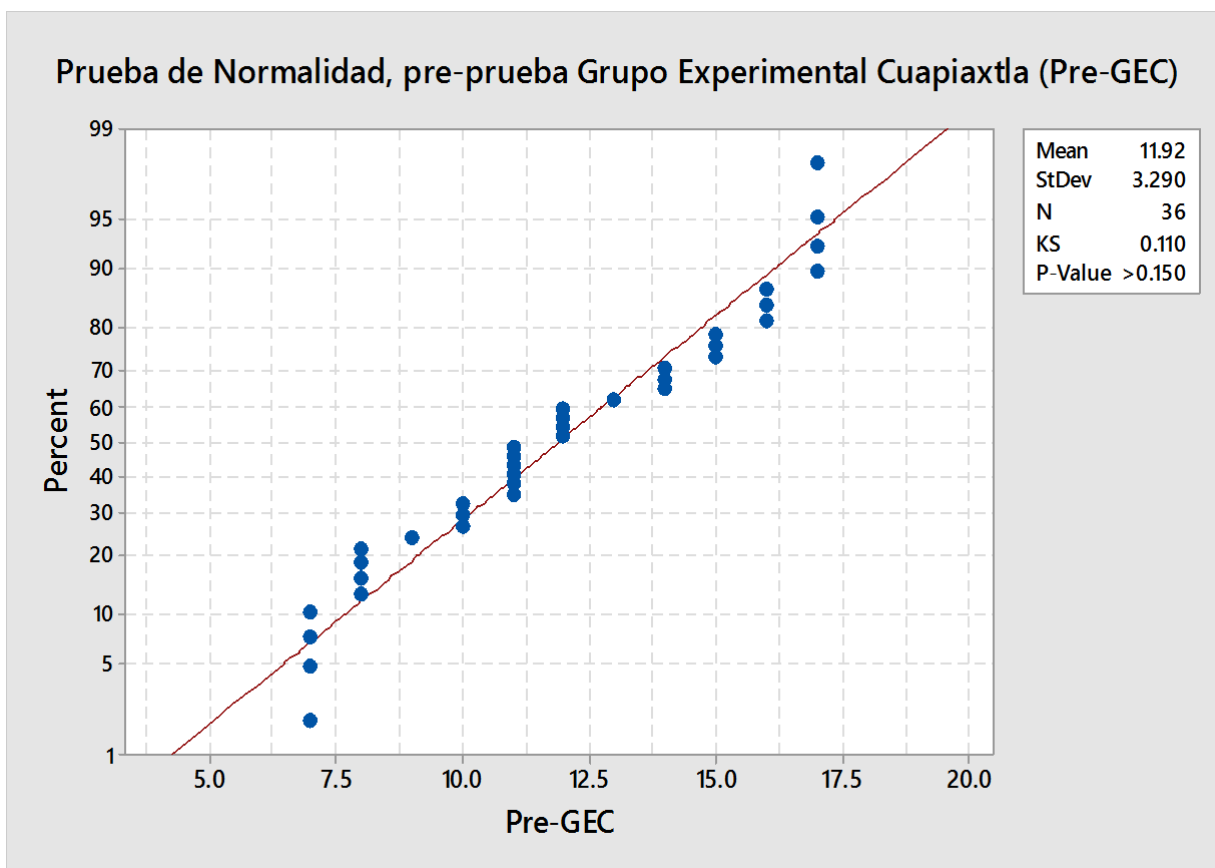


Figura 20. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla en la pre-prueba, al tener un P-Valor de 0.15, se aceptó H_0 y se rechazó H_a , se puede establecer que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes tiene una distribución normal. Además, en la figura 20, se puede observar que se aplicaron en este grupo 36 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 11.92 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 3.290.

Finalmente, los resultados de la prueba de normalidad de la secundaria de Ixtenco, para el grupo de control se muestran en la figura 21, y para el grupo experimental en la figura 22.

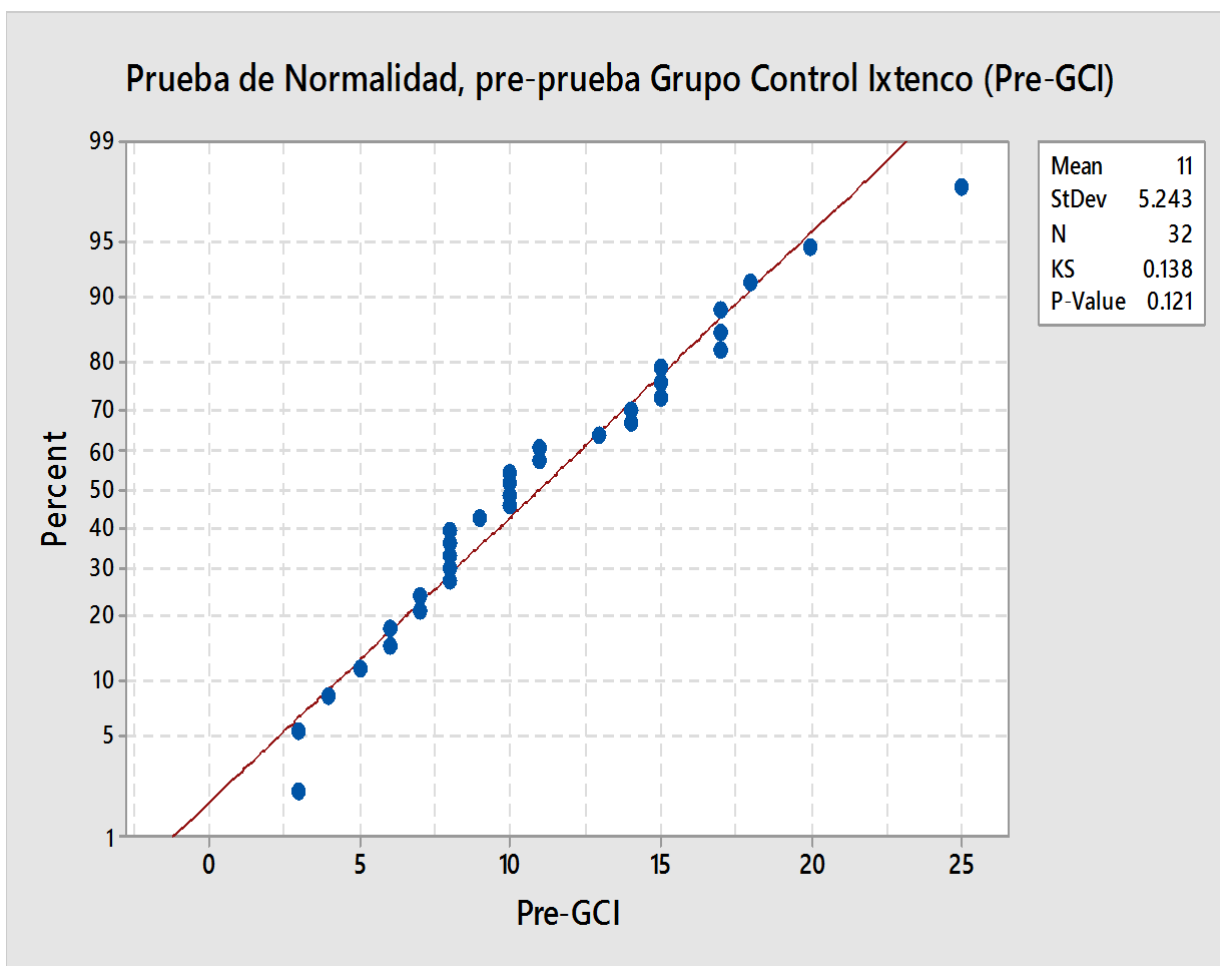


Figura 21. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo control de la secundaria de Ixtenco.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo de control de la secundaria de Ixtenco en la pre-prueba, al tener un P-Valor de 0.121, se aceptó H_0 y se rechazó H_a , por lo tanto se puede afirmar que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes tiene una distribución normal; además, en la figura 21, se puede observar que se aplicaron en este grupo 32 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 11.0 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 5.243.

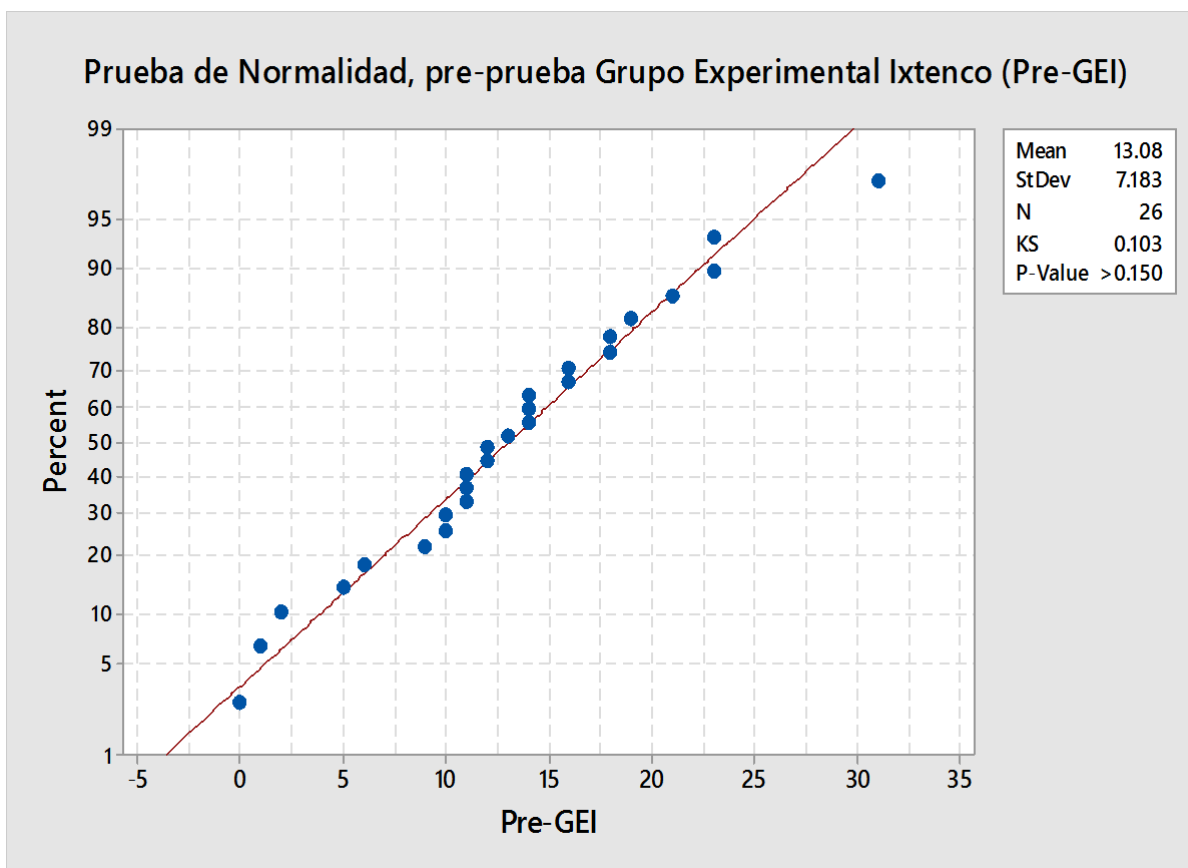


Figura 22. Gráfica de normalidad, pre-prueba de la variable calificaciones de competencias científicas del grupo experimental de la secundaria de Ixtenco.
Fuente: elaboración propia.

Para el grupo experimental de la secundaria de Ixtenco en la pre-prueba, al tener un P-Valor de 0.15, se aceptó H_0 y se rechazó H_a , por lo que se postula que la variable que representa las calificaciones de los estudiantes tiene una distribución normal; además, en la figura 22, se puede observar que se aplicaron en este grupo 26 pruebas, mismas que tienen una media en las calificaciones igual a 13.08 en una escala de 0 a 31 aciertos y una desviación estándar de 7.183.

En resumen, se observó que todos los grupos presentan una distribución normal (ver tabla 5) en las calificaciones de la prueba PISA, que mide las competencias científicas de los estudiantes, con la única excepción del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca, donde para comparar e inferir resultados, se utilizaron pruebas estadísticas no paramétricas.

Tabla 5:

Registros de normalidad de las pre-pruebas de los grupos participantes.

Secundaria	Grupo	Clave	Núm. de pruebas	Promedio de Cal.	Desviación estándar	P- Value	Criterio $\geq .05$	Conclusión
Atlzayanca	Control	Pre-GCA	34	12.21	2.85	.130	>	Datos normales
	Experimental	Pre-GEA	34	9.17	5.51	.01	<	Datos no normales
Cuapiaxtla	Control	Pre-GCC	36	8.86	2.53	.051	>	Datos normales
	Experimental	Pre-GEC	36	11.92	3.29	.15	>	Datos normales
Ixtenco	Control	Pre-GCI	32	11	5.24	.121	>	Datos normales
	Experimental	Pre-GEI	26	13.08	7.18	.15	>	Datos normales

Fuente: elaboración propia.

Una vez que se mostraron los resultados de las pruebas de normalidad, se procede a presentar los resultados de la competencia científica en los estudiantes, antes de la intervención del modelo, representados por las calificaciones del instrumento de reactivos PISA de ciencias.

4.1.2 Resultados de las pre-pruebas

Para asegurar que no existen diferencias en la competencia científica entre los grupos de control y experimentales, antes de la intervención del modelo, se compararon los grupos en cada secundaria. Sin obedecer un orden específico, se presentan las comparaciones entre los grupos de control y experimentales de la secundaria de Atlzayanca (tabla 6), luego de la secundaria de Cuapiaxtla (tabla 7 y figura 23), y finalmente de la secundaria de Ixtenco (tabla 8 y figura 24).

Tabla 6:

Resultados de la prueba *Mann-Whitney* de dos muestras independientes, para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Atlzayanca.

Secundaria	Grupo	Clave	Total, de pruebas	Mediana	P-Value
Atlzayanca	Control	Pre-GCA	34	12	.0039
	Experimental	Pre-GEA	34	7	

Fuente: elaboración propia.

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.

Los supuestos con los que se trabajó para comparar los resultados de las calificaciones de la pre-prueba en la secundaria de Atlzayanca son los siguientes:

Ho: Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Atlzayanca muestran que los grupos son iguales.

Ha: Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Atlzayanca muestran que los grupos son diferentes.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de medias en las calificaciones de los grupos es Minitab 17, con los siguientes parámetros:

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

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

Al comparar las medias de las calificaciones de las pre-pruebas de los grupos control y experimental de Atlzayanca, mediante la prueba de *Mann-Whitney*, se obtiene que el P-Value = .0039, es decir, menor a .05, por lo que se rechazó H_0 , que postulaba que los grupos eran iguales, y se aceptó H_a , que dice que en los grupos hay diferencia estadística.

Al existir diferencia significativa en los grupos de control y experimental antes del tratamiento con el modelo tecno-pedagógico, para valorar la efectividad del modelo en el grupo experimental, se trabajará con la prueba estadística no paramétrica de *Wilcoxon* de pre y pos-pruebas, que se enfocará solo al grupo experimental y comparará las calificaciones antes y después de la intervención con el modelo para determinar estadísticamente si hubo mejora en el promedio de las calificaciones.

Tabla 7:

Resultados de la prueba *T de Student* de dos muestras independientes, para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Cuapiaxtla.

Secundaria	Grupo	Clave	Total, de pruebas	Media	Desviación estándar	P-Value
Cuapiaxtla	Control	Pre-GCC	36	8.86	2.53	P-Value = .000
	Experimental	Pre-GEC	36	11.92	3.29	

Fuente: elaboración propia.

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 con los siguientes supuestos:

H_0 : Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestran que los grupos son iguales.

Ha: Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestran que los grupos son diferentes.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de medias en las calificaciones de los grupos es Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba *T de Student* $\geq .05$, entonces se acepta H_0

Si P-Value, de la prueba *T de Student* $< .05$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a

En la comparación de las pre-pruebas de los grupos de Cuapiaxtla mediante la prueba *T de Student* para dos grupos independientes, el *P-Value* = .000, que es un valor menor a .05, por lo que se rechazó H_0 , que postulaba que los grupos eran igual, y se aceptó H_a , que mencionaba que en los grupos hay diferencia estadística. Esta aseveración se puede observar en la figura 23.

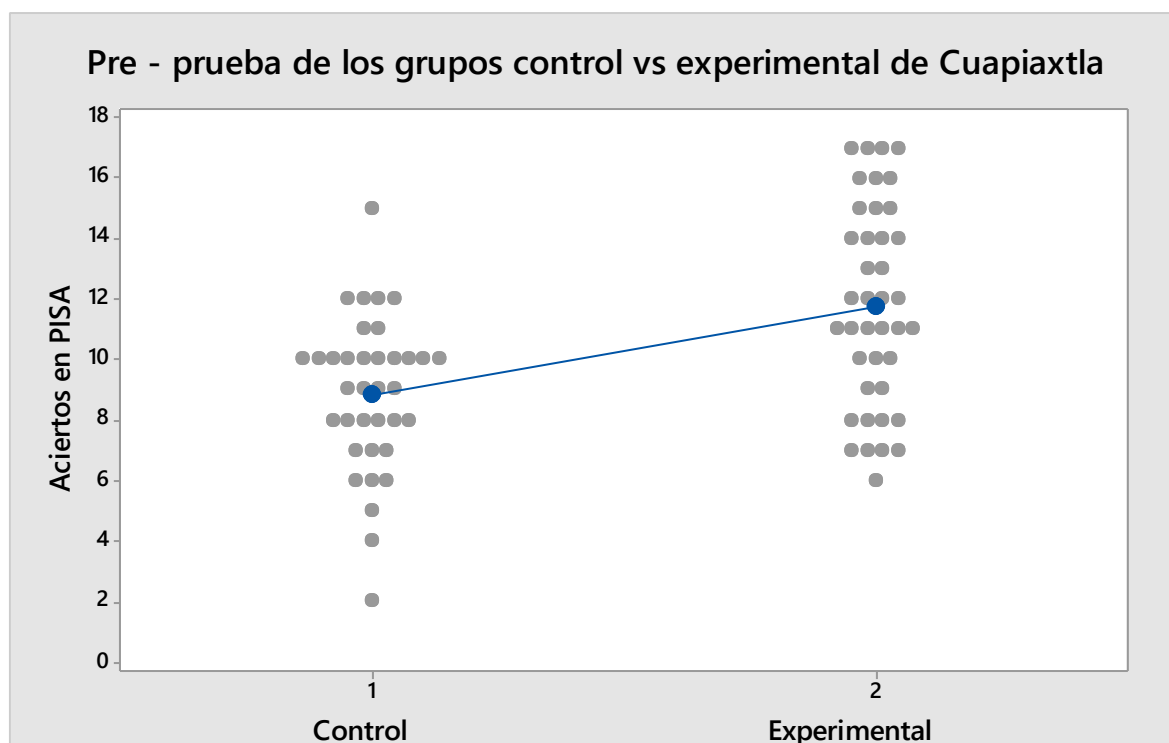


Figura 23. Comparación de las calificaciones de la pre-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Cuapiaxtla.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 23 se puede observar que en el grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla los estudiantes tienen mejores calificaciones, con un promedio de 11.92 aciertos contra 8.86 del grupo de control. Esta diferencia de inicio, comprobada estadísticamente, no nos permitirá futuras comparaciones entre ellos, ya que estarían sesgadas y no representarían la efectividad del modelo propuesto. Para evaluar la efectividad del modelo tecnopedagógico, la pos-prueba se enfocará solo al grupo experimental, y se compararán las calificaciones de este grupo antes y después de la intervención con una prueba T de Student para una muestra pareada.

Tabla 8:

Resultados de la prueba T de dos muestras independientes para comparar los resultados de las pre-pruebas de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.

Secundaria	Grupo	Clave	Total, de pruebas	Media	Desviación estándar	P-Value
Ixtenco	Control	Pre-GIC	32	11.0	5.24	P-Value = .225
	Experimental	Pre-GIC	26	13.08	7.18	

Fuente: elaboración propia.

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 con los siguientes supuestos:

Ho: Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco muestran que los grupos son iguales.

Ha: Las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco muestran que los grupos son diferentes.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de medias en las calificaciones de los grupos es Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba *T de Student* $\geq .05$, entonces se acepta H_0

Si P-Value, de la prueba *T de Student* $< .05$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a

En la comparación de las calificaciones de los grupos mediante la prueba *T de Student* de dos muestras independientes, el P-Value= .225, que es mayor a .05, por lo que se aceptó H_0 , que postulaba que los grupos son iguales. Esta aseveración se ve reflejada en la figura 24.

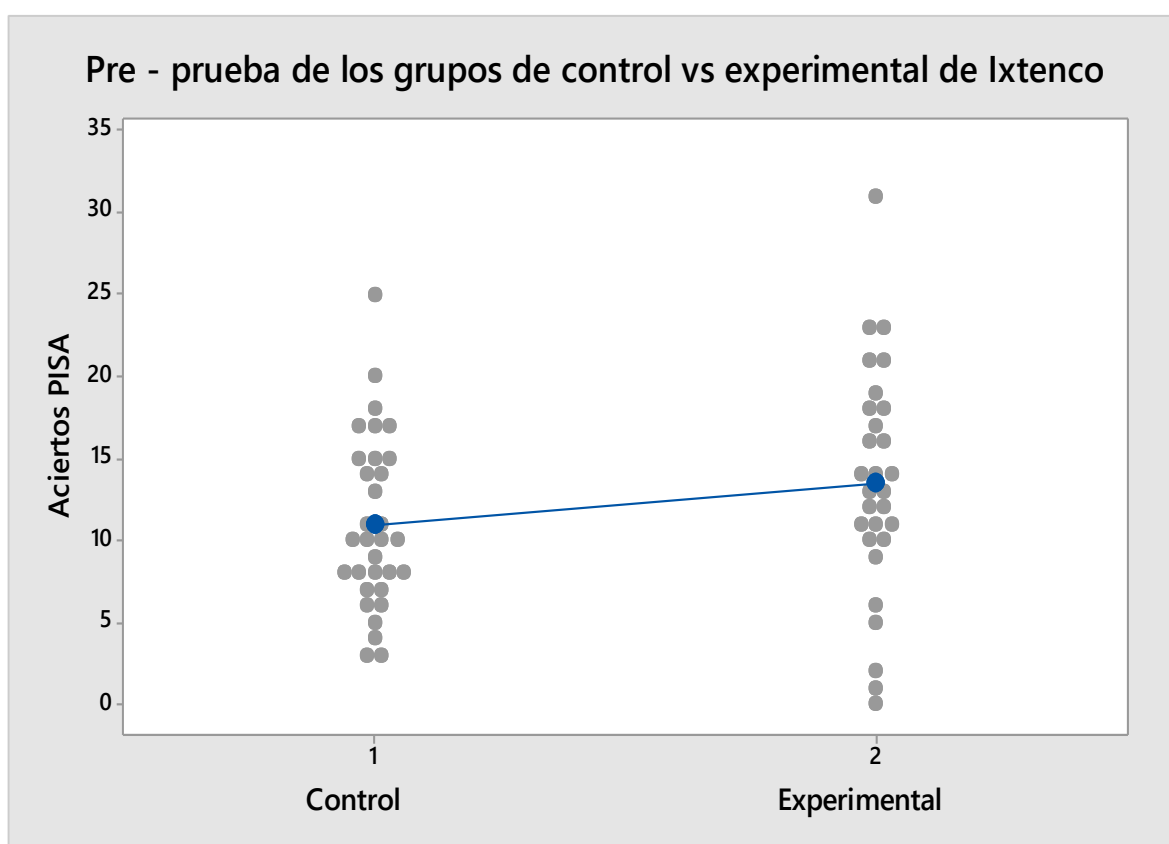


Figura 24. Comparación de las calificaciones de la pre-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.
Fuente: elaboración propia.

En la figura 24, se puede observar que, aunque los estudiantes del grupo experimental tienen un promedio de 13.08, que es ligeramente superior al de grupo de control, que es de 11.0, no hay evidencia estadística de que los grupos sean diferentes. En esta secundaria podemos considerar que los grupos de control y experimental son iguales y no tienen sesgo antes de la intervención del grupo experimental.

Al no existir diferencia significativa en las calificaciones de la pre-prueba de los grupos de control y experimental, en el caso de la secundaria de Ixtenco para ver la efectividad del modelo con los datos de la pos-prueba, se repetirá la prueba *T de Student* para dos muestras independientes y así podremos verificar si efectivamente el grupo experimental, que fue sometido al modelo tecno-pedagógico, presenta una diferencia estadística positiva sobre el grupo de control, que recibió las mismas unidades didácticas pero de forma tradicional.

4.1.3 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 el [aparatado 3.5](#).

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: Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca muestra que el grupo es igual.

Ha: Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Atlzayanca muestra que el grupo es diferente.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de media pareada en las calificaciones de los grupos es Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba *Wilcoxon* $\geq .05$, entonces se acepta H_0

Si P-Value, de la prueba *Wilcoxon* $< .05$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a

En el caso del grupo experimental de Altzayanca, al tener un *P-Value* = .001, se rechazó H_0 y se aceptó H_a , que indica que hay una diferencia significativa estadística entre las calificaciones del grupo experimental antes y después de la intervención (ver tabla 9), teniendo claramente un mayor puntaje en la prueba PISA, una vez que los estudiantes fueron sometidos a la enseñanza de las ciencias bajo el modelo tecno-pedagógico propuesto.

Tabla 9:

Comparación del grupo experimental de Atlzayanca antes y después de la aplicación del modelo tecno-pedagógico mediante la prueba *Wilcoxon*.

Secundaria	Grupo	Clave	Mediana	Valor de P-Value
Altzayanca	Experimental	Pre-GEA	7	P-Value = .001
	Experimental	Pos-GEA	15	

Fuente: elaboración propia.

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 analizan los datos de la pos-prueba únicamente para el grupo experimental, con la prueba T pareada, bajo los siguientes supuestos:

H_0 : Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestra que el grupo es igual.

Ha: Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestra que el grupo es diferente.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de media pareada en las calificaciones de los grupos es Minitab 17, con los siguientes parámetros:

Si P-Value, de la prueba *T pareada* $\geq .05$, entonces se acepta H_0

Si P-Value, de la prueba *T pareada* $< .05$, entonces se rechaza H_0 y se acepta H_a

En el caso del grupo experimental de Cuapiaxtla, al tener un P-Value = .000, se rechazó H_0 y se aceptó H_a , que indica que hay una diferencia significativa entre las calificaciones del grupo experimental antes y después de la intervención (ver tabla 10), teniendo claramente mayor puntaje en la prueba PISA una vez que los estudiantes fueron sometidos a la enseñanza de las ciencias bajo el modelo tecno-pedagógico propuesto.

Tabla 10:

Aplicación de la prueba T pareada para el grupo experimental de Cuapiaxtla con las pre y pos-pruebas.

Secundaria	Grupo	Clave	Total, de pruebas	Media	Desviación estándar	P-Value
Cuapiaxtla	Experimental	Pre-GEC	36	11.91	3.29	P.Value = .000
	Experimental	Pos-GEC	36	16.194	3.76	

Fuente: elaboración propia.

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 pareada* del grupo

experimental, para ver si este mejoró después de la intervención del modelo (ver tabla 11), bajo los siguientes supuestos:

Ho: Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestra que el grupo es igual.

Ha: Las calificaciones de la pos-prueba del grupo experimental de la secundaria de Cuapiaxtla muestra que el grupo es diferente.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de media pareada en las calificaciones de los grupos es 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

Tabla 11:

Prueba T pareada para el grupo experimental de Ixtenco con pre y pos-pruebas.

Secundaria	Grupos	Clave	Total, de pruebas	Media	Desviación estándar	P-Value
Ixtenco	Experimental	Pre-GEI	26	13.08	7.18	P.Value = .158
	Experimental	Pos-GEI	26	15.73	4.04	

Fuente: elaboración propia.

En el caso del grupo experimental de Ixtenco, al tener un *P-Value* = .158, no se rechaza Ho, por lo que se puede afirmar estadísticamente que los datos de las calificaciones del antes y después de la prueba en el grupo experimental son iguales. Aunque la media de la pos-prueba es un poco mayor que la media de la pre-prueba, no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que las calificaciones cambiaron a partir de la aplicación del modelo en el grupo experimental.

En esta misma secundaria, también se compararon los datos de la pos-prueba del grupo de control contra los datos del grupo experimental, ver tabla 12, asumiendo que arrancaron en igualdad de circunstancias se optó por la prueba *T de Student* para dos muestras independientes, bajo los siguientes supuestos:

Ho: Las calificaciones de la pos-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco muestran que los grupos son iguales.

Ha: Las calificaciones de la pos-prueba de los grupos de control y experimental de la secundaria de Ixtenco muestran que los grupos son diferentes.

El *software* utilizado para comprobar dicha hipótesis de igualdad de medias en las calificaciones de los grupos es 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

Tabla 12:

Comparación de la pos-prueba del grupo de control contra experimental de la secundaria de Ixtenco.

Secundaria	Grupo	Clave	Total, de pruebas	Media	Desviación estándar	P-Value
Ixtenco	Control	Pos-GCI	27	14.85	5.91	P-Value = .529
	Experimental	Pos-GEI	26	15.73	4.04	

Fuente: elaboración propia.

Al comparar los grupos de control y experimental de Ixtenco, después del tratamiento al grupo experimental y al tener un P-Valor = .529, aceptamos Ho; consecuentemente podemos afirmar que no hay evidencia estadística de mejora en el grupo experimental.

Aunque el promedio es mayor en el grupo experimental, no es suficiente para afirmar estadísticamente que es mejor que el grupo de control (ver figura 25).

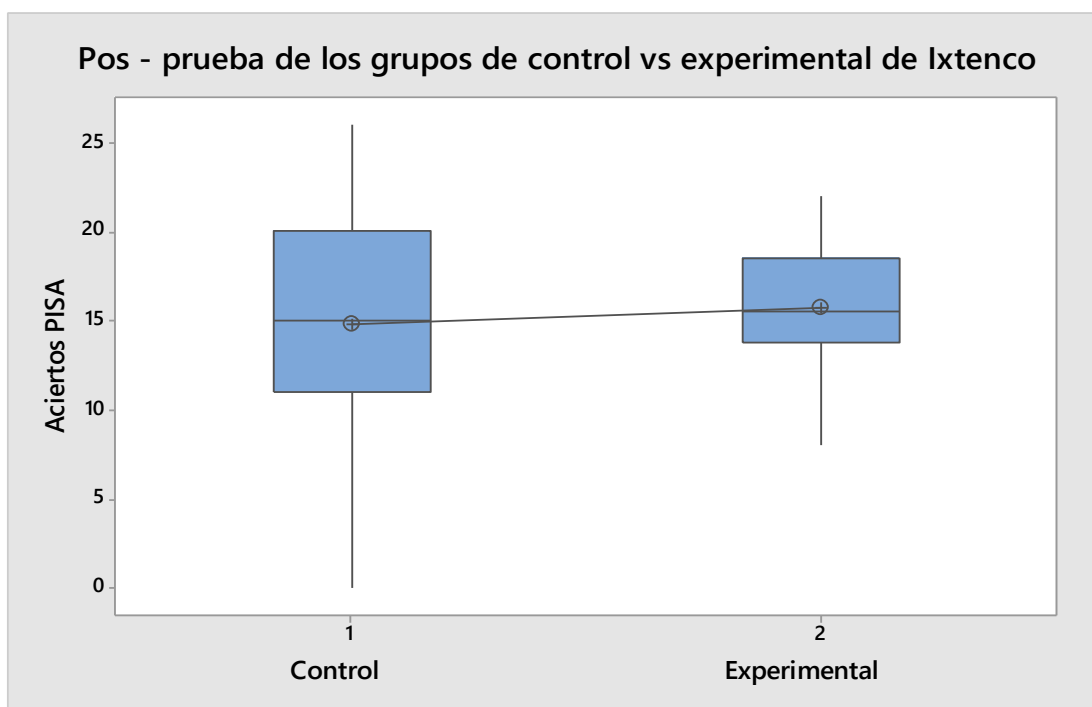


Figura 25. Comparación de las calificaciones de la pos-prueba del grupo de control y experimental de la secundaria de Ixtenco.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 25 se muestran los resultados de la pos-prueba de los grupos de la secundaria de Ixtenco, demostrando que son iguales, aunque se nota una menor dispersión de las calificaciones en el grupo experimental, lo que indica que muchos estudiantes con calificaciones bajas en la pre-prueba aumentaron su calificación en la pos-prueba, lo cual se puede observar en los promedios de las calificaciones del grupo experimental, que fueron de 13.08 en la pre-prueba, y aumentaron a 15.73 en la pos-prueba.

4.2 Resultados cualitativos

Como se ha mencionado anteriormente, como parte complementaria a la investigación cuantitativa, se planteó la necesidad de conocer la percepción de los agentes implicados, estudiantes y profesores, acerca del uso de las TIC. En esta sección se describen las percepciones de los estudiantes de los grupos experimentales con respecto al uso de las TIC

en su clase de ciencias. También se comenta las entrevistas a los docentes de los grupos experimentales sobre su opinión acerca del uso de TIC para impartir su clase.

Aunque es muy importante determinar si se comprueba o no la hipótesis, para esta investigación, la parte humana también lo es, por ello se decidió entrevistar a los estudiantes y profesores para saber cómo se sintieron trabajando con el modelo, cuáles fueron las ventajas y desventajas que encontraron, entre otros puntos.

4.2.1 Cuestionario a estudiantes

Como se explicó en la sección 3.5, el diseño de la parte cualitativa referente a los estudiantes constó de la aplicación de un cuestionario de cinco preguntas abiertas (ver [apéndice D](#)), misma que se realizó a los tres grupos experimentales participantes en la investigación. El cuestionario exploró las percepciones de los estudiantes sobre el uso de las TIC como base del modelo tecno-educativo para la enseñanza de ciencias, quedando estructurada la percepción de los estudiantes en las siguientes dimensiones: el sentir de los estudiantes al usar las TIC; lo que más les gustó del uso de las TIC; lo que no les gustó del uso de las TIC; la opinión de los estudiantes en cuanto a la forma de trabajo en su clase de ciencias a partir del uso de las TIC, y si les gustaría una utilización más frecuente de las TIC, no solo en su clase de ciencias, sino en sus otras clases.

El cuestionario se efectuó a 27 estudiantes de la secundaria “Lázaro Cárdenas” de Ixtenco, a 28 estudiantes de la secundaria de Atlayanca “12 de octubre” y a 25 estudiantes de la secundaria de Cuapiaxtla “Raíz y compromiso”.

El análisis de los resultados se ejecutó mediante una categorización de las respuestas de los estudiantes en el *software* MAXQDA versión 12, y su frecuencia. Se decidió no reducir más las categorías para no perder información que se consideró relevante en las percepciones de los estudiantes.

En lo que se refiere a la primera dimensión explorada por el cuestionario “El sentir de los estudiantes al usar las TIC”, la mayoría de los estudiantes se sienten bien en términos generales, específicamente sienten que aprenden mejor, están más interesados, se les facilita, les gusta, se divierten, se sienten bien ya que es una forma diferente de aprender, más seguros de sí mismos, les llama la atención, están cómodos, con más información, se sienten bien

porque ponen en práctica lo aprendido, se sienten alegres, felices por aprender. Sin embargo, a un porcentaje menor no les gusta porque se sienten presionados o se le hace aburrido. Los porcentajes de cada respuesta se muestran en la figura 26.

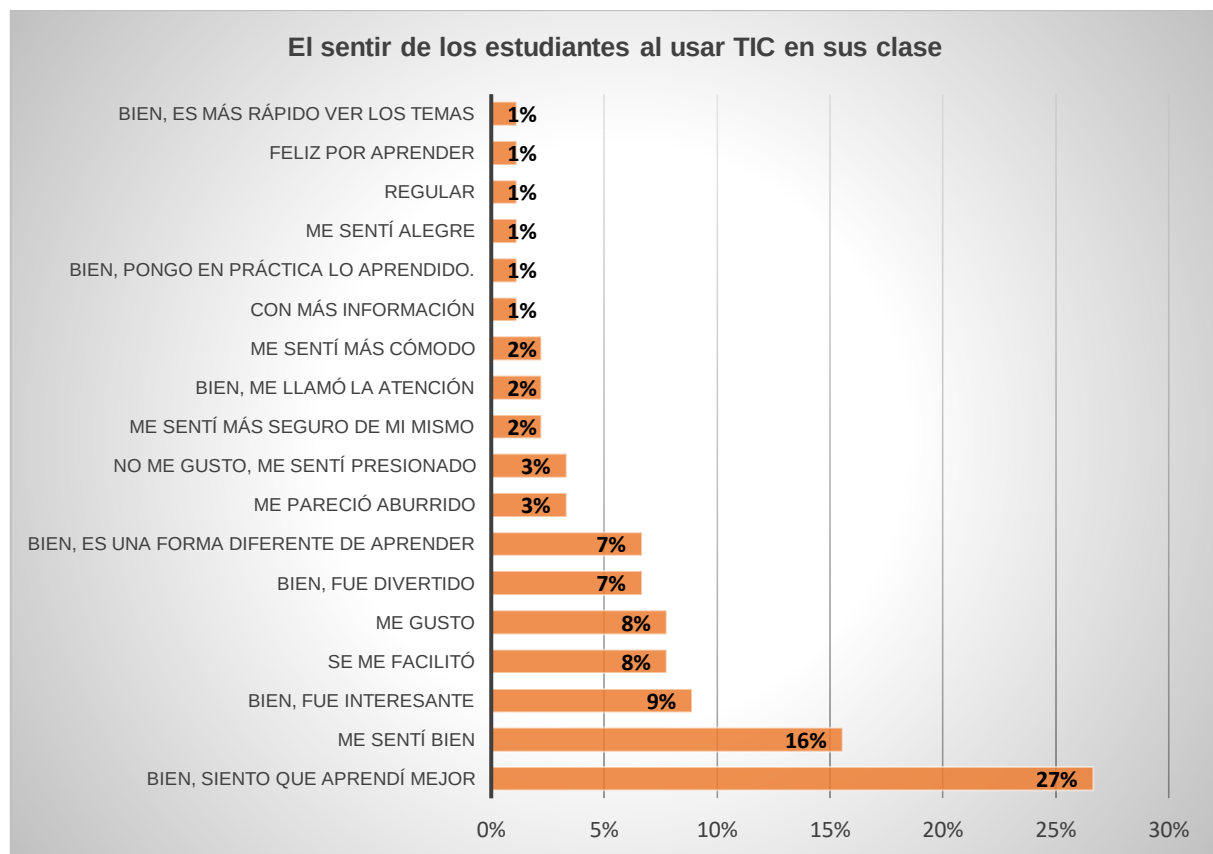


Figura 26. El sentir de los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.
Fuente: elaboración propia.

Para la segunda dimensión del cuestionario “Lo que más les gustó del uso de las TIC”, la mayoría de los estudiantes hacen alusión a alguna herramienta TIC como los simuladores de fenómenos científicos, el uso de la computadora, los videos e imágenes, sin embargo diversas respuestas también aluden a conceptos como: el saber para qué sirven los temas de ciencias en la vida real, el trabajo en equipo, la cantidad de información existente, la variedad de actividades, la facilidad del trabajo y la interactividad. Sin embargo, un porcentaje menor indica que nada les gustó de las TIC en su clase. Los porcentajes de cada respuesta se muestran en la figura 27.

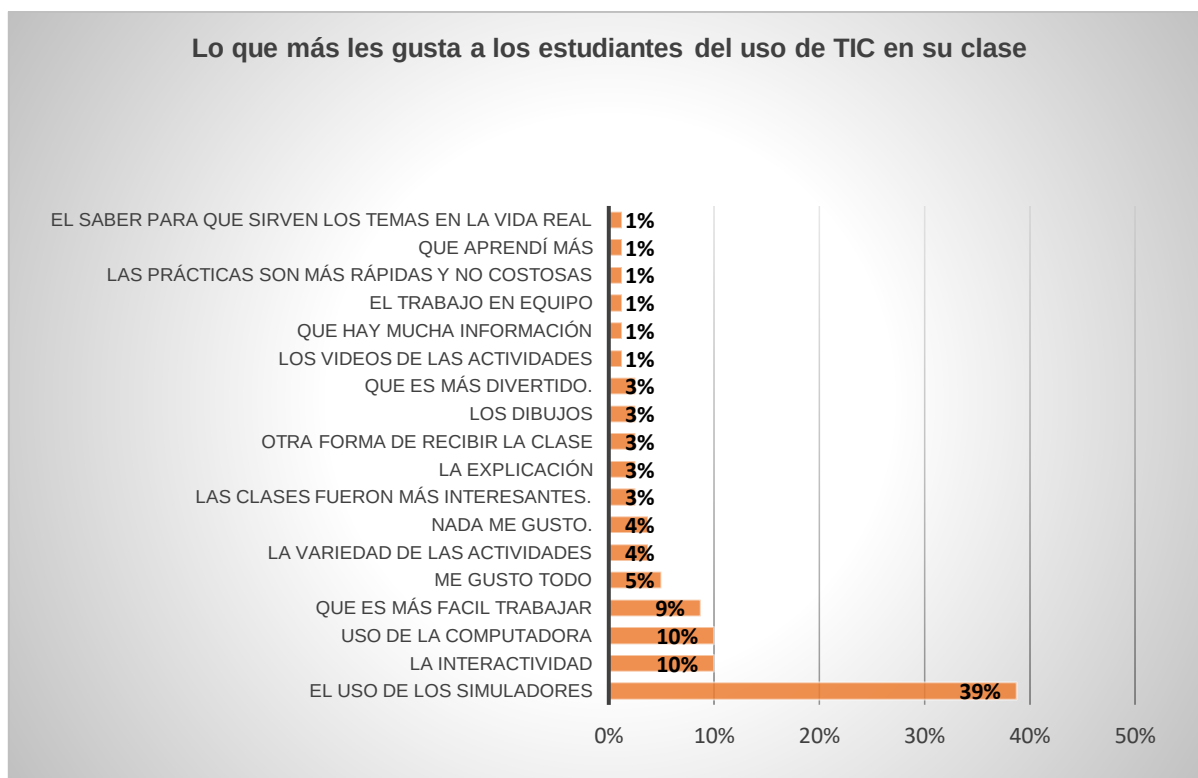


Figura 27. Lo que más les gustó a los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.

Fuente: elaboración propia.

Para la tercera dimensión “Lo que menos les gustó a los estudiantes del uso de TIC en su clase”, el mayor porcentaje de estudiantes comentó que nada, sino más bien que la mayoría de las herramientas TIC les gustó. Un porcentaje considerable mencionó que lo que no les gusto fue el manejo de algunos simuladores, que en ocasiones no entendieron la actividad. Otras respuestas se refirieron a la falta de computadoras en los laboratorios, o fallas en los equipos, también se mencionó el poco tiempo en el cual llevaron su clase. Los porcentajes y todas las respuestas se muestran en la figura 28.

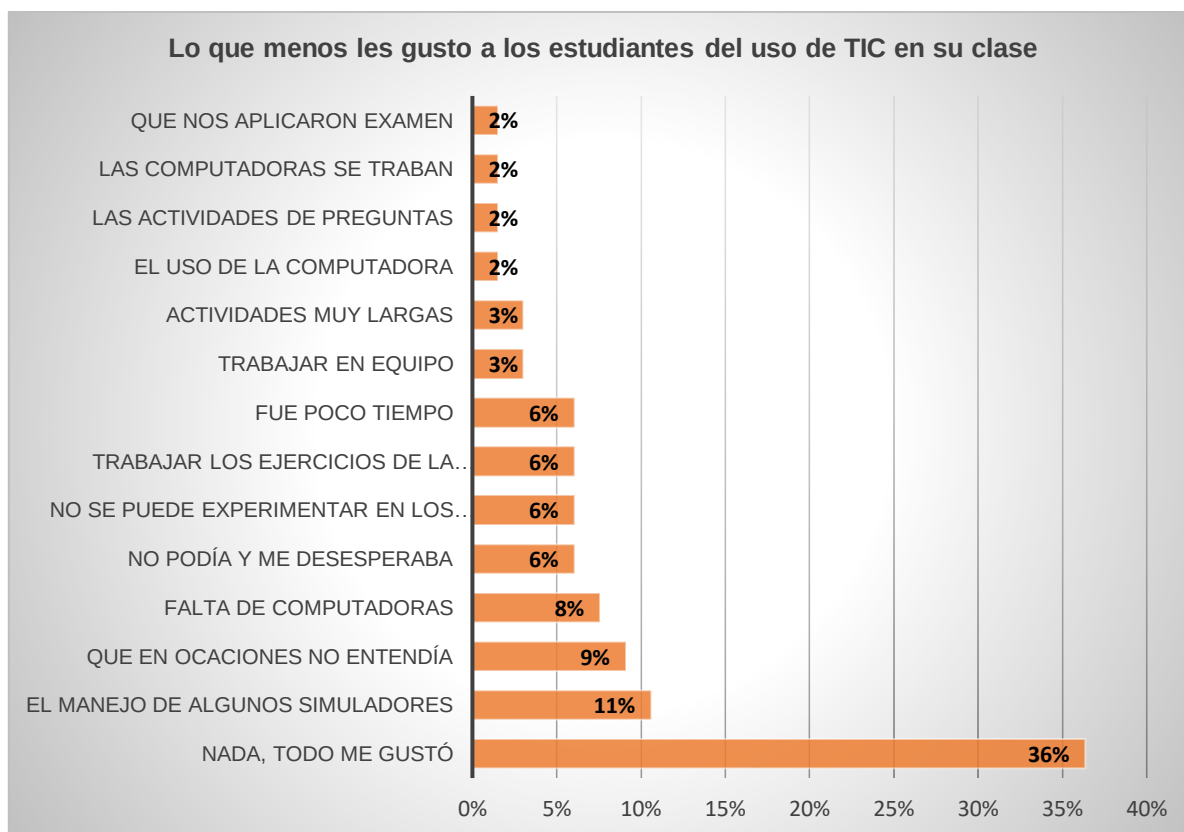


Figura 28. Lo que menos les gustó a los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.

Fuente: elaboración propia.

La cuarta dimensión explorada en los cuestionarios, que se refiere a “La opinión de los estudiantes al usar TIC en su clase”, arroja resultados favorables, con comentarios que hacen referencia a una clase más interesante, divertida y donde pueden aprender mejor, les gusta la forma diferente de aprender, la variedad de actividades y sienten que es una clase más innovadora y útil. Un pequeño porcentaje de estudiantes expresaron que les pareció aburrido. Los porcentajes y todas las respuestas se muestran en la figura 29.

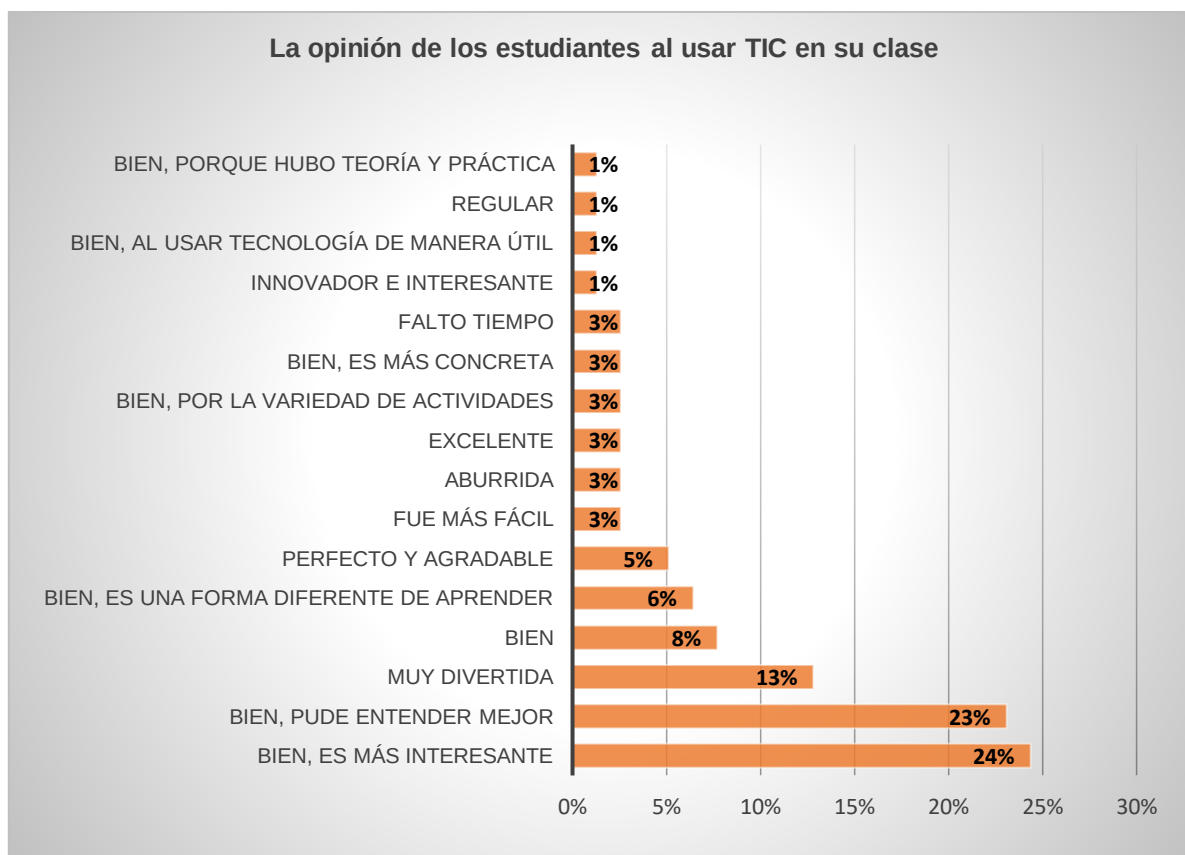


Figura 29. La opinión de los estudiantes al usar herramientas TIC en su clase de ciencias.
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, cuando se cuestionó a los estudiantes sobre si “Les gustaría extender la utilización de TIC a sus otras materias y por más tiempo”, los estudiantes estuvieron a favor de ello ya que aprenderían mejor, y la clase saldría de la rutina siendo más interesante y divertida. A un pequeño porcentaje no le gustaría y un porcentaje aún menor estuvo indeciso. Los porcentajes y todas las respuestas se muestran en la figura 30.

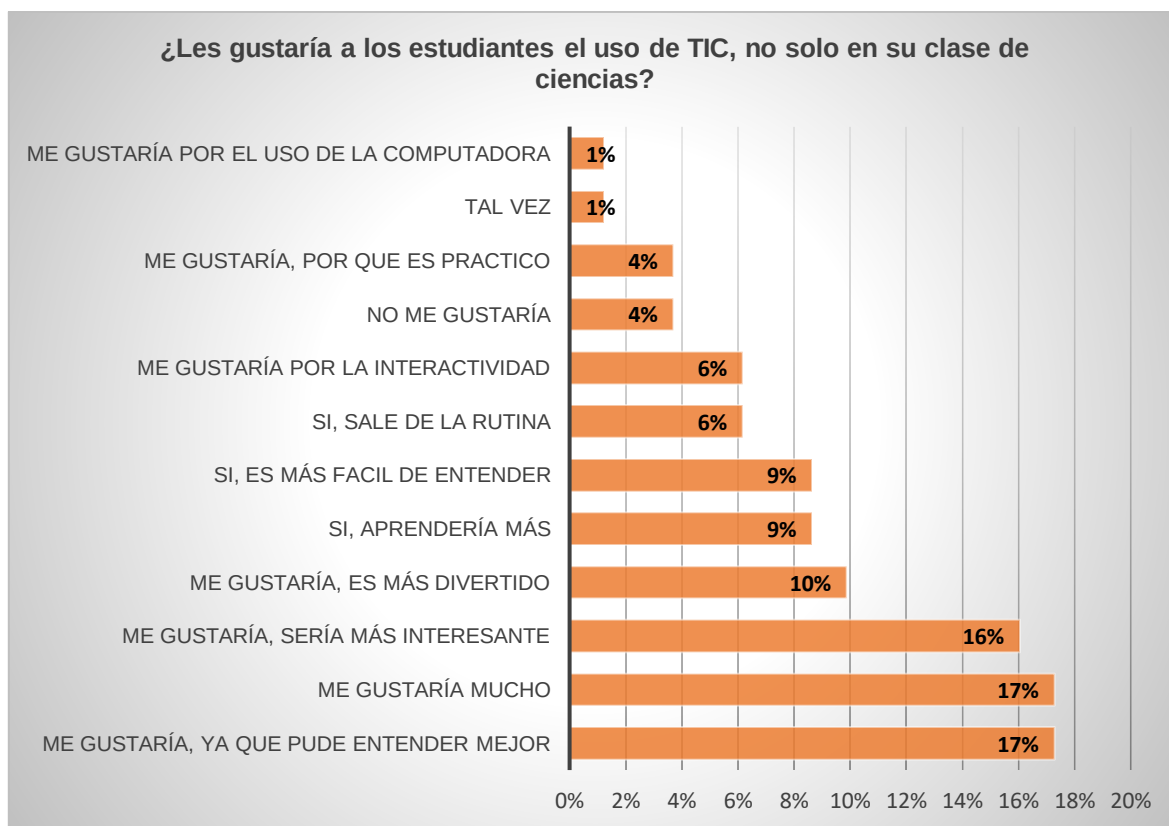


Figura 30. ¿Les gustaría a los estudiantes de secundaria extender a sus demás clases el uso de herramientas TIC?

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran un porcentaje elevado de aprobación de las TIC en las clases de ciencia, a la mayoría de los estudiantes les gustaría extender el uso de estas herramientas al resto de sus materias. Las respuestas de los estudiantes sobre el uso de TIC fueron varias y al analizarlas se pueden vislumbrar ciertas conclusiones, mismas que se abordaran en el capítulo 5.

4.2.2 Las entrevistas a profesores

En cuanto a las percepciones de las profesoras de secundaria de los grupos experimentales, sobre el uso de las TIC implicadas en el modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de las ciencias, se realizó una entrevista semiestructurada (ver [apéndice E](#)).

Con respecto al primer rubro de la entrevista “las perspectivas y frecuencia del uso de las TIC”, después del análisis, se identificó que la frecuencia de uso de las TIC de las profesoras de los grupos experimentales hasta antes del proyecto es muy baja: una vez al

bimestre y solo para actividades de apoyo como proyectar videos o recibir tareas por medio de correo electrónico.

En lo que refiere a la perspectiva que las profesoras tienen de estas herramientas, se pudieron identificar las siguientes categorías: Las TIC como herramientas prácticas y visuales; Las TIC como herramientas para ampliar conocimientos. Las siguientes citas de las profesoras respaldan las categorías mencionadas.

La profesora que en adelante se identificará con la clave PECua (Profesora del grupo Experimental de la secundaria “Raíz y compromiso” del municipio de Cuapiaxtla) menciona que para ella las TIC:

Son herramientas que nos han ayudado a demostrar actividades donde pueden ver cosas que nosotros no podemos ver a simple vista, en el caso de las ciencias, y nos han ayudado en la facilidad, en la rapidez, en que todo puede ser un poquito más visual, como que se les queda un poquito más, es más práctico.

La profesora que en adelante se identificará como PEIxt (Profesora del grupo Experimental de la secundaria “Lázaro Cárdenas” del municipio de Ixtenco) menciona que para ella:

Las TIC son unas herramientas y las considero como un apoyo para reforzar el aprendizaje dentro del aula, ya que mediante la tecnología podemos ampliar más ese conocimiento hacia los alumnos.

La profesora que en adelante se identificará como PEAtz (Profesora del grupo Experimental de la secundaria “12 de octubre” del municipio de Atlazayanca) dijo:

Que las TIC es el uso de la tecnología.

En cuanto a la frecuencia de uso de las TIC en sus clases, la profesora PECua dijo:

Uso las TIC muy poco, realmente es casi mínimo, a veces videos, una práctica, un uso muy limitado.

La profesora PEIxt comentó:

Si no mal recuerdo, lo hacemos una vez al bimestre, en cuanto a usar computadoras y eso porque, por ejemplo, a ellos les pido trabajos y ellos me los envían mediante internet. A lo mejor eso igual cuenta, entonces viene siendo una vez al mes, dependiendo la actividad que yo les llegue a dejar.

Con respecto al segundo rubro de la entrevista “Aprendizaje a través de TIC”, después del análisis de las respuestas de las profesoras, se pudieron identificar las siguientes categorías: Las TIC como determinantes para el aprendizaje; Las TIC como motivadoras para el aprendizaje; Las TIC como apoyo para el aprendizaje. Las siguientes citas de las entrevistas, respaldan las categorías identificadas.

Cuando se cuestionó sobre si consideran que las TIC influyen sobre el el aprendizaje de los estudiantes la profesora PECua dijo que sí:

...porque sí les ayuda, o sea, les ayuda, pero a veces no tenemos el alcance, por ejemplo, hay prácticas, tutoriales; entonces sí les ayuda, pero no todos tenemos esa manera de llevarlo a la clase, es más limitado.

La profesora PEIxt consideró que:

Es motivador, pero, así como que determinante no lo siento tanto. Porque no todos cuentan con internet o no cuentan con alguna tecnología avanzada, por llamarlo así. Acá, de todo el grupo, si acaso unos 15 tendrán celular, los demás ni internet tienen en casa, vaya, ni una televisión. Va a ser determinante si todos tuviéramos el mismo nivel o el mismo contexto, ahí sí.

En esta misma pregunta la profesora PEAtl dijo:

No, siento que no es necesario; sí es un apoyo, pero siento que no es necesario.

Específicamente cuando se cuestionó a las profesoras sobre si el modelo tecnopedagógico utilizado contribuyó a mejorar las competencias científicas de los estudiantes, la profesora PECua mencionó:

...definitivamente sí, porque por ejemplo había personas que no tienen interés, porque cuando les estás hablando de algo que no conocen o no pueden observar, no tienen una idea clara; cuando ya lo están viendo o manejando o manipulando, sí les empieza a interesar.

La profesora PEIxt comentó que:

...sí, sí porque este..., bueno, por ejemplo, cuando no alcanzaban computadora, ¿sabes qué? Cámbiate, ahora le toca responder a tu compañero, y el alumno decía que no, cada quien tiene que pasar y hacer su trabajo, nada de que tú sabes, tú muévete, tú has esto y el otro, entonces yo siento que sí.

La profesora PEAtl dijo:

Mejoró en el sentido de que podían realizar las actividades, o sea, como acercarse un poco más al tema, pero mejorar la competencia no estoy segura.

Dos de las tres profesoras consideraron que el modelo tecno-pedagógico sí contribuyó a mejorar las competencias científicas de los estudiantes, ya que estos mostraban mayor interés y participación en las clases.

Para la última pregunta de este rubro “Aprendizaje a través de las TIC”, que relaciona al material del modelo tecno-pedagógico con el desarrollo de la competencia científica, la profesora PECua mencionó:

Sí, ha hecho mucha conciencia, en primera les ha hecho conciencia, han podido manejar todos los términos, tienen una idea más clara de lo que estuvimos viendo durante el ciclo y, más que nada, te digo que fue el interés que ya empezó a proyectarse, o sea, ya lo vieron de una manera distinta.

La profesora PEAtl dijo que:

Sí, les llamaba mucho la atención, cuando se decía en dos sustancias, ellos lo hacían en todas y bueno, no jugaban, lo utilizaban; entonces siento que sí.

En cuanto al material contenido en el modelo, las tres profesoras consideraron que fue adecuado para el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes.

Con respecto al tercer rubro de la entrevista “Ventajas y desventajas del uso de las TIC”, después del análisis, se identificaron las siguientes categorías de ventajas: Las TIC como generadoras de clases prácticas; Las TIC como generadoras de confianza en los estudiantes; Las TIC como generadoras de estudiantes analíticos y críticos. Las desventajas del uso de TIC en la clase se reflejan en las siguientes categorías: Las TIC y la escasa infraestructura; Las TIC y la baja capacitación de los profesores para utilizarlas. Las categorías identificadas se respaldan en las siguientes citas de las entrevistas a las profesoras:

Cuando se les cuestionó sobre cuáles son las ventajas del uso de las TIC en el salón de clases, la profesora PECua mencionó:

Se hace más práctica la clase, ya es individual, como que cada quien ya empieza a manejar sus conceptos y se van fortaleciendo, sí creo que han mejorado.

Sobre el mismo cuestionamiento, la profesora PEIxt argumentó que:

En los salones..., en los alumnos mayor confianza, más investigadores, incluso analíticos, pueden ser hasta críticos, ‘no, Profa., ¿pero por qué esto?’ ‘Bueno, allá eso en una ciudad y ¿acá cómo lo podemos emplear?’.

Finalmente, la profesora PEAtl comentó:

Pues que damos más atención a los alumnos, para que puedan realizarlo ellos mismos, que pueden interactuar ellos mismos con esto, y pues que los mantiene en el tema.

En el mismo rubro, se preguntó también sobre las desventajas del uso de TIC en los salones de clase, a lo que la profesora PECua respondió:

A lo mejor, cómo te diré, como es un proyecto nuevo, no supe aplicarlo correctamente. Entonces hubo una pequeña falta de información de mí hacia los alumnos, y llegó un momento en el que les pareció demasiado monótono, o sea, ¿si estamos haciendo lo mismo con este y este compuesto, por ejemplo, o con esta

sustancia, y estamos haciendo lo mismo y lo mismo, es repetitivo; entonces llegó un momento en que pareció que era lo mismo y se perdía un poco el interés, entonces ahí pudo haber sido una falla, a la mejor practicarlo un poco más y entonces sí ya aplicarlos directamente con ellos.

La profesora PEIxt comentó:

Puede ser el mal uso que nosotros le lleguemos a dar, puede incluso si lo usamos diario, diario, diario, a los alumnos se les hace tedioso... así de 'ah, ok, otra vez esto, el otro...

En alusión a las desventajas, la profesora PEAtl dijo:

Pues el medio, o sea, me refiero al medio por el uso de la computadora, con la luz, el internet.

Para este rubro, la última pregunta fue sobre problemas no técnicos a los que se enfrentaron en el uso del modelo tecno-pedagógico. La profesora PECua mencionó:

...mmm, problemas no técnicos, que necesito practicar más los simuladores antes de..., para poderlos meter más en el tema.

La profesora PEIxt comentó:

Actividades que nosotros como escuela teníamos. Este... por ejemplo, que las actividades de lectura todos tenemos que hacer la misma actividad, entonces no podíamos ir al aula de medios, inasistencias de los mismos jóvenes, eso es a lo que me pude haber enfrentado.

Por último, la profesora PEAtl argumentó:

No, yo creo que sí se explicaba bien lo que tenían que hacer y cómo. Después de que ellos lo manejaban, entendían lo que tenían que hacer, entonces en lo pedagógico no, no tuve ninguna dificultad.

Los problemas no técnicos que mencionan las profesoras están relacionados con las suspensiones laborales y la poca práctica que tienen principalmente con los simuladores que se utilizan.

Para la cuarta y última parte de la entrevista, se abordó el rubro de “Inclusión de las TIC en la clase de ciencias” con preguntas sobre la posible integración del modelo propuesto en sus clases de ciencias, en donde se identificó una única categoría: La inclusión de las TIC en la clase de ciencias es positiva. Esta categoría se respalda con las siguientes citas de las entrevistas.

La profesora PECua dijo:

Sí, definitivamente sí, porque reforzaría lo que están viendo teóricamente y ya lo están reforzando, y sí es muy práctico para ellos.

La profesora PEIxt mencionó:

Sí, de hecho, sí, sí me gustó para actividades. Efectivamente los simuladores me gustaron para que una vez que yo dé mi clase en el salón: ‘¿saben qué? Ahora sí vámonos a la práctica, vamos al aula’ y los trabajamos. Se me hicieron sencillos para los jóvenes, accesibles; pero conforme íbamos avanzando, se iban dificultando un poquito más, entonces eso me gustó, o sea, sí, sí me gustó y sí los pienso utilizar en mi siguiente ciclo escolar, obviamente si me dan tercero.

En el mismo cuestionamiento la profesora PEAtl argumentó:

Sí, los simuladores me parecieron muy interesantes, de hecho, pensaba utilizarlos, pero como me cambiaron para el siguiente ciclo..., pero sí me llama la atención utilizarlos.

A las tres profesoras les gustaría integrar el modelo en su clase de ciencias, ya que consideran que reforzaría las competencias científicas de los estudiantes al ser más práctico.

Al cierre de la entrevista y de manera abierta, se le pidió a cada una de las profesoras alguna otra opinión en referencia al modelo tecno-pedagógico y su aplicación en su clase de ciencias. La profesora PECua dijo:

Pues en sí, el modelo me parece muy bien, porque se está aplicando desde una teoría visual, desde los conceptos, desde el manejo y, a la mejor, es ponerlo más en práctica un poquito más de tiempo para ver los resultados. Yo reforzaría a la mejor un poquito más de... las tablas, por ejemplo, estaban muy bien, pero a la mejor ahí sería un poquito reforzar un poquito más de diferentes tablas, o a la mejor ponerles diferentes conceptos, complementarlas, en ese sentido, porque es lo que te decía: al tomar el mismo, era repetitivo, entonces llegaba un punto en el que se perdía, 'ah, es lo mismo'. Entonces es interesarlos, interesarlos un poquito más, sería el único.

La profesora PEIxt mencionó:

Bueno el modelo está bien, te digo me agrada porque vienen actividades tanto en computadora como manual, a lo mejor ejercicios un poquito más complicaditos, ahí sí, podríamos modificar esa parte del proyecto, a lo mejor videos más concretos, no tan largos porque se pierde la atención de los jóvenes, pero de ahí, está bien el modelo.

La profesora PEAtl opinó:

No, pues yo creo que todas las sugerencias son en base al material, o sea, lo que a veces platicábamos, es muy importante que utilicen la tecnología siempre y cuando tengamos las herramientas necesarias para utilizarlas, entonces mi opinión es más en esa cuestión, que sí se utilizaran, siempre y cuando estuvieran bien las computadoras.

Algunas de las opiniones más relevantes son en alusión a la mejora del equipo de cómputo en general y a la modificación del grado de dificultad en las actividades propuestas.

Un resumen de la entrevista y las categorías identificadas por cada parte de ella se presenta en la tabla 13.

Tabla 13:

Rubros de la entrevista y categorías identificadas.

Rubro de la entrevista	Categorías identificadas de la opinión de los profesores.
“La perspectiva y frecuencia del uso de las TIC”	• Las TIC como herramientas prácticas y visuales. • Las TIC como herramientas para ampliar conocimientos. • La frecuencia de uso de las TIC en los grupos experimentales es muy baja.
“Aprendizaje a través de TIC”	• Las TIC como determinantes para el aprendizaje. • Las TIC como motivadoras para el aprendizaje. • Las TIC como apoyo para el aprendizaje.
“Ventajas y desventajas del uso de las TIC”	Ventajas: • Las TIC como generadoras de clases prácticas. • Las TIC como generadoras de confianza en los estudiantes. • Las TIC como generadoras de estudiantes analíticos y críticos. Desventajas: • Las TIC y la escasa infraestructura. Las TIC y la baja capacitación de los profesores para utilizarlas.
“Inclusión de las TIC en la clase de ciencias”	• La inclusión de las TIC en la clase de ciencias es positiva.

Fuente: elaboración propia.

CÁPITULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

A partir de la presentación de resultados del apartado anterior, en este capítulo se presenta la discusión de ellos, con el fin de dar respuesta a la pregunta general de investigación indicada en el apartado 1.3. Al final del capítulo se presentan las conclusiones a las que se arriban en el presente trabajo de investigación.

5.1 Discusión de resultados

Para efectos del presente trabajo de investigación se diseñó un modelo tecno-pedagógico para la enseñanza de ciencias, adaptado del propuesto por McFarlane y Sakellariou (2002). Dicha adaptación se puso a prueba con estudiantes de secundarias generales del estado de Tlaxcala para dar respuesta a la pregunta de investigación del presente trabajo que dice: ¿De qué manera contribuye la aplicación de un modelo tecno-pedagógico al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de educación secundaria?

Después del tiempo de aplicación del modelo propuesto y del análisis de los datos tanto cuantitativos como cualitativos. Como se mostró en el capítulo anterior, se pueden ver mejoras en la medición cuantitativa de las competencias científicas de los estudiantes, mismas que se midieron mediante reactivos liberados de la prueba PISA de los años 2006, 2009 y 2012, para la secundaria “12 de Octubre” 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.

La secundaria “Raíz y Compromiso” de Cuapiaxtla, pasó de un promedio de 11.91, a 16.19 después de la intervención.

La secundaria “Lázaro Cárdenas” de Ixtenco 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 (2011), 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 (2015), 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 (2018), 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 (2015), 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 (2004) 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.

Daner y Chee-Kit (2013), presentaron resultados de una investigación que abordó el diseño y desarrollo de un entorno de aprendizaje de ciencias llamado WiMVT (Investigador basado en la Web con Tecnología de Modelado y Visualización). El sistema se diseñó para ayudar a los estudiantes de secundaria a desarrollar una comprensión sofisticada de las concepciones científicas y al proceso de investigación científica, mediante la investigación colaborativa, la interacción social en tiempo real y un modelado progresivo con múltiples herramientas TIC, esta investigación se realizó con 46 estudiantes de dos clases de ciencias de dos secundarias de Singapur, donde al final se reporta la eficacia del entorno en el aprendizaje de ciencia.

Otras iniciativas de inclusión de TIC para la enseñanza de ciencias han ido más allá de la implementación de herramientas tecnológicas, como lo reportan Vázquez-Abad, Brousseau, Waldegg, Mylène, Martínez y Verjovsky (2004) que hablan de comunidades que distribuyen el aprendizaje y la práctica de las ciencias, donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) asumen el papel de herramientas colaborativas para apoyar la construcción social del conocimiento, este proyecto denominado TACTICS (Trabajo Colaborativo y Aprendizaje en Ciencia con Tecnologías de Información y Comunicación) está compuesta por investigadores, estudiantes de posgrado y docentes de secundaria y sus respectivos estudiantes, en Canadá y México y presentan importantes avances en el aprendizaje de esta rama.

En concordancia con las investigaciones mencionadas, en el presente trabajo se reportan mejoras en las competencias de ciencias a partir de un diseño instruccional que tiene como base el uso de diversas herramientas TIC.

Aunque la parte cuantitativa de la investigación hace notar que las competencias científicas de los estudiantes de secundaria mejoran, la parte cualitativa, que, como ya se ha descrito, consistió en cuestionarios a los estudiantes y entrevistas a los docentes, los cuales nos pueden dar mayor claridad sobre qué elementos fueron relevantes para los estudiantes y profesores, pudiendo contribuir a una mejora del aprendizaje en ciencias.

Para ello al analizar la primera pregunta del cuestionario que se realizó a los estudiantes de los tres grupos experimentales, que indagaba sobre el sentir de los estudiantes al utilizar TIC, un porcentaje correspondiente al 94%, manifestaron sentirse bien al utilizar las TIC en su clase de ciencias debido a diversos factores que aluden a:

- Manifestar que aprenden mejor con las TIC que en sus clases tradicionales.
- Interesarse en la clase cuando utilizan TIC.
- Facilitarse la clase.
- Divertirse en clase cuando utilizan TIC.
- Bienestar ya que es una forma diferente de aprender.
- Brindar mayor seguridad con el empleo de TIC.
- Lograr una mayor atención.
- Mostrar comodidad.
- Facilitar la búsqueda de información.
- Practicar lo aprendido en su clase.

Inclusive algunos estudiantes manifestaron sentirse alegres al utilizar las TIC en su clase de ciencias.

Todos esos factores que los estudiantes de los grupos experimentales manifestaron en relación con el uso de las TIC en su clase de ciencias, reflejaron estudiantes motivados; lo cual pudo contribuir a mejorar las competencias científicas, como lo mencionan diversos autores (McFarlane, 2000; OECD, 2005; Trucano, 2005; Blanksat, Blamire y Kefala, 2006; Condie y Munro, 2007). Es decir, la motivación es relevante ya que un estudiante motivado se involucra y concentra más en la clase favoreciendo el aprendizaje.

La segunda pregunta del cuestionario realizado indagó sobre lo que más les gustó del uso de las TIC. Como se explicó en el capítulo anterior, la respuesta número uno, que acumuló al 39% de los estudiantes, fue el uso de simuladores. Le siguieron diversas respuestas que se mencionan de mayor a menor porcentaje acumulado, las cuales representan el 61% restantes.

En esta misma pregunta, algunos estudiantes mencionaron conceptos intangibles, como la facilidad para trabajar, lo interesante de las clases, el trabajo en equipo, etc. Sin embargo, la mayoría de las respuestas aluden a cosas tangibles, específicamente, el uso de simuladores, el uso de computadoras y los videos. Esta identificación de elementos en los estudiantes está en concordancia con autores como (Condie y Munro, 2007), quienes mencionan que diversos estudios han demostrado que la naturaleza visual de algunas tecnologías, particularmente animaciones, simulaciones e imagería móvil involucra más a los estudiantes y refuerza la comprensión de conceptos.

En este sentido, otro estudio que resalta es el de Cox, Abbott, Webb, Blakeley, Beauchamp y Rhodes (2003), quienes encontraron que para las clases de ciencias, las animaciones y simulaciones reforzaban la comprensión de conceptos y que las TIC podían crear un rango de diagramas y otras representaciones gráficas de conceptos y procesos que no son posibles con recursos tradicionales.

El cuestionario aplicado a los estudiantes también tomó en consideración lo que menos les gustó del uso de TIC en su clase de ciencias, y la respuesta principal estuvo acorde con las dos anteriores, ya que el mayor porcentaje de los estudiantes mencionó que todo les había gustado del uso de TIC en su clase. Las respuestas que completaron el porcentaje total de estudiantes hacían alusión a que lo que no les había agradado fueron elementos relacionados con las malas condiciones de las computadoras, el poco tiempo de aplicación del modelo, el manejo de algunos simuladores y que no era lo mismo experimentar en el laboratorio que en los simuladores. En lo que respecta a las condiciones de la infraestructura TIC, como menciona Selwyn (2004), es evidente que mejores condiciones de trabajo permiten dar un uso más significativo y efectivo a las TIC por parte de los estudiantes.

La cuarta pregunta explorada en el cuestionario recopiló la opinión de los estudiantes al usar TIC en su clase, las respuestas de los estudiantes de los grupos experimentales fueron coherentes con las respuestas anteriores, ya que las respuestas se categorizaron en opiniones positivas como, que las clases fueron más interesantes, pudieron entender mejor, las clases fueron más divertidas, las clases fueron más fáciles, al mismo tiempo los estudiantes volvieron a resaltar opiniones favorables, lo innovador de las clases, la variedad de actividades, lo concreto de la clase, la practicidad y lo útil de usar TIC.

Finalmente, la última pregunta del cuestionario a los estudiantes interrogó sobre si les gustaría extender la utilización de TIC a sus otras materias y por más tiempo. El mayor porcentaje de ellos el 95%, estuvo a favor por diversas razones entre las que se mencionan que les gustaría porque pueden entender mejor, les es más interesante, más divertido, sienten que aprenden más, les es más fácil de entender, salen de la rutina, y porque es más interactivo y práctico.

En términos generales todas las preguntas del cuestionario realizado a los estudiantes muestran opiniones positivas sobre el uso de las TIC en sus clases de ciencias.

Como ya se mencionó, el que los estudiantes se sintieran bien y motivados sobre el uso de TIC es un factor a considerar para explicar la mejora en las competencias científicas reflejadas en las pruebas cuantitativas.

Las mejoras en el nivel de aprendizaje a partir de la aplicación del modelo tecnopedagógico, no depende exclusivamente de los estudiantes, sino también de las capacidades, actitudes y creencias pedagógicas de los profesores como lo comentan (Erkan y ChanMin, 2017; Tondeur, Braak, Ertmer y Ottenbreit, 2017; Suárez, Almerich, Orellana, y García, 2018). Por ello, para cerrar el apartado de análisis y discusión de los resultados, es importante revisar las entrevistas que se realizaron a las tres profesoras de los grupos experimentales en cuanto a los usos y creencias que tienen respecto de las TIC en el salón de clase.

Lo que se identificó en este ámbito, reflejan que al igual que lo perciben los estudiantes, las profesoras creen que las herramientas TIC son prácticas y que ayudan a sus estudiantes a aprender mejor y a ampliar sus conocimientos. Así los hallazgos indican que las TIC son herramientas prácticas y visuales que ayudan a los estudiantes a tener un mejor

aprendizaje, y que ayudan a ampliar el conocimiento de los estudiantes. Al respecto de esto Webb y Cox (2004) mencionan que cuando los profesores usaban su conocimiento tanto de la asignatura como de la forma como los estudiantes entendían la asignatura, su uso de las TIC tenía un efecto más directo en el logro del estudiante.

En la entrevista a las profesoras también se identificó que la frecuencia de uso de las TIC hasta antes del proyecto era muy baja: una vez al bimestre y solo para actividades de apoyo tales como proyectar videos o recibir tareas por medio de correo electrónico. Esta identificación de poco uso concuerda con lo que mencionaron los estudiantes acerca del poco tiempo de uso de las TIC fuera del marco del proyecto.

Así mismo, se puede decir que las TIC son determinantes y motivadoras para el aprendizaje, además de ser un apoyo para el aprendizaje, pero no son determinantes para el mismo. Al igual que los alumnos, las tres maestras perciben que las TIC son motivadoras para sus estudiantes, pero solo una las considera determinantes.

Las profesoras también consideraron que el modelo tecno-pedagógico sí contribuyó a mejorar las competencias científicas de los estudiantes, ya que en la aplicación, ellas percibieron que los estudiantes mostraban mayor interés y participación en las clases. Lo anterior es congruente con las respuestas de los estudiantes cuando manifestaron que a través del uso de las TIC ellos tienen un mayor interés en su clase de ciencias.

Finalmente, tanto profesores como estudiantes mencionaron que la integración de las TIC en sus clases de ciencias reforzaría lo que están viendo teóricamente, sería práctico para la clase, sería más sencillo aprender para los estudiantes y tendrían clases más interesantes. Sin embargo, algunos autores señalan que para que un profesor use adecuadamente las TIC necesita un acceso adecuado a infraestructura y recursos digitales (Andrew, 2004; Becta, 2005), así como apoyo técnico permanente (Trucano, 2005).

En resumen, como se pudo apreciar, desde una perspectiva cuantitativa, la aplicación del modelo tecno-pedagógico se reflejó en la obtención de mejores calificaciones en las competencias científicas de los estudiantes. Esta parte se complementó con las percepciones que alumnos y maestros de los grupos experimentales tuvieron sobre el uso de las TIC. Desde esta perspectiva cualitativa, se pudo apreciar que los estudiantes se sienten más motivados a

partir del uso de las TIC y los profesores también perciben esta motivación en estudiantes más interesados, analíticos y críticos en las clases de ciencias. El análisis de los resultados nos lleva a emitir las siguientes conclusiones.

5.2 Conclusiones

Cabe recordar que la pregunta general que guió el presente proyecto de investigación fue ¿De qué manera contribuye la aplicación de un modelo tecno-pedagógico en la enseñanza de las ciencias para el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes de educación secundaria del estado de Tlaxcala? Así como el objetivo general que era evaluar la eficacia de un modelo tecno-pedagógico en la clase de ciencias, encaminado al desarrollo de competencias científicas en estudiantes de secundaria en el estado de Tlaxcala.

El cumplimiento del objetivo general de la investigación se pudo observar en el instrumento que medía las competencias científicas y se puede concluir que, en los casos de los grupos experimentales, los promedios de las calificaciones avanzaron en Atzayanca, al tener grupos no normales, de una mediana de 7 aciertos, antes de la intervención, a 15 aciertos, después de ella. En el caso de la secundaria de Cuapiaxtla, el promedio de las calificaciones avanzó de 11.91 aciertos, antes de la intervención, a 16.19 aciertos, después de ella. Finalmente, en el caso de la secundaria de Ixtenco, avanzó de 13.08 aciertos, antes de la intervención, a 15.73 aciertos, al final de ella.

El periodo de prueba del modelo tecno-pedagógico fue de dos meses; sin embargo, un periodo más largo de prueba podría traducirse en mejores competencias científicas de los estudiantes de secundaria.

En el caso de la secundaria de Ixtenco, donde los grupos de control y experimentales arrancaron en igualdad de circunstancias después de la pre-prueba, al realizar la pos-prueba, a pesar de que el promedio de calificaciones aumentó en el grupo experimental, no se puede asegurar estadísticamente que hay mejoras significativas en las calificaciones.

Las calificaciones que medían las competencias científicas de los estudiantes fueron más altas en los grupos experimentales en los tres casos de las secundarias estudiadas. No obstante, la respuesta a la pregunta general del proyecto de investigación va más allá del análisis de los resultados del instrumento que midió las competencias científicas de los estudiantes, por lo que al finalizar la parte cuantitativa se aplicaron entrevistas a profesores y cuestionarios a estudiantes sobre sus percepciones del uso de TIC en su clase de ciencias.

En el caso de los estudiantes, se puede concluir que la manera en la que contribuyó la aplicación del modelo tecno-pedagógico al desarrollo de las competencias científicas fue debido a que:

- Se sintieron bien en términos generales, ya que expresaron que aprenden mejor, están más interesados, se les facilita, les gusta, se divierten, se sienten bien, más seguros de sí mismos, les llama la atención, están cómodos, con más información, ponen en práctica lo aprendido, se sienten alegres y felices, ya que es una forma diferente de aprender.
- Lo que más les gustó de la clase fue el uso de las TIC, específicamente el manejo de los simuladores de fenómenos científicos, el uso de la computadora, los videos e imágenes, además de conceptos no tangibles como: el saber para qué sirven los temas de ciencias en la vida real, el trabajo en equipo, la cantidad de información existente, la variedad de actividades, la facilidad del trabajo y la interactividad.
- Lo que menos les gusto fue la falta de computadoras en los laboratorios, fallas en los equipos y el poco tiempo en el cual llevaron su clase; consideran que un periodo mayor de aplicación del modelo hubiera sido mejor.
- La opinión que tienen los estudiantes sobre el uso de TIC se refleja en una clase más interesante, divertida y donde pueden aprender mejor, les gusta la forma diferente de aprender, la variedad de actividades y sienten que es una clase innovadora y útil.

- Finalmente se concluye que a los estudiantes les gustaría una inclusión definitiva de las TIC no solo en su clase de ciencias sino en todas sus materias al considerar que el uso de estas herramientas se reflejaría en un mejor aprendizaje, clases más interesantes, divertidas, fáciles de entender e interactivas.

Para el caso de los profesores, en referencia a las percepciones del uso del modelo tecno-pedagógico, se puede concluir que:

- Para los profesores de los grupos experimentales las TIC son herramientas tecnológicas que apoyan y refuerzan el aprendizaje por sus características visuales y prácticas.
- La frecuencia de uso de las TIC por parte de las profesoras hasta antes del proyecto era muy baja, una vez al bimestre y solo para actividades de apoyo como proyectar videos o recibir tareas por medio de correo electrónico.
- Solo una profesora de los grupos experimentales considera que las TIC son determinantes para el aprendizaje; sin embargo, ninguna cree tener en sus escuelas la infraestructura de TIC que marque un elemento diferenciador para el aprendizaje.
- Dos de las tres profesoras consideraron que el modelo tecno-pedagógico contribuyó a mejorar las competencias científicas de los estudiantes, ya que estos mostraban mayor interés y participación en las clases.
- En cuanto al material contenido en el modelo, las tres profesoras consideraron que fue adecuado para el desarrollo de las competencias científicas de los estudiantes.
- Las profesoras creen que las ventajas de las TIC se ven reflejadas en: clases más prácticas, estudiantes más autónomos, confiados, analíticos y críticos.
- Entre las desventajas más relevantes mencionadas por las profesoras están: el poco acceso a las TIC y lo monótono o tedioso que pueden llegar a ser si no se diversifican y actualizan las actividades y herramientas empleadas en el modelo tecno-pedagógico propuesto.
- Los problemas no técnicos que mencionan las profesoras están relacionados con las suspensiones laborales y la poca práctica que tienen con los simuladores que se utilizan.

- A las tres profesoras les gustaría integrar el modelo tecno-pedagógico en sus clases de ciencias, ya que consideran que reforzaría las competencias científicas de los estudiantes al ser más práctico.

Aunque la aplicación de las TIC en los procesos educativos es inquietante y cambiante, en este trabajo de investigación y con base en la información vertida por los participantes (estudiantes y profesores), se percibió que la aplicación de estas herramientas, desde enfoques didáctico constructivistas reflejados en lo que se conceptualizó como modelo tecno-pedagógico, favoreció las competencias científicas de los estudiantes. También se reflejó en elementos como el sentido de bienestar y la motivación de los estudiantes en sus clase, que son principios importantes para el aprendizaje.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Nuestra intención con el presente trabajo de investigación ha sido alimentar la discusión de la inclusión de las TIC en la educación para poder brindar una enseñanza de calidad que contribuya a la formación integral de los estudiantes y que los prepare para ser participantes activos en una sociedad cambiante.

Para el futuro se proponen las siguientes líneas y/o temas de investigación:

- Aplicación del modelo tecno-pedagógico en el sistema de secundarias generales del estado de Tlaxcala.
- Desarrollo de diseños tecno-educativos coherentes y útiles a profesores y estudiantes.
- Creación de ambientes de aprendizaje a partir del uso de TIC.
- Realizar trabajos orientados al desarrollo de competencias científicas a través de la mediación tecnológica en la educación.
- Aplicar herramientas como: animaciones y simulaciones para ver los resultados en el aprendizaje de los estudiantes de las clases de ciencias.
- Analizar la aplicación de TIC desde componentes cognitivos y episodios relacionados a reacciones emocionales, para observar sus efectos en el aprendizaje de las ciencias.

REFERENCIAS

- Andrew, J. (2004). *A review of the research literature on barriers to the uptake of ICT by teachers*. London, UK: Becta.
- Area, M. (2011). 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. Recuperado de: http://bibliotecadigital.educ.ar/uploads/contents/areamoreira_RIE_efectos1a1escuela0.pdf
- Area, M., Cepeda, O., Gonzáles, D., y Sanabria, A. (2011). UN ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES DIDÁCTICAS CON TIC EN AULAS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA. *Revista de Medios y Educación* (38), 187-199. Recuperado de https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/22645/file_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arias, F. G. (1999). *EL PROYECTO DE INVESTIGACION Guía para su elaboración*. Caracas, Venezuela: Episteme.
- Balanskat, A., Blamire, R., y Kefala, S. (2006). The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe. Recuperado de: <http://ec.europa.eu/education/doc/reports/doc/ictimpact.pdf>.
- Becta (2005), Research Report: Becta Review. Evidence on the progress of ICT in education. Recuperado de: http://dera.ioe.ac.uk/1427/1/becta_2006_bectareview_report.pdf
- Benítez, R. [Roberto Benítez]. (2011, octubre 31). La causa de todas las enfermedades [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=2VyPEwIjwgA>
- Berrío, D. [David Berrio]. (2009, mayo 15). La emergente sociedad del conocimiento [Archivo de video]. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=chQv6_rQ2fM

- Blancas, J. L., y Rodríguez, D. P. (2013). Uso de tecnologías en la enseñanza de las ciencias el caso de una maestra de biología de secundaria. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9 (1), 162-186. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134129372008.pdf>
- Bravo, J. L. (2000). *El video educativo*. Madrid, España: Instituto de Ciencias de la Educación.
- Brunner, J. J. (agosto de 2000). Globalización y el futuro de la educación: tendencias, desafíos, estrategias. *Seminario sobre Prospectivas de la Educación en América Latina y el Caribe*. Seminario llevado a cabo en Santiago de Chile.
- Campoy, T. J., y Gomes, E. (2009). Técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. En A. P. Vallejo (Ed.), *Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación* (273-300). Madrid, España: EOS.
- Candela, A., Gamboa, F., Rojano, T., Sánchez, A., Carvajal, E., y Alvarado, C. (2012). Capítulo 3 Recursos y apoyos didácticos. En F. Flores-Camacho. (Ed), *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México* (57-76). D.F., México: INEE.
- Carneiro, R. (2009). Las TIC y los nuevos paradigmas educativos: la transformación de la escuela en una sociedad que se transforma. En R. Carneiro, J. C. Toscano, y T. Díaz. (Ed), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (15-28). Madrid, España: Fundación Santillana.
- Carretero, M. (2004). ¿Qué es el constructivismo? Constructivismo y educación. *Revista ULSA*, 39-71. Recuperado de: http://www.educando.edu.do/userfiles/p0001/file/que_es_el_constructivismo.pdf
- Castells, M. (2009). La apropiación de las tecnologías cultura juvenil en la era digital. En M. Moragos, y J. Becker, (Ed.), *Telos81 Cuadernos de Comunicación e Innovación* (81-111). Madrid España: Fundación Telefónica.

- Cédric, H., Vries, E., Girault, I. y Marzin P. (2004). Exploiting Distance Technology to Foster Experimental Design as a Neglected Learning Objective in Labwork in Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (4), 425-434.
- Cheng-ping, C. y Chang-Hwa, W. (2015). Employing Augmented-Reality-Embedded Instruction to Disperse the Imparities of Individual Differences in Earth Science Learning. *J Sci Educ Technol*, 24, 835-847. DOI 10.1007/s10956-015-9567-3
- Coll, C. (2004). Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación. Una mirada constructivista. *Revista Electrónica Sinéctica*, (25), 1-24. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/998/99815899016.pdf>
- Coll, C. (2009). 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.
- Coll, C., Onrubia, J., y Mauri, T. (2007). Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*, 38 (3), 377-400. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/970/97017407003.pdf>
- Condie, R., y Munro, B. (2007). *The Impact of ICT in Schools: a landscape review*. London, UK: Becta.
- Cornell University, INSEAD, y WIPO. (2013). *The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation*, Geneva, Switzerland.
- Cox, M., Abbott, M., Webb, B., Blakeley, T., Beauchamp, M., y Rhodes, A. (2003). ICT and attainment: A review of the research literature ICT in Schools. *Research and Evaluation*, 17, 1-7.

Da Cruz, L. (2009). Las condiciones de la innovación para la incorporación de las TIC en la educación. En R. Carneiro, J. C. Toscano, y T. Díaz. (Ed), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (127- 138). Madrid, España: Fundación Santillana.

Daner, S. y Chee-Kit, L. (2013). Designing a Web-Based Science Learning Environment for Model-Based Collaborative Inquiry. *J Sci Educ Technol*, 22, 73–89. DOI 10.1007/s10956-012-9377-9

Delors, J. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Paris, Francia: UNESCO

Deslauriers, L., Schelew, E., y Wieman, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science*, 332, 882-886. DOI: 10.1126/science.1201783

Deslauriers, L., Schelew, E., y Wieman, C. (2011). Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. *Science Magazine*, 332, 862-864. Recuperado de: https://info.maths.ed.ac.uk/assets/files/LandT/Deslauriers_Science_May2011.pdf

Díaz, F. (2014). *Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina Caso México*. Buenos Aires, Argentina: UNICEF.

Díaz, F., y Hernández, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. D.F., México: Mc Graw Hill.

Díaz, F. (2005). 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. Recuperado de: http://cursa.ihmc.us/rid=1197697109500_1928608710_8051/c56art1.pdf

Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2), 1-13. Recuperado de:

http://148.208.122.79/mcpd/descargas/Materiales_de_apoyo_3/Diaz%20Barriga%20estrategias%20situadas.pdf

Díaz-Barriga, Á. (2013). TIC en el trabajo del aula. Impacto en la planeación didáctica. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 4 (10), 3-21. Recuperado de: <http://scielo.unam.mx/pdf/ries/v4n10/v4n10a1.pdf>

Edel, R. (2010). ENTORNOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE La contribución de lo “virtual” en la educación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 15 (44), 7-15. Recuperado de <http://scielo.unam.mx/pdf/rmie/v15n44/v15n44a2.pdf>

Erkan, E. y ChanMin, K. (2017). Episode-centered guidelines for teacher belief change toward technology integration. *Education Tech Research*, 65, 1041-1065. DOI 10.1007/s11423-017-9518-1

Escontrela, R., y Stojanovic, L. (2004). La integración de las TIC en la educación: Apuntes para un modelo pedagógico pertinente. *Revista de Pedagogía*, 1-15.

Gómez, O. [Oscar Gómez Peña]. (2015, enero 10). Arquímedes y la densidad de los cuerpos [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ElKHAR4LDIE&t=5s>

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. D.F., México: McGRAW-HILL.

Hochberg, K., Kuhn, J., y Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 1- 19. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9731-7>

INEE (2013). *México en PISA 2012*. D.F., México: INEE

INEE. (2015). *Panorama Educativo de México 2014 Indicadores del Sistema Educativo Nacional Educación Básica y Media superior*, D.F., México: INEE.

INEGI. (febrero de 2015). Cuéntame. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/analfabeta.aspx?tema=P>

Koehler, M. J., y Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1), 60-70. Recuperado de: <http://128.192.17.191/EMAT7050/articles/KoehlerMishra.pdf>

Leister, J. [Jon Leister]. (2008 2 de Julio). Three Phases of Educational Technology [Archivo de video] recuperado de: https://www.youtube.com/channel/UCFXC1WxFgtfviK_GTbZzUHg.

McFarlane, A., y Sakellariou, S. (2002). The Role of ICT in Science Education. *Cambridge Journal of Education*, 32 (2), 219-232. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03057640220147568>

Marcelo, C. (2001). Rediseño de la práctica pedagógica: factores, condiciones y procesos de cambios en los tele-transformadores. *Reunión Técnica Internacional sobre el uso de TIC en el Nivel de Formación Superior Avanzada*. Reunión llevada a cabo en Sevilla, España.

Martín, E., y Marchesi, Á. (2006). *Propuestas de introducción en el currículum de las competencias relacionadas con las TIC*. Buenos Aires, Argentina: IIPE-UNESCO.

Martín, O. (2009). 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.

Mendenhall, W., Beaver, R. J., y Beaver, B. M. (2010). *Introducción a la probabilidad y estadística*. D.F., México: Cengage Learning.

- Méndez, D. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de física. *Miscelánea Comillas Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 70 (136), 199-224. Recuperado de: <https://revistas.upcomillas.es/index.php/miscelaneacomillas/article/view/724/600>
- Monje, C. A. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica*. Neiva, Colombia: Facultad de Ciencias Sociales y Humanas.
- Morles, V. (1994). *Planeamiento y análisis de investigaciones*. Caracas, Venezuela: El dorado.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París, Francia: UNESCO.
- Ocampo, J. (2005). José Vasconcelos y la Educación Mexicana. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 7, 139-159. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/869/86900707.pdf>
- OECD. (2005). *Are students ready for a technology-rich world? What PISA studies tell us*. Paris, France: Centre for Educational Research and Innovation, OECD.
- OCDE. (2010). *Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE*. París, Francia: OCDE.
- OCDE. (2006). *PISA 2006 MARCO DE LA EVALUACIÓN Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. París, Francia: OCDE.
- Onrubia, J. (2005). Aprender y enseñar en entornos virtuales: actividad conjunta, ayuda pedagógica y construcción del conocimiento. *Revista de Educación a Distancia*, 2-16. Recuperado de: <http://revistas.um.es/red/article/view/24721/24041>

- Panagiotis, Z., Stylianos, S., Demetrios, G. S. y Stefanos, F. (2015), Towards Competence-Based Learning Design Driven Remote and Virtual Labs Recommendations for Science Teachers. *Tech Know Learn*, 20, 185-199. DOI 10.1007/s10758-015-9256-6
- Pantoja, A., y Huertas, A. (2010). Integración de las TIC en la asignatura de Tecnología de Educación Secundaria. *Revista de medios y educación*, (37), 225-237. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/368/36815118018.pdf>
- Pedrinaci, E. (2006). Ciencias para el mundo contemporáneo ¿una materia para la participación ciudadana? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (49), 9-19. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2029043>
- Prensky, M. (2011). *Enseñar a nativos digitales. Una propuesta pedagógica para la sociedad del conocimiento*. Madrid, España: SM.
- Rojano, T. M. (2005). *Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología: Modelos de transformación de las prácticas y la interacción social en el aula*. D.F., México: Dirección General de Materiales de la Subsecretaría de Educación Básica, de la SEP.
- Rojano, T. (2003). Incorporación de entornos tecnológicos de aprendizaje a la cultura escolar: Proyecto en matemáticas y ciencias. *Revista Iberoamericana de educación*, (33), 135-165. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/800/80003309.pdf>
- Sanmartí, N. (2005). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. En D. Couso, E. Cadillo, E. A. Perafán, y A. Aduríz-Bravo (Eds.). *UNIDADES DIDACTICAS EN CIENCIAS Y MATEMATICAS* (pp. 13-57). Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Sebastián, R. [Rubén Sebastián]. (2004, julio 10). Molaridad o concentración molar [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=t0Yjw1x2I64>

Sebastián, R. [Rubén Sebastián]. (2015, mayo 14). Qué es el pH [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=CnGv7NsZheA>

Selwyn, N. (2004). Reconsidering political and popular understandings of the digital divide. *New Media & Society*, 6(3), 341–362.

Suárez, J., Almerich, G., Orellana, N. y García, I. (2018). A basic model of integration of ICT by teachers: competence and use. *Education Tech Research*. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9591-0>

SEP. (15 de marzo de 2015). Enfoque centrado en competencias. D.F., México: Dirección General de Educación Superior para Profesionales de la Educación (DGESPE). Obtenido de http://www.dgespe.sep.gob.mx/reforma_curricular/planes/lepri/plan_de_estudios/enfoque_centrado_competencias

SEP. (2011). *Plan de estudios 2011. Educación Básica*. D.F., México: Secretaría de Educación Pública.

SEP. (2013). *Programa Sectorial de Educación 2013 - 2018*. México, México: Impresora y Encuadernadora Progreso (IEPSA).

SEP. (octubre de 2015). Sistema Interactivo de Consulta de Estadística Educativa. Secretaria de Educación Pública. Recuperado de <http://planeacion.sep.gob.mx/principalescifras/>

Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. D.F., México: LIMUSA.

Tobón, S. (2006). *Formación basada en competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctico*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

Tondeur, J., Braak, J., Ertmer, P.A. y Ottenbreit, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of

qualitative evidence. *Education Tech Research*, 65, 555-575. DOI 10.1007/s11423-016-9481-2

Trucano, M. (2005). Knowledge Maps: ICT in Education. Washington, E.U: Infodev/World Bank.
Recuperado de: <http://www.infodev.org/en/Publication.8.html>

University of Colorado Boulder. (2017). Phet Interactive Simulation. Colorado, E.U.: University of Colorado Boulder. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu/es/>

UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. París, Francia: UNESCO.

USET. (1 de diciembre de 2016). Secretaría de Educación Pública del Estado de Tlaxcala. Tlaxcala, México: Recuperado de <http://www.septlaxcala.gob.mx/index.html>

Vázquez-Abad, J., Brousseau, N., Waldegg, G., C., Mylène, V., Martínez, A., y Verjovsky, J. P. (2004). Fostering Distributed Science Learning Through Collaborative Technologies. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 227-232.

Vázquez, A. [Academia-Vázquez]. (2013, marzo 2). pH: Ácidos y Bases [Archivo de video].
Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zzNnc5zIKwE>

Webb, M., y Cox, M. (2004). A Review of Pedagogy Related to Information and Communications Technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 13, (3). Recuperado de: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14759390400200183?needAccess=true>

Zorrilla, M. (2004). La educación secundaria en México: al filo de su reforma REICE. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2 (1), 1-23. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/551/55120106.pdf>

Apéndice A

Instrumento utilizado como pre y pos prueba



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos

Instrumento de Evaluación

**“Reactivos liberados para ciencias de la prueba PISA
2000, 2003 y 2006”**

**Proyecto de investigación: “Aplicación del modelo
ECNES, para el desarrollo de las competencias en
ciencias de los estudiantes de secundarias generales del
estado de Tlaxcala”**

Objetivo: Evaluar el grado de aplicación del pensamiento científico de los estudiantes de secundaria en situaciones de su vida cotidiana a partir del conocimiento y capacidades adquiridas dentro como fuera del contexto escolar, mostrando su nivel de competencias en esta área.

Nombre del estudiante: _____ Grupo: _____

Fecha de aplicación: _____ Escuela Sec. Gral.: _____

OZONO

Lee el siguiente fragmento de un artículo sobre la capa de ozono.

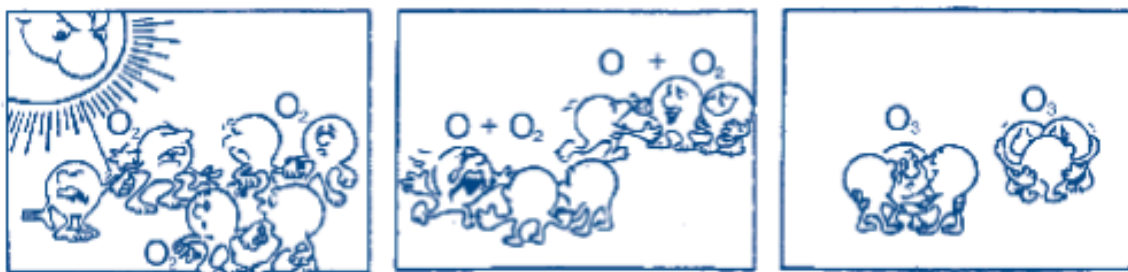
5 La atmósfera es un océano de aire y un recurso natural imprescindible para mantener la vida en la Tierra. Desgraciadamente, las actividades humanas basadas en intereses nacionales o personales están dañando de forma considerable a este bien común, reduciendo notablemente la frágil capa de ozono que actúa como un escudo protector de la vida en la Tierra.

10 Las moléculas de ozono están formadas por tres átomos de oxígeno, a diferencia de las 10 moléculas de oxígeno que consisten en dos átomos de oxígeno. Las moléculas de ozono son muy poco frecuentes: menos de diez por cada millón de moléculas de aire. Sin embargo, durante miles de millones de años, su presencia en la atmósfera ha jugado un papel esencial en la protección de la vida sobre la Tierra. Dependiendo de dónde se localice, el ozono puede proteger o perjudicar la vida en la Tierra. El ozono en la troposfera (hasta 10 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono «malo» y puede dañar los tejidos pulmonares y las plantas. Pero
15 alrededor del 90 por ciento del ozono que se encuentra en la estratosfera (entre 10 y 40 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono «bueno» y juega un papel beneficioso al absorber la peligrosa radiación ultravioleta (UV-B) procedente del Sol.

20 Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol. En las últimas décadas la cantidad de ozono ha disminuido. En 1974 se planteó la hipótesis de que los gases clorofluorocarbonos (CFC) podrían ser la causa de esta disminución. Hasta 1987, la evaluación científica de la relación causa-efecto no era tan
25 suficientemente convincente como para involucrar a los clorofluorocarbonos. Sin embargo, en septiembre de 1987, diplomáticos de todo el mundo se reunieron en Montreal (Canadá) y se pusieron de acuerdo para fijar unos límites estrictos al uso de los clorofluorocarbonos.

Pregunta 1.1

En el texto anterior no se menciona cómo se forma el ozono en la atmósfera. De hecho, cada día se forma una cierta cantidad de ozono a la vez que otra cantidad de ozono se destruye. La siguiente tira cómica ilustra el modo en que se forma el ozono.



Supón que tienes un tío que intenta entender el significado de esta tira. Sin embargo, no estudió ciencias en el colegio y no entiende qué trata de explicar el autor de los dibujos. Tu tío sabe que en la atmósfera no hay hombrecillos pero se pregunta qué representan estos hombrecillos en la tira, qué significan estos extraños símbolos O_2 y O_3 y qué procesos se describen en la tira. Supón que tu tío sabe:

- que O es el símbolo del oxígeno, y
- lo que son los átomos y las moléculas.

Escribe una explicación de la tira cómica para tu familiar. En tu explicación, utiliza las palabras átomos y moléculas del mismo modo en el que se utilizan en las líneas 6 y 7 del texto.

.....

.....

.....

.....

Pregunta 1.2

El ozono también se forma durante las tormentas eléctricas. Esto produce el olor característico que aparece después de esas tormentas. En las líneas 10 a 15 el autor diferencia entre «ozono malo» y «ozono bueno».

De acuerdo con el artículo, ¿el ozono que se forma durante las tormentas eléctricas es «ozono malo» u «ozono bueno»?

Escoge la respuesta correcta que va seguida de la explicación correcta según el texto.

¿Ozono malo u ozono bueno?		Explicación:
A	Malo	Se forma cuando hace mal tiempo.
B	Malo	Se forma en la troposfera.
C	Bueno	Se forma en la estratosfera.
D	Bueno	Huele bien.

Pregunta 1.3

En las líneas 17 y 18 se dice: «Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol».

Nombra una de estas enfermedades específicas.

.....

.....

MAÍZ

Los tres ítems siguientes se han extraído de una unidad llamada Maíz. El estímulo es un artículo de periódico sobre un agricultor, Auke Ferweda, que quema maíz en su estufa a modo de combustible. Es el siguiente:

.....Ferwerda señala que el maíz que se utiliza como pienso para el ganado es, en realidad, un tipo de combustible. Las vacas comen maíz para conseguir energía. Pero, según explica Ferwerda, la venta del maíz como combustible en lugar de como pienso podría ser mucho más rentable para los granjeros.

Ferwerda sabe que el medio ambiente recibe cada vez más atención y que la legislación estatal para proteger el medio ambiente cada vez es más compleja. Lo que Ferwerda no acaba de entender es la cantidad de atención que se está dedicando al dióxido de carbono. Se le considera la causa del efecto invernadero. También se dice que el efecto invernadero es la causa principal del aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra. Sin embargo, desde el punto de vista de Ferweda no hay nada malo en el dióxido de carbono. Al contrario, él aduce que las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno para los seres humanos.

Él afirma: “Ésta es un área agrícola y los agricultores cultivan maíz. Tiene una etapa larga de crecimiento, absorbe mucho dióxido de carbono y emite mucho oxígeno. Hay muchos científicos que dicen que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero”.

Pregunta 2.1

Ferwerda compara el uso del maíz como combustible con el maíz que se usa como alimento.

La primera columna de la tabla siguiente contiene una lista de fenómenos que pueden producirse cuando se quema maíz como combustible.

¿Se producen también esos fenómenos cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?

Rodea con un círculo Sí o No para cada uno de ellos.

Cuando se quema maíz:	¿Tiene también esto lugar cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?
Se consume oxígeno	Sí / No
Se produce dióxido de carbono.	Sí / No
Se produce energía	Sí / No

Competencia requerida: Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

Pregunta 2.2

En el artículo se describe la transformación del dióxido de carbono: "...las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno..."

Hay más sustancias que participan en esta transformación aparte del dióxido de carbono y el oxígeno. La transformación puede representarse de la siguiente manera:

Dióxido de carbono + agua $\longrightarrow$ oxígeno +

Escribe en el cuadro el nombre de la sustancia que falta.

Competencia requerida: Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

Pregunta 2.3

Al final del artículo, Ferwerda se refiere a los científicos que dicen que el dióxido de carbono no constituye la causa principal del efecto invernadero.

Carolina encuentra la siguiente tabla, en la que se muestran ciertos resultados de las investigaciones sobre los cuatro gases principales causantes del efecto invernadero.

Efecto invernadero relativo por molécula de gas

Dióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso	Clorofluorocarbonos
1	30	160	17.000

A partir de esta tabla, Carolina concluye que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero. No obstante, esta conclusión es prematura. Estos datos deben combinarse con otros datos para poder concluir si el dióxido de carbono es o no la causa principal del efecto invernadero.

¿Qué otro dato debe conseguir Carolina?

- A. Datos sobre el origen de los cuatro gases.
- B. Datos sobre la absorción de los cuatro gases que realizan las plantas.
- C. Datos sobre el tamaño de cada uno de los cuatro tipos de moléculas.
- D. Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

Competencia requerida: Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

BRILLO DE LABIOS

La tabla siguiente tiene dos recetas de cosméticos que se pueden hacer en casa.

La barra de labios es más dura que el brillo de labios, que es suave y cremoso.

BRILLO DE LABIOS	BARRA DE LABIOS
Ingredientes: 5 g de aceite de ricino 0,2 g de cera de abeja 0,2 g de cera de palmera 1 cucharada pequeña de colorante 1 gota de aroma alimentario	Ingredientes: 5 g de aceite de ricino 1 g de cera de abeja 1 g de cera de palmera 1 cucharada pequeña de colorante 1 gota de aroma alimentario
Instrucciones: Caliente el aceite y las ceras al baño maría hasta obtener una mezcla homogénea. Añada el colorante y el aroma y mézclelo todo.	Instrucciones: Caliente el aceite y las ceras al baño maría hasta obtener una mezcla homogénea. Añada el colorante y el aroma y mézclalo todo.

Pregunta 3.1

Al hacer la barra de labios y el brillo de labios, el aceite y las ceras se mezclan entre sí. El colorante y el aroma se añaden después.

La barra de labios hecha con esta receta es dura y no es fácil utilizarla. ¿Cómo cambiarías la proporción de los ingredientes para hacer una barra de labios más blanda?

.....

.....

.....

Pregunta 3.2

Aceites y ceras son sustancias que se mezclan bien entre sí. El agua no se mezcla con los aceites, y las ceras no son solubles en agua.

Si se vuelca mucha agua dentro de la mezcla de la barra de labios cuando se está calentando, ¿qué ocurrirá con mayor probabilidad?

- A. Se producirá una mezcla más cremosa y blanda.
- B. La mezcla se hará más dura.
- C. La mezcla apenas cambiará.
- D. Grumos grasos de la mezcla flotarán sobre el agua.

Pregunta 3.3

Cuando se añade un emulsionante, éste hace que se mezclen bien los aceites y las ceras con el agua.

¿Por qué el jabón y el agua limpian una mancha de barra de labios?

- A. El agua tiene un emulsionante que permite que se mezclen el jabón y la barra de labios.
- B. El jabón actúa como un emulsionante y permite que el agua y la barra de labios se mezclen.
- C. Los emulsionantes de la barra de labios permiten que el jabón y el agua se mezclen.
- D. El jabón y la barra de labios se combinan y forman un emulsionante que se mezcla con el agua.

EL PAN



Un cocinero hace el pan mezclando harina, agua, sal y levadura. Una vez mezclado todo, coloca la mezcla en un recipiente durante varias horas para que se produzca el proceso de la fermentación. Durante la fermentación, se produce un cambio químico en la mezcla: la levadura (un hongo unicelular) transforma el almidón y los azúcares de la harina en dióxido de carbono y alcohol.

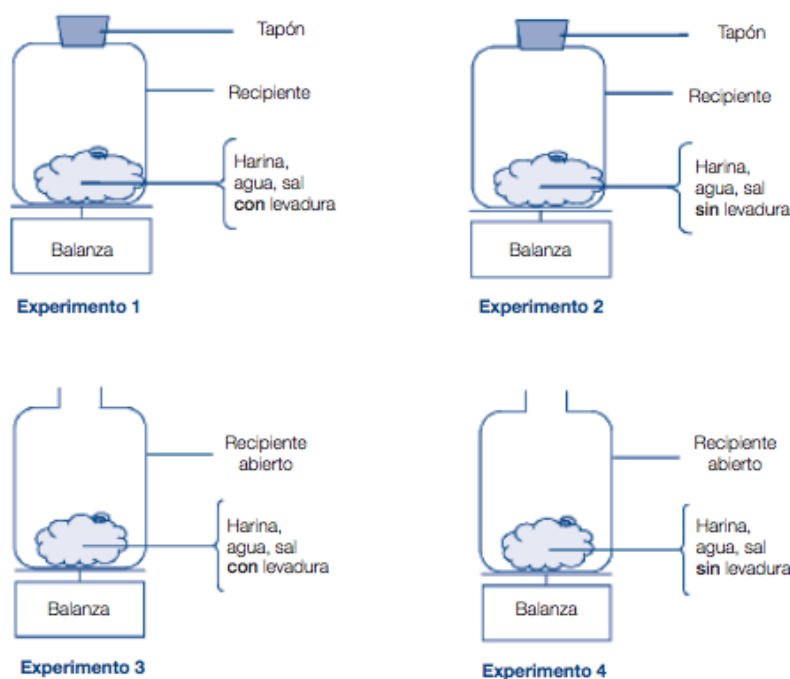
Pregunta 4.1

La fermentación hace que la mezcla se hinche. ¿Por qué se hincha?

- A. Se hincha porque se produce alcohol, que se transforma en gas.
- B. Se hincha porque los hongos unicelulares se reproducen dentro de ella.
- C. Se hincha porque se produce un gas, el dióxido de carbono.
- D. Se hincha porque la fermentación transforma el agua líquida en vapor.

Pregunta 4.2

Algunas horas después de haber hecho la mezcla, el cocinero la pesa y observa que su masa ha disminuido. La masa de la mezcla es la misma al comienzo de cada uno de los cuatro experimentos que se muestran abajo. ¿Qué dos experimentos debería comparar el cocinero para determinar si la levadura es la responsable de la pérdida de masa?



- El cocinero debería comparar los experimentos 1 y 2.
- El cocinero debería comparar los experimentos 1 y 3.
- El cocinero debería comparar los experimentos 2 y 4.
- El cocinero debería comparar los experimentos 3 y 4.

Pregunta 4.3

En la mezcla, la levadura transforma el almidón y los azúcares de la harina mediante una reacción química en la que se producen dióxido de carbono y alcohol.

¿De dónde provienen los átomos de carbono que forman parte del dióxido de carbono y del alcohol?

Marca con un círculo la respuesta, Sí o No, para cada una de las posibles explicaciones siguientes.

¿Es correcta esta explicación sobre la procedencia de los átomos de carbono?	¿Sí o No?
Algunos átomos de carbono provienen de los azúcares.	Sí / No
Algunos átomos de carbono formaban parte de las moléculas de sal.	Sí / No
Algunos átomos de carbono provienen del agua.	Sí / No

Pregunta 4.4

Cuando la mezcla de pan hinchada (fermentada) se cuece en el horno, las burbujas de gas y vapor que hay en la mezcla se dilatan.

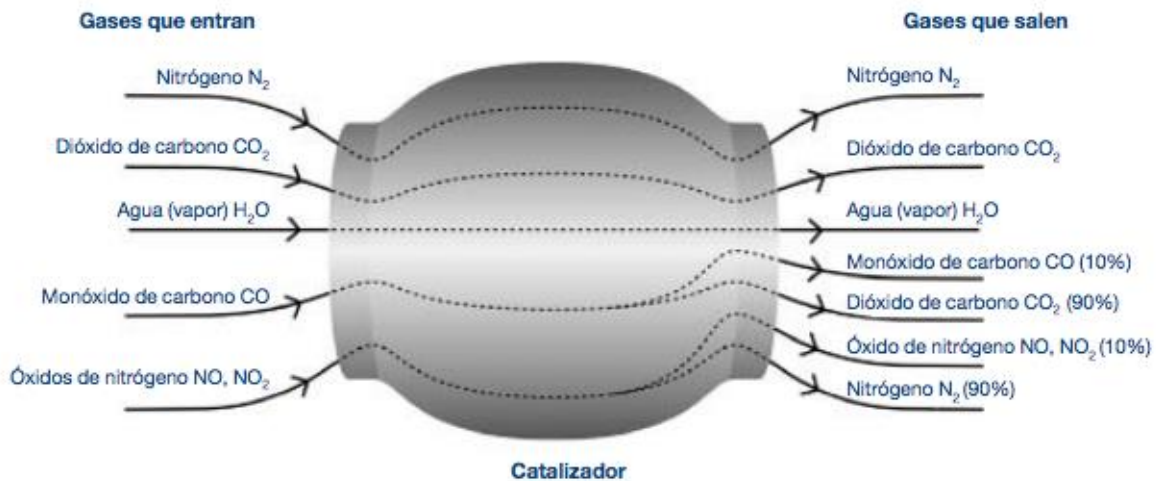
¿Por qué se dilatan los gases y los vapores al calentarse?

- A. Sus moléculas se hacen más grandes.
- B. Sus moléculas se mueven más deprisa.
- C. Aumenta su número de moléculas.
- D. Sus moléculas entran en colisión con menos frecuencia.

EL CATALIZADOR

La mayor parte de los coches modernos están equipados con un catalizador. Este catalizador hace que los gases de escape del coche sean menos perjudiciales para las personas y para el medio ambiente.

Aproximadamente el 90% de los gases tóxicos son transformados en gases menos perjudiciales. Aquí podemos ver los gases que entran y salen del catalizador.



Pregunta 5.1

Utiliza la información de la figura anterior para dar un ejemplo de cómo el catalizador hace que los gases de escape sean menos perjudiciales.

.....
.....

Pregunta 5.2

En el interior del catalizador, los gases sufren cambios. Explica qué es lo que sucede en términos de átomos y de moléculas.

.....
.....
.....

Pregunta 5.3

Observa los gases que expulsa el catalizador. Señala un problema que los ingenieros y científicos que trabajan diseñando catalizadores deberían resolver para que los gases de escape producidos sean aún menos perjudiciales.

.....
.....

Pregunta 5.4 (Actitudes)

¿Te interesa la información siguiente?

Marca sólo una casilla en cada fila

	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a) Saber las diferencias que existen entre los diversos carburantes de coches en cuanto a la cantidad de gases tóxicos emitidos.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Comprender mejor qué ocurre en el interior de un catalizador.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Conocer los vehículos que no emiten gases tóxicos por el tubo de escape.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas Cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas de un tipo de roca llamada mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida.



Pregunta 6.1

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

.....
.....

El efecto de la lluvia ácida en el mármol puede simularse sumergiendo astillas de mármol en vinagre durante toda una noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen prácticamente el mismo nivel de acidez. Cuando se pone una astilla de mármol en vinagre, se forman burbujas de gas. Puede medirse la masa de la astilla de mármol seca antes y después del experimento.

Hoja 15 de 21

Pregunta 6.2

Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente, la astilla se extrae y se seca. ¿Cuál será la masa de la astilla de mármol seca?

- A Menos de 2,0 gramos.
- B Exactamente 2,0 gramos.
- C Entre 2,0 y 2,4 gramos.
- D Más de 2,4 gramos.

Pregunta 6.3

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche. Explica por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

.....

.....

Pregunta 6.4 (Actitudes)

¿Te interesa la información siguiente?

Marca sólo una casilla en cada fila.

	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a) Saber qué actividades humanas son las que más contribuyen a la producción de lluvia ácida.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios que han sido dañados por la lluvia ácida.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

Pregunta 6.5 (Actitudes)

¿En qué medida estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes?

Marca sólo una casilla en cada fila.

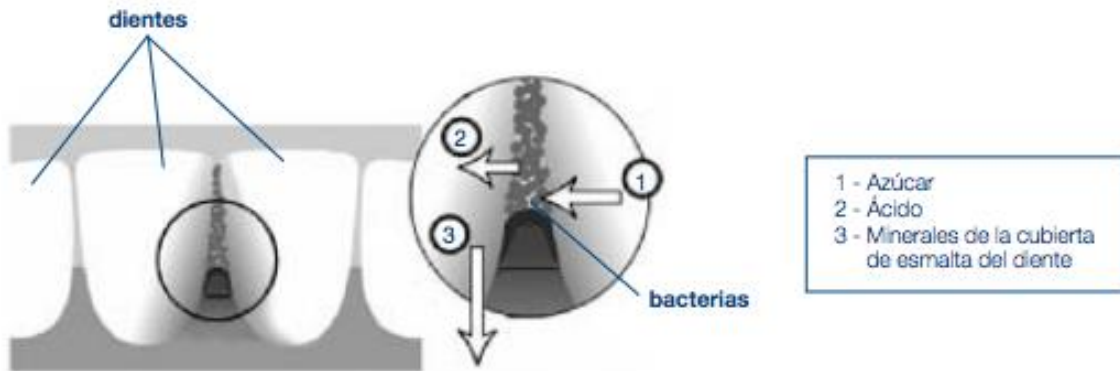
	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

LA CARIES DENTAL

Las bacterias que viven en nuestra boca provocan caries dental. La caries ha sido un problema desde el año 1700, cuando el azúcar se hizo accesible, gracias al desarrollo de la industria de la caña de azúcar.

Hoy en día sabemos mucho sobre la caries. Por ejemplo:

- Las bacterias que provocan la caries se alimentan de azúcar.
- El azúcar se transforma en ácido.
- El ácido daña la superficie de los dientes.
- El cepillado de los dientes ayuda a prevenir la caries.

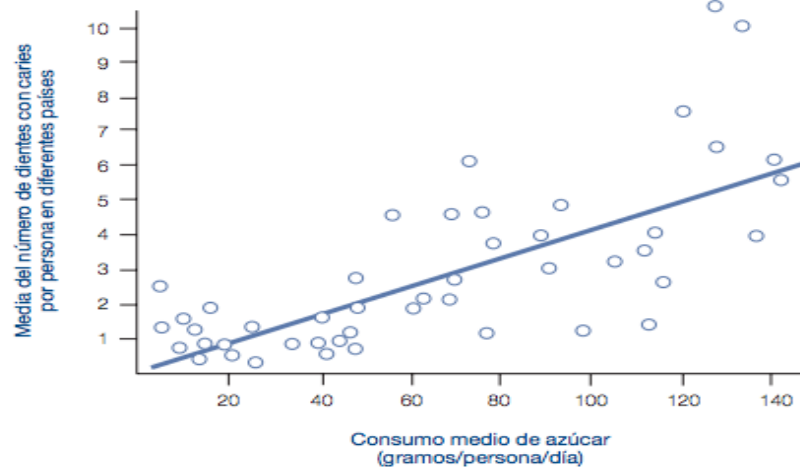


Pregunta 7.1

¿Cuál es el papel de las bacterias en la aparición de la caries dental?

- A Las bacterias producen esmalte.
- B Las bacterias producen azúcar.
- C Las bacterias producen minerales.
- D Las bacterias producen ácido.

Pregunta 7.2 La gráfica siguiente muestra el consumo de azúcar y el número de caries en diferentes países. Cada país está representado en la gráfica por un punto.



Entre las afirmaciones siguientes, ¿cuál está respaldada por los datos de la gráfica?

- A. En algunos países, la gente se cepilla los dientes con más frecuencia que en otros.
- B. Mientras más azúcar coma la gente, más posibilidades tienen de tener caries.
- C. En los últimos años, el índice de caries ha aumentado en muchos países.
- D. En los últimos años, el consumo de azúcar ha aumentado en muchos países.

Pregunta 7.3

Un país tiene un número elevado de caries por persona.

En ese país, ¿podrían responderse las preguntas siguientes sobre la caries dental con ayuda de experimentos científicos?

Marca con un círculo la respuesta, Sí o No, para cada pregunta.

¿Podría responderse esta pregunta sobre la caries dental con ayuda de experimentos científicos?	¿Sí o No?
¿Cuál sería el efecto sobre las caries dentales si se añade flúor al suministro de agua corriente?	Sí / No
¿Cuánto debería costar una visita al dentista?	Sí / No

Pregunta 7.4 (Actitudes)

¿Te interesa la información siguiente?

Marca sólo una casilla en cada fila

	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a) Observar en el microscopio cómo son las bacterias que producen las caries.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Saber del desarrollo de una vacuna para prevenir las caries.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Comprender cómo los alimentos sin azúcar pueden también provocar caries.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

FUMAR TABACO

El tabaco se fuma en forma de cigarrillos, puros o en pipa. Ciertas investigaciones científicas han demostrado que las enfermedades relacionadas con el tabaco matan cada día a unas 13.500 personas en el mundo. Se predice que, para 2020, las enfermedades relacionadas con el tabaco originarán el 12% del total de muertes.

El humo del tabaco contiene sustancias nocivas. Las sustancias más perjudiciales son el alquitrán, la nicotina y el monóxido de carbono.

Pregunta 8.1 El humo del tabaco se inhala en los pulmones. El alquitrán del humo se deposita en los pulmones y les impide funcionar de forma adecuada.

¿Cuál de las siguientes funciones es propia del pulmón?

- A. Bombear sangre oxigenada a todas las partes del cuerpo.
- B. Transferir el oxígeno del aire que respiras a la sangre.
- C. Purificar la sangre reduciendo a cero su contenido en dióxido de carbono.
- D. Transformar las moléculas de dióxido de carbono en moléculas de oxígeno.

Pregunta 8.2

Fumar tabaco aumenta el riesgo de padecer cáncer de pulmón y otras enfermedades.

¿Aumenta el riesgo de padecer las siguientes enfermedades por fumar tabaco?

Marca con un círculo la respuesta, Sí o No, en cada caso.

¿Fumar aumenta el riesgo de padecer esta enfermedad?	¿Sí o No?
Bronquitis	Sí / No
VIH / SIDA	Sí / No
Varicela	Sí / No

Pregunta 8.3

Algunas personas usan parches de nicotina para dejar de fumar. Los parches se pegan a la piel y liberan nicotina a la sangre. Esto ayuda a reducir la ansiedad y eliminar los síntomas de abstinencia cuando la gente deja de fumar.

Para estudiar la efectividad de los parches de nicotina, se escoge al azar a un grupo de 100 fumadores que quieren dejar de fumar. Este grupo será sometido a estudio durante seis meses. La efectividad de los parches de nicotina se determinará contando el número de personas que no han conseguido dejar de fumar al final del estudio.

Entre los siguientes, ¿cuál es el mejor diseño experimental?

- A. Poner parches a todas las personas del grupo.
- B. Poner parches a todo el grupo excepto a una persona que tratará de dejar de fumar sin parches.
- C. Cada persona elige si quiere llevar parche o no para dejar de fumar.
- D. Se escoge al azar a una mitad del grupo que llevará parches, y la otra mitad no los llevará.

Pregunta 8.4

Para persuadir a la gente de que deje de fumar se emplean varios métodos.

Las formas siguientes de luchar contra el tabaco, ¿se basan en la tecnología?

Marca con un círculo la respuesta, Sí o No, en cada caso

¿Se basa en la tecnología este método para dejar de fumar?	¿Sí o No?
Aumentar el precio de los cigarrillos.	Sí / No
Fabricar parches de nicotina que ayuden a la gente a abandonar los cigarrillos.	Sí / No
Prohibir fumar en las zonas públicas.	Sí / No

Pregunta 8.5 (Actitudes)

¿Te interesa la información siguiente?

Marca sólo una casilla en cada fila.

	Me interesa mucho	Me interesa a medias	Me interesa poco	No me interesa
a) Conocer cómo el alquitrán reduce la eficiencia de los pulmones.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Comprender por qué la nicotina es adictiva.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Aprender cómo se recupera el cuerpo después de dejar de fumar.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

Apéndice B

Guía para las unidades didácticas

Propuesta de planeación didáctica "Tema"	
Datos generales:	
Nombre del profesor: _____	
Escuela: _____	Grado: _____
Ciclo escolar: _____	Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____
Objetivo de enseñanza:	
Son los objetivos del proceso de enseñanza o ideas matriz generalmente deben de responder a:	
• ¿Qué se considera importante enseñar? • ¿Cómo aprenden mejor los alumnos? • ¿Cómo es mejor enseñar?	
Objetivos específicos:	
Estos incluyen aparte de la idea matriz, los valores e intereses de todo enseñante, orientaciones de las políticas educativas de cada país, antecedentes del grupo clase en cuanto a hábitos de conocimientos previos también se concreta en este apartado la identificación de dificultades y obstáculos que se pretende ayudar a superar.	
Contenidos	
<i>Pueden ser:</i>	
Conceptuales: Relacionados con teorías y conceptos	
Experienciales: Relación con fenómenos naturales y de la vida cotidiana	
Del Pensamiento: Relacionados con la comprensión de los contenidos científicos.	
Actitudinales: Relacionados con las formas de actuar en la sociedad	

Actividades

De inicio: Explicaciones iniciales, planteamientos del problema o hipótesis iniciales.

De introducción de nuevos contenidos: Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar.

De estructuración del conocimiento: Actividades de síntesis de elaboración de conclusiones

De generalización: Actividades de aplicación de transferencia a otros conceptos

Criterios de evaluación:

Inicial: Evaluación de exploración de conocimientos previos.

Formativa: Evaluación a lo largo de todo el proceso de enseñanza.

Final: Evaluación que refleja el grado de apropiación de los objetivos de enseñanza.

Gestión del aula:

Se propone que esta gestión este orientada a crear entornos de aprendizaje que fomenten un ambiente de clase y valores favorables a la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo que fomenten el intercambio de puntos de vista, el respeto, su confrontación y elaboración de propuestas consensuadas.

Apéndice C

Unidades didácticas

Soluciones



Propuesta de planeación didáctica "Densidad"	
Datos generales: Nombre del profesor: _____ Escuela: _____ Grado: _____ Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____	
Objetivo de enseñanza: Al finalizar la unidad didáctica el estudiante describirá el concepto de densidad su relación con la masa y el volumen de un objeto, relacionando estos conceptos con fenómenos de la vida diaria.	
Objetivos específicos: • Explicar cómo los objetos de masa similar pueden tener diferentes volúmenes, y cómo los objetos de volumen similar pueden tener diferentes masas. • Explicar por qué cambiando la masa o el volumen de un objeto no afecta su densidad (es decir, entender la densidad como una propiedad intensiva). • Medir el volumen de un objeto mediante la observación de la cantidad de líquido que desplaza. • Identificar un material desconocido calculando su densidad y comparándolo con una tabla de densidades conocidas.	
Contenidos Conceptuales: • Densidad. • Masa. • Volumen. Del Pensamiento:	

- Crea objetos personalizados para explorar los efectos de la masa y el volumen sobre la densidad.

Experienciales:

- Utiliza escalas para medir la masa de objetos.
- Mide el volumen de los objetos con métodos como sumergirlos en agua.

Actividades

De inicio:

- Exploración de ideas previas a través de preguntas como:
¿Por qué los objetos como la madera flotan en el agua? ¿Depende el tamaño?
- Exploración de ideas previas a través del video *“Arquímedes y la densidad de los cuerpos”*

<https://www.youtube.com/watch?v=EIKHAR4LDIE>



- Solicite a los estudiantes que ellos propongan una solución para comprobar que la corona del rey ocupó todas las monedas de oro que el rey dio para su corona, antes que en el video se dé la solución.

Tiempo estimado: 30 min.

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisar la información del concepto de densidad del siguiente enlace:
http://www.windows2universe.org/glossary/density_defn.html&lang=sp

- Revise el tema de densidad en el libro de texto, realice las explicaciones de concepto y formula a los estudiantes.

Tiempo estimado 20 min.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, en el bloque denominado “a medida” figura 1, indique a los estudiantes que seleccionen dos objetos (madera, hielo, ladrillo o aluminio) y que realicen tres variaciones en la masa o el volumen para cada material (hacer énfasis en que a medida que se modifica la masa cambia el volumen y viceversa), vacíe los datos obtenidos en la tabla 1 y resalte a los estudiantes que aunque la masa y el volumen en los objetos cambian la densidad se mantiene constante.

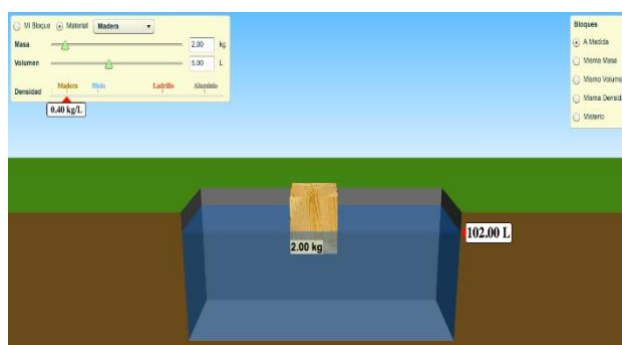


Figura 1: Parte del simulador denominada “a medida”

	Material 1: _____			Material 2: _____		
	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad (P)	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad (P)
1						
2						
3						

Tabla 1: Datos de masa, volumen y densidad de materiales elegidos.

Tiempo estimado 50 min.

- A través del simulador, en los bloques denominados “Misma Masa”, “Mismo Volumen” y “Misma Densidad” figura 2, muestre a los estudiantes como, aunque las masas son iguales los volúmenes de los objetos pueden cambiar y viceversa en la parte de “Mismo Volumen” indique a los estudiantes que, aunque los objetos tienen el mismo volumen presentan diferentes masas, lleve estas comparaciones a ejemplos de la vida real como el volumen de 1 kg. de acero contra el volumen de 1 kg. de algodón, misma masa diferente volumen.

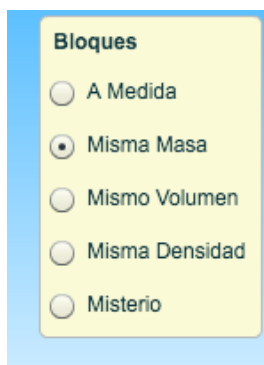


Figura 2: Bloques denominados “Misma Masa”, “Mismo Volumen” y “Misma Densidad”.

Tiempo estimado 20 min.

De generalización:

- A través del simulador, en el bloque denominado “Misterio” figura 3, indique a los estudiantes que de forma individual o por equipos, utilicen la báscula para obtener la masa de cada objeto, a su vez pida que obtengan el volumen y que calculen la densidad y vacíen todos los datos obtenidos en la tabla 2. Una vez que tengan calculadas las densidades pida que las comparen con las densidades de los materiales de la tabla del simulador y que identifiquen a que material corresponde el cubo misterioso.

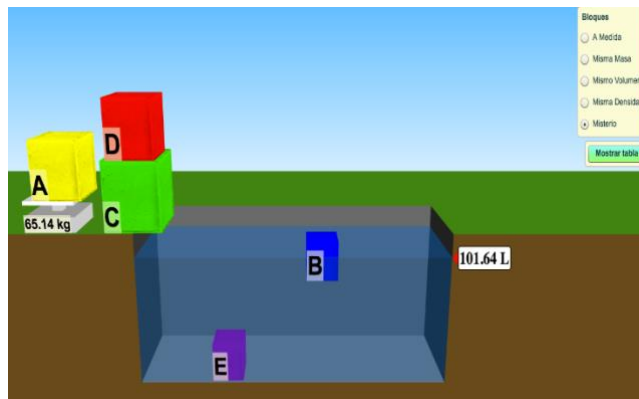


Figura 3: Parte del simulador denominada “misterio”.

Figura	Masa (m)	Volumen (V)	Densidad	Material
A				
B				
C				
D				
E				

Tabla 2: Calculo de masa, volumen y densidad para identificar material misterioso.

- Socialice los resultados con los estudiantes y propicie la socialización de éstos entre ellos, cierre de unidad didáctica.

Tiempo Estimado 60 min.

Tiempo total estimado de las actividades: 200 min. 4 clases.

Criterios de evaluación:

Inicial:

- Indagar si el estudiante puede identificar ¿Por qué algunos materiales flotan en el agua?
- Revisar las diferentes soluciones que los estudiantes dan al acertijo de la corona del Rey que se presenta en las actividades de inicio.

Final:

- Llenado correcto de tabla 1.
- Identificación correcta de los materiales misteriosos del simulador, reflejados en tabla 2.
- Se anexa evaluación sumativa que los estudiantes realizaran una vez concluidas las unidades didácticas.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Relevancia cultural alta en el acertijo de la corona del rey, propuesta en el video.
- Socializar los hallazgos de sus resultados en la identificación de los materiales misteriosos.

Propuesta de planeación didáctica "Concentración"
Datos generales: Nombre del profesor: _____ Escuela: _____ Grado: _____ Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____
Objetivo de enseñanza: Al finalizar esta unidad didáctica el estudiante conocerá las relaciones entre volumen y la cantidad de soluto en la concentración de una solución.
Objetivos específicos: • El estudiante podrá describir las relaciones entre el volumen y la cantidad de soluto. • El estudiante podrá explicar cómo el color y la concentración de la solución están relacionados. • El estudiante podrá predecir cómo va a cambiar la concentración de la solución para cualquier acción (o conjunto de acciones) al agregar o eliminar agua, soluto, o una solución, y explicar por qué. • El estudiante podrá identificar cuándo una solución está saturada y predecir cómo la concentración cambiará para alguna acción o conjunto de acciones donde cambia el agua o soluto.
Contenidos Conceptuales: • Soluciones. • Concentración. • Molaridad. • Moles. • Volumen. • Saturación.

- Solubilidad.

Del Pensamiento:

- Observa el cambio de color de una solución al mezclar los productos químicos con agua.

Experienciales:

- Comprueba la molaridad con un medidor de concentración.
- Cambia diferentes solutos para comparar diferentes productos químicos y averigua qué tan concentrada puede estar una solución antes de llegar a la saturación.

Actividades

De inicio:

Exploración de ideas previas a través de preguntas como:

- ¿En un líquido determinado, cuando éste se mezcla, entre más color tenga quiere decir que está más concentrado? ¿Por qué?

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisa el material del siguiente sitio de internet.
<http://www.alonsoformula.com/inorganica/concentraciones.htm>
- Realiza las lecturas en referencia al tema del libro de texto del grupo.
- Explicación de conceptos por parte del profesor.

Tiempo Estimado 40 min.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos, pida a los estudiantes que seleccionen tres solutos y los agreguen a medio litro de agua y después a un litro de agua, hasta llegar a la saturación (Importante explicar que este término alude al momento en que ya no es posible disolver más el soluto en el solvente) y llenen la tabla 1.

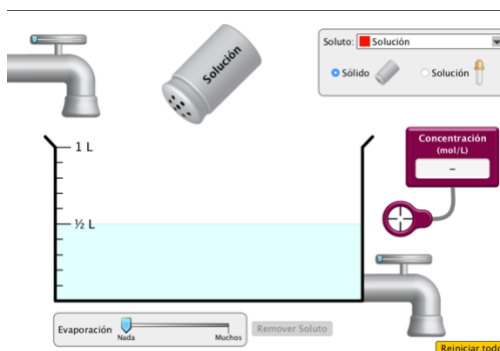


Figura 1: Simulador denominado “concentración”.

	Solutos	Formula Química	Concentración (mol/L)	Color de la disolución
1			½ L	
			1 L	
2			½ L	
			1 L	
3			½ L	
			1 L	

Tabla 1: Observación y medición de la concentración en las soluciones.

Tiempo Estimado 60 min.

- Cuestione a los estudiantes sobre: ¿Qué tan concentrada puede estar una solución antes de llegar a la saturación?, si ¿Los diferentes solutos que eligieron tienen la misma concentración antes de llegar a la saturación?, ¿Cómo va cambiando el color de las soluciones antes de llegar a la saturación?

•

Tiempo Estimado 20 min.

De generalización:

- Después de haber trabajado en el simulador pida a los estudiantes que describan que acciones incrementan la cantidad de concentración en una solución, ¿Qué pasa con la concentración al agregar agua o evaporar ésta en una solución?, relacione la práctica del simulador con situaciones de la vida diaria como por ejemplo el café que los estudiantes beben por la mañana o la noche y cuestione sobre; si una taza de

café está muy concentrada ¿Cómo hacer para bajar la concentración de café en la taza? ¿Cuál es el color del café cuando está muy saturado?

Tiempo estimado: 30 min.

Tiempo total estimado, 150 min = 3 clases.

Criterios de evaluación:

Inicial:

- Indagar si el estudiante puede identificar el concepto de concentración de una solución.

Sumativa:

- Revisión del llenado correcto de la tabla 1 de la unidad didáctica, denominada “Observación y medición de la concentración en las soluciones”

Final:

- Evaluación de acciones que pueden incrementar la cantidad de concentración en una solución, las cuales pueden ser:
 - Agregar más soluto.
 - Evaporar el agua de la solución.

Evaluación de acciones que pueden disminuir la cantidad de concentración en una solución, las cuales pueden ser:

- Agregar más solvente.
- Se anexa evaluación sumativa que los estudiantes realizarán una vez concluida la unidad didáctica.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Socializar entre los estudiantes acciones que pueden incrementar la cantidad de concentración en una solución.

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la relevancia cultural alta de los estudiantes con actividades como:

- Llevar el tema de concentración a ejemplos de su vida diaria como el tomar una taza de café.

Propuesta de planeación didáctica

"Molaridad"

Datos generales:

Nombre del profesor: _____

Escuela: _____ Grado: _____

Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____

Objetivo de enseñanza:

Al finalizar esta unidad didáctica el estudiante podrá determinar la concentración de una solución y la relación entre los conceptos de molaridad, soluto y solución.

Objetivos específicos:

- El estudiante podrá describir las relaciones entre volumen y cantidad de soluto en una concentración.
- El estudiante podrá explicar cómo el color y la concentración de una solución están relacionados.
- El estudiante podrá calcular la concentración de las soluciones en unidades de molaridad (mol / l).
- El estudiante podrá utilizar la molaridad para calcular la dilución de las soluciones.

Contenidos

Conceptuales:

- Soluciones.
- Molaridad.
- Moles.
- Volumen.
- Solubilidad.
- Saturación.

Experienciales:

- Ajustes de la cantidad de soluto y el volumen de solución.
- Cambios en los solutos para comparar diferentes compuestos químicos en el agua.

Actividades**De inicio:**

- Exploración de ideas previas a través de las siguientes preguntas:
¿Se podrá saber la cantidad de gramos de azúcar o sal en un vaso de agua una vez diluidos?
¿Una vez diluidas los elementos sal y azúcar el peso del agua será el mismo? Sí, no ¿Por qué?

Explicaciones iniciales:

- Revisa el video “Molaridad o concentración molar” donde se da una introducción al concepto de molaridad.

<https://www.youtube.com/watch?v=t0Yjw1x2l64>

Tiempo Estimado 30 min.

De introducción de nuevos contenidos:

- Lectura del libro de texto en el tema de la molaridad.
- Revisión del sitio web
<http://www.amschool.edu.sv/paes/science/concentracion.htm>
- Explicación de conceptos por parte del profesor.

Tiempo Estimado 30 min.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos indique a los estudiantes que elijan tres solutos en cantidades libres y los disuelvan en $\frac{1}{2}$ L de agua **sin llegar a la saturación de las solución** y tomen los datos siguientes: cantidad de soluto, volumen de la solución y concentración de solución, después pida a los estudiantes que tomen los mismos solutos y los disuelvan en $\frac{1}{2}$ L de agua en esta ocasión **justo hasta llegar a la saturación** (tema visto en la unidad didáctica anterior “concentración”) y pida que tomen los datos siguientes: cantidad de soluto, volumen de la solución y concentración de solución. Con los datos obtenidos, calcule la cantidad de gramos del soluto para cada muestra y llene la tabla 1.

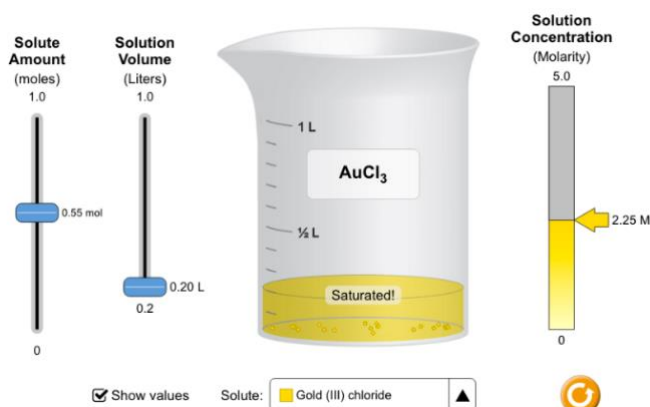


Figura 1: Simulador denominado “Molaridad”

Solutos		Formula Química	Cantidad de Solutos		Volumen Solución	Concentración	Gramos de Solutos
1			No saturada				
			Saturada				
2			No saturada				
			Saturada				
3			No saturada				
			Saturada				

Tabla 1, Tabla para calcular los gramos de soluto en las soluciones.

Tiempo Estimado 90 min.

De generalización:

- A partir de los datos de la tabla 1, indique a los estudiantes que grafiquen los tres datos de “gramos de soluto” para cuando las soluciones están saturadas. Ejemplo, figura 2.

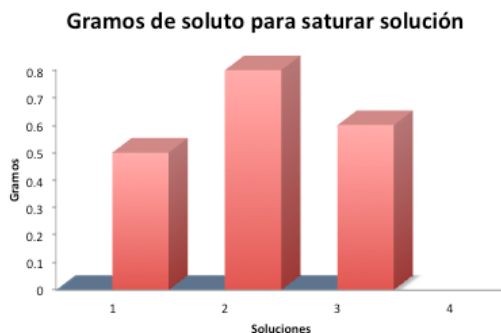


Figura 2: Grafica de gramos de soluto para saturar una solución.

- Pida a los estudiantes que junto a la gráfica entreguen un breve ensayo sobre sus explicaciones del porque los datos de gramos para saturar una solución son diferentes (si así es el caso) para cada soluto y sus ideas sobre la relación entre molaridad y concentración de sustancias.

Tiempo Estimado 50 min.

Tiempo estimado total, 200 min = 5 Clases

Criterios de evaluación:

Inicial:

- Indagar a los estudiantes sobre las preguntas de las actividades de inicio.

Final:

- Elaboración de tabla 1 y grafica de valores de concentración de soluto en gramos para saturar una solución.
- Entrega de un ensayo anexo a la gráfica en donde el estudiante plasmará sus ideas sobre la relación entre molaridad y concentración de sustancias.

Características de contenido:

- Portada.
- Introducción.
- Desarrollo.
- Conclusiones.

Características de forma:

- Extensión de 2 a 3 Hojas (incluyendo portada).
- Elaborado en procesador de textos *Word*, letra Arial número 12 interlineados 1.15.
- Omite agregar imágenes en el desarrollo de tu trabajo excepto en la portada si así tú lo decides.
- Se anexa evaluación sumativa que los estudiantes realizaran una vez concluida la unidad didáctica.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Socializar los datos de la tabla y gráficos del simulador.

Propuesta de planeación didáctica "Solubilidad"
Datos generales: Nombre del profesor: _____ Escuela: _____ Grado: _____ Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____
Objetivo de enseñanza: Al finalizar la unidad didáctica el estudiante conocerá la solubilidad de diferentes elementos, así como calcular la molaridad de diversas soluciones.
Objetivos específicos: • El estudiante podrá utilizar imágenes y el razonamiento proporcional para explicar los cambios en la concentración. • El estudiante podrá identificar si un compuesto es una sal o azúcar por observaciones macroscópicas o microscópicas de representaciones. • El estudiante podrá explicar cómo usando combinaciones de solutos las características de la solución cambian o no. • El estudiante podrá describir las formas en las fórmulas, a través de observaciones macroscópicas, microscópicas o representación de un compuesto.
Contenidos Conceptuales: • Solubilidad. • Soluciones. • Equilibrio Químico. • Saturación. • Fórmula Química.

Del Pensamiento:

- Identificación de compuestos y formulas químicas por observación microscópica.

Experienciales:

- Pruebas los efectos de la concentración y la conductividad de la sal, azúcar y otros solutos.
- Observa la disolución de diversos solutos en agua.

Actividades**De inicio:**

Exploración de ideas previas a través de las siguientes preguntas:

- Si se diluye poco a poco sal en agua hasta llega un momento en que la sal ya no se pueda diluir más y se precipite al fondo del recipiente. ¿Por qué pasa esto? Agregar preguntas como ¿Por qué al inicio del experimento si se puede diluir la sal y al final esto ya es imposible?

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisa el tema de solubilidad en el libro de texto y de una explicación del concepto.

De estructuración del conocimiento:

- Cuestione a los estudiantes sobre si ellos creen que la sal o la azúcar conducen la electricidad. A través del simulador, figura 1, pida a los estudiantes que observen la conductividad de la sal y la azúcar con tres diferentes cantidades para cada soluto y que registren sus observaciones en la tabla 1.

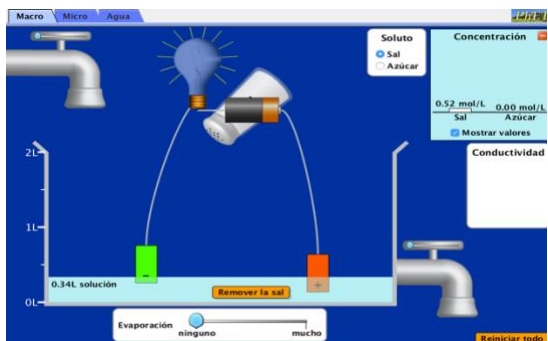


Figura 1, Simulador denominado “Soluciones de Azúcar y Sal”

		Concentración (mol/L)	¿Conduce electricidad?	Describe la intensidad
Sal	1			
	2			
	3			
Azúcar	1			
	2			
	3			

Tabla 1, Registro de la conductividad de electricidad en sal y azúcar.

- Pida a los estudiantes que registren sus hallazgos.

De generalización:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos pida a los estudiantes que en el bloque denominado “Micro” seleccionen tres solutos y disuelvan todo el contenido en agua (1/2 L), después que agreguen toda el agua posible (1 L) y que describan ¿Qué sucede con la concentración del soluto?, pida a los estudiantes que vacíen el contenido hasta tener $\frac{1}{2}$ L y pregunte ¿Qué sucede con la concentración de soluto? Finalmente pida a los estudiantes que evaporen la solución hasta llegar a $\frac{1}{4}$ de L y cuestione ahora ¿Qué pasa con la concentración?, Pida a los estudiantes que entreguen un resumen con sus hallazgos.

Criterios de evaluación:***Inicial:***

- Indagar sobre las preguntas iniciales sobre dilución de agua.

Final:

- Llenado de tabla 1.
- Entrega de resumen sobre la concentración de solutos al diluir con agua.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Socializar los diferentes resultados de los estudiantes.

Ácidos, bases y electrolisis



Propuesta de planeación didáctica "pH"	
Datos generales: Nombre del profesor: _____ Escuela: _____ Grado: _____ Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____	
Objetivo de enseñanza: Al finalizar la unidad didáctica el estudiante sabrá como determinar si los productos cotidianos que le rodean son ácidos o bases a partir del pH, además podrá predecir como la dilución con agua afectan el pH y la concentración de hidróxido e hidronio.	
Objetivos específicos: • El estudiante podrá determinar si un elemento es ácido, base (hidróxido) o neutro. • El estudiante podrá ubicar ácidos o bases en orden relativo. • El estudiante podrá describir en una escala molecular, cómo el equilibrio del agua varía con el pH. • El estudiante podrá determinar la concentración de hidróxido, hidronio y agua a un pH determinado. • El estudiante podrá relacionar el color del líquido al pH.	
Contenidos Conceptuales: • pH. • Escala de pH. • Iones de hidróxido. • Iones de hidrogeno. • Diluciones. • Ácidos. • Bases.	

Del Pensamiento:

- Clasificación de productos cotidianos en ácidos, bases o neutros.

Experienciales:

- Prueba de pH de diversas soluciones.
- Disolución en agua de diversas soluciones para ver los efectos y cambios del pH.
-

Actitudinales:

- Implicaciones de la salud al consumir productos ácidos o bases.

Actividades**De inicio:**

Exploración de ideas previas a través de preguntas como:

- ¿Qué es un ácido y cuáles son sus características?
- ¿Por qué se dice que los ácidos “queman”?
- ¿Cómo funcionan los antiácidos?
- ¿Existe una forma de saber si un material es más ácido que otro?
- ¿Todos los vinagres que existen (y que quizás conozcas): blanco, de manzana, de caña, etc. ¿Son iguales? ¿Cómo podrías saberlo?
-

Explicaciones iniciales:

- Revisa el video “¿Qué es pH?” donde se da una introducción al concepto de pH.
<https://www.youtube.com/watch?v=6bGlgO0tYMs>

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisa el video “Ácido, base y pH” donde se habla de los ácidos y bases.
<https://www.youtube.com/watch?v=zzNnc5zIKwE>
- Lectura del libro de texto en el tema del pH.

Tiempo estimado 50 min.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos pida a los estudiantes que seleccionen cuatro sustancias de uso común (Limpiadores de caño, jabones de manos, sangre, saliva, agua, leche, café, cerveza, refresco, vomito, acido de bacterias) y que antes de medir su pH traten de inferir si son sustancias acidas o bases y luego comprueben sus supuestos midiendo el pH de cada una de ellas, registre los datos en la tabla 1.

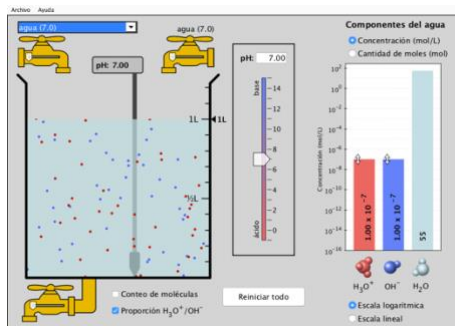


Figura 1, Simulador denominado “pH”

Sustancia elegida	Creo que es: Acido/Base	pH	En realidad, es:	Mayor concentración de:	
				OH ⁻	H ₃ O ⁺
				Anión Hidróxido	Ion Hidronio
1					
2					
3					
4					

Tabla 1: Tabla para medir pH en sustancias elegidas.

Tiempo estimado 50 min.

De generalización:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos pida a los estudiantes que midan y registren en la tabla 2 el pH de las sustancias, saliva y sangre.

Sustancia:	pH	Acido/ Base
1. Saliva		
2. Sangre		

Tabla 2: Tabla para registrar el pH de la saliva y la sangre del cuerpo humano.

Pida a los estudiantes que den sus opiniones sobre qué ambiente es mejor para el cuerpo humano y ¿Por qué?, y presente el siguiente video:

<https://www.youtube.com/watch?v=2VyPEwljwqA>

Una vez concluido el video pida a los estudiantes que realicen un breve ensayo de las medidas necesarias que deben de tomar en su dieta diaria para mejorar o mantener el pH saludable de su cuerpo, éste ensayo debe de incluir una propuesta de dieta diaria, pida que los estudiantes socialicen sus ensayos y propuestas de dietas, cierre de la unidad didáctica.

Tiempos estimado 100 min

Tiempo total estimado, 200 min = 4 Clases.

Criterios de evaluación:**Inicial:**

- Respuestas a las preguntas de exploración de ideas previas.

Formativa:

- Los estudiantes deberán realizar una propuesta de dieta favorable a la salud con cantidades que se deben de consumir de alimentos ácidos y alimentos bases, así como las consecuencias a la salud.

Sumativa:

- Elaboración de las tablas 1 y 2

- Elaboración de un ensayo “pH de mi cuerpo”

Características de contenido:

- Portada.
- Introducción.
- Desarrollo.
- Conclusiones.

Características de forma:

- Extensión de 3 a 4 Hojas (incluyendo portada).
 - Elaborado en procesador de textos *Word*, letra Arial número 12 interlineados 1.15.
 - Omite agregar imágenes en el desarrollo de tu trabajo excepto en la portada si así tú lo decides.
- Se anexa evaluación sumativa que los estudiantes realizaran una vez concluida la unidad didáctica.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Socializar los diferentes resultados de pH de los estudiantes.
- Socializar la elaboración de una dieta balanceada en alimentos ácidos y bases.

Propuesta de planeación didáctica "ácidos y bases"	
Datos generales: Nombre del profesor: _____ Escuela: _____ Grado: _____ Ciclo escolar: _____ Bloque: _____ Fecha de aplicación: _____	
Objetivo de enseñanza: Al finalizar la unidad didáctica el estudiante sabrá la fuerza de los ácidos y bases, así como su relación, además identificará las moléculas e iones que están presentes en una determinada solución de ácido o base.	
Objetivos específicos: • El estudiante podrá describir las similitudes y diferencias entre los ácidos fuertes y ácidos débiles o bases fuertes y bases débiles. • El estudiante podrá describir las similitudes y diferencias entre las soluciones concentradas y diluidas. • El estudiante podrá investigar diferentes combinaciones de fuerza / concentración que resulten con valores de pH iguales. • El estudiante podrá describir cómo los instrumentos comunes (medidor de pH, conductividad, pH de papel) ayudan a identificar si una solución es un ácido o una base, fuerte o débil o diluida o concentrada.	
Contenidos Conceptuales: • Ácidos. • Bases. • Soluciones. • Equilibrio. • Concentración (Mol)	

Experienciales:

- Medición del pH de elementos con papeles de pH y por conductividad de las sustancias.
- Visualización de diferentes concentraciones (mol) en ácidos y bases fuertes y débiles.

Del Pensamiento:

- Conceptualización de los iones que están presentes en una solución ácida y en una solución base.

Actividades**De inicio:**

- Se le pedirá al estudiante en base a la unidad didáctica anterior “pH”, que enumere las propiedades de las soluciones ácidas y básicas usando lo que ha observado.

De introducción de nuevos contenidos:

- Revisa el video “pH: Ácidos y Bases” donde se habla del pH y del equilibrio ácido-base.

<https://www.youtube.com/watch?v=zzNnc5zIKwE>

- Lectura del libro de texto en el tema ácidos y bases.
- Explicación por parte de los profesores.

Tiempo estimado 50 min.

De estructuración del conocimiento:

- A través del simulador, figura 1, de forma individual o por equipos pida a los estudiantes que para cada una de las soluciones del simulador (agua, ácido fuerte, ácido débil, base fuerte y base débil) midan el pH, en los tres diferentes ensayos y registren sus hallazgos en la tabla 1.

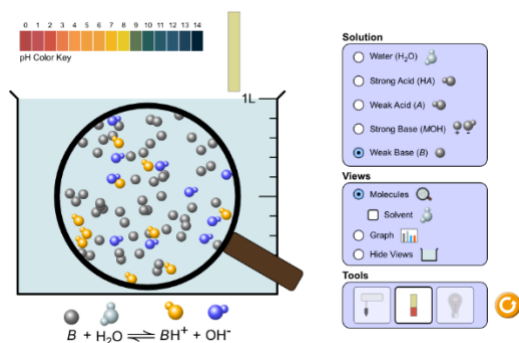


Figura 1, Simulador “ácidos y bases”.

Soluciones	pH	Color de papel pH	Intensidad de la conductividad	Descripción de la vista en “Moléculas”
1. Agua				
2. Ácido Fuerte				
3. Ácido débil				
4. Base Fuerte				
5. Base débil				

Tabla 1, Registro de soluciones agua, ácido y base.

Tiempo estimado 70 min.

Realice con los estudiantes las conclusiones de la descripción de la vista en “moléculas” dando énfasis en la presencia de iones de hidronio para ácidos y aniones de hidróxido para bases.

De generalización:

- Se solicitará al estudiante la elaboración de una tabla 2 de ácidos y bases de uso común, así como las características de estos materiales.

Criterios de evaluación:**Inicial:**

- Indagar si el estudiante reconoce características de los ácidos y bases.

Final:

- Elaboración y exposición de una tabla con elementos ácidos y bases de uso común.
- Se anexa evaluación sumativa que los estudiantes realizaran una vez concluida la unidad didáctica.

Gestión del aula:

En las actividades de la unidad didáctica se favorecen la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la verbalización de las ideas y de las formas de trabajo en actividades como:

- Socializar la elaboración de una tabla con elementos ácidos y bases de uso común.

Apéndice D

Encuesta a estudiantes de los grupos experimentales



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos

**Encuesta a estudiantes sobre el uso de las Tecnologías
de la Información y Comunicación (TIC).**

**En el marco del proyecto de investigación: “Modelo
tecno–pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una
perspectiva de escuelas secundarias en Tlaxcala”**

Introducción.

El presente cuestionario está enmarcado en el proyecto de investigación denominado “Modelo tecno–pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una perspectiva de escuelas secundarias en Tlaxcala”. Dicho proyecto cuenta con resultados cuantitativos para medir las competencias en ciencias, específicamente reactivos liberados de la prueba PISA, pero también se considera importante conocer la opinión de los participantes de dicho proyecto, en este caso la de los estudiantes al utilizar las TIC en la clase de ciencias.

La complementariedad de la parte cuantitativa y la parte cualitativa reflejada por una parte en el presente cuestionario y por otra en las opiniones de los profesores, nos permitirá arribar a conclusiones con mayores fundamentos.

Objetivo.

El objetivo del presente cuestionario es conocer la opinión de los estudiantes de los grupos experimentales al utilizar las TIC, contenidas en el modelo tecno – pedagógico propuesto en el presente proyecto de investigación.

Software Utilizado.

Las encuestas resultantes, serán analizadas mediante el software MaxQDA.

Grupo: _____

Sexo:

M

F

Escuela: _____

1.- ¿Cómo te sentiste con el uso del modelo tecno-pedagógico para aprender los temas contenidos en tu clase de ciencias?

2.- ¿Qué es lo que MÁS te gusto del uso de los simuladores y las actividades relacionadas con ellos, en tus clases de ciencias? Si lo hay.

3.- ¿Qué es lo que MENOS te gusto del uso de los simuladores y las actividades relacionadas con ellos, en tus clases de ciencias? Si lo hay.

4.- En general ¿Qué te pareció la forma en que se trabajó la clase de ciencias?

5.- ¿Te gustaría que los temas restantes de tu curso de ciencias se impartieran de forma similar con simuladores y otras herramientas? ¿Por qué?

Apéndice E

Entrevista a profesores de los grupos experimentales



Universidad Veracruzana



Universidad Veracruzana Doctorado en Sistemas y Ambientes Educativos

**Entrevista a profesores sobre el uso de las Tecnologías
de la Información y Comunicación (TIC).**

**En el marco del proyecto de investigación: “Modelo
tecno–pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una
perspectiva de escuelas secundarias en Tlaxcala”**

Introducción.

La presente entrevista está enmarcada en el proyecto de investigación denominado “Modelo tecno–pedagógico para el aprendizaje de ciencias: Una perspectiva de escuelas secundarias en Tlaxcala”. Dicho proyecto cuenta con resultados cuantitativos para medir las competencias en ciencias, específicamente reactivos liberados de la prueba PISA, pero también se considera importante conocer la opinión de los participantes de dicho proyecto, en este caso la de los profesores al utilizar las TIC en la clase de ciencias.

La complementariedad de la parte cuantitativa y la parte cualitativa reflejada por una parte den la presente entrevista y por otra en las opiniones de los estudiantes, nos permitirá arribar a conclusiones con mayores fundamentos.

Objetivo.

El objetivo de la presente entrevista es conocer la opinión de los profesores participantes del proyecto, específicamente los de los grupos experimentales, en cuanto a la frecuencia y uso que tienen de las TIC, así como la pertinencia desde su experiencia en la mejora de las competencias en ciencias de los estudiantes de educación secundaria.

Software Utilizado.

Las entrevistas resultantes, serán analizadas mediante el software MaxQDA.

Nombre del profesor: _____ *Edad:* _____

Escuela de adscripción: _____

Años de servicio: _____ *Experiencia en ciencias:* _____

Grado máximo de estudios: _____

Perspectiva y frecuencia del uso de las TIC

¿Para usted que significan las Tecnologías de la Información y Comunicación?

¿Cuál es la frecuencia de uso que usted le da a las TIC en sus clases, fuera del marco del presente proyecto?

Aprendizaje a través de TIC

¿Considera usted que el uso de las TIC es un factor determinante en el aprendizaje de los estudiantes?

Desde su perspectiva, la utilización del modelo tecno pedagógico, ¿A contribuido a mejorar las competencias de sus estudiantes en la materia de ciencias?

¿Usted cree que el material contenido en las unidades didácticas ha sido útil para el desarrollo de competencias de los estudiantes?

Ventajas y desventajas del uso de las TIC.

Desde su perspectiva ¿Cuáles son las ventajas del uso de las TIC en el salón de clases?

Desde su perspectiva ¿Cuáles son las desventajas del uso de las TIC en el salón de clases?

¿A qué problemas No técnicos se ha enfrentado en el uso de las TIC?

Cierre de la entrevista.

En el futuro, ¿A usted le gustaría integrar las TIC y el modelo propuesto en sus clases de ciencias? Si/No ¿Por qué?

Tiene usted alguna otra opinión en referencia a la utilización del modelo tecno – pedagógico que usted utilizo en la enseñanza de ciencias.