

Evaluación de la validez social del programa TIC TPACK para Aprender Química en bachillerato

Evaluation of the Social Validity of the ICT TPACK Program to Learn Chemistry in High School

Fernando Becerril Morales
fbecerrilm@uaemex.mx

Alberto Guadarrama Herrera
aguadarramah@uaemex.mx

Brenda Mendoza González
bmendozag@uaemex.mx

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), México

Recibido: 26/07/2022 Aceptado: 30/06/2024

Palabras clave: Educación inclusiva, evaluación de programas, innovaciones educativas, química, validez social.

Keywords: Chemistry educational innovations, inclusive education, program evaluation, social validity.



Resumen

El propósito es evaluar la validez social del programa TIC TPACK (modelo tecnológico integral para ambientes virtuales), para la enseñanza de química. Es una investigación cuasi experimental transversal, efectuada en una preparatoria pública del estado de México, participaron 125 estudiantes de cuarto semestre. La evaluación de la validez social se desarrolló para los objetivos, procedimiento y resultados del programa. La validez social de los objetivos se realizó mediante el consentimiento informado y a través de oficios para autoridades escolares; para evaluar el procedimiento se usó una encuesta de validez social y un sistema de evaluación formativa; para la validez social de los resultados se aplicaron tres pruebas académicas con pre y post test. Los resultados demostraron que 90 % de los participantes aceptaron los objetivos de la investigación; el procedimiento del programa se valoró positivamente, por lo que 76 % del alumnado señaló satisfacción del programa, adicionalmente se demostró que el alumnado mejoraba su aprendizaje de una prueba a otra (evaluación formativa). Con respecto a la valoración de los resultados del programa se identificó que 95 % de los reactivos mostraron diferencias estadísticamente significativas después de la intervención

Innovatus

educativa. Se concluye que el programa TIC TPACK demuestra validez social, al identificarse que el alumnado manifestó la aceptación de los objetivos y del procedimiento, demostrándose aprendizaje significativo derivado del programa de intervención.

Abstract

The purpose was to evaluate the social validity of the TIC program TPACK (integral techno-pedagogical model for virtual environments), for the teaching of chemistry. It is quasi-experimental cross-sectional research, carried out in a public high school in the state of Mexico, 125 fourth-semester students participated. The assessment of social validity was developed for the objectives, procedure and results of the program. The social validity of the objectives was achieved through informed consent and through official letters for school authorities; A social validity survey and a formative assessment system were used to evaluate the procedure; For the social validity of the results, three academic tests were applied with pre- and post-test. The results showed that 90 % of the participants accepted the objectives of the research; the procedure of the program was positively evaluated, so that 76 % of the student's indicated satisfaction with the program, additionally it was shown that the students improved their learning from one test to another (formative assessment). With respect to the assessment of the results of the program, it was identified that 95 % of the items showed statistically significant differences after the educational intervention. It is concluded that the TIC TPACK program demonstrates social validity, by identifying that the students expressed the acceptance of the objectives, procedure, demonstrating significant learning derived from the intervention program.

Introducción

En la actualidad se ha fomentado la participación activa de los estudiantes no sólo como los actores principales del proceso educativo (Marco-Fondevila, et al., 2022; Petersen, et al., 2020), sino también en la toma de decisiones relacionada con la educación que reciben (Naylor, et al., 2021), por ejemplo, la declaración de Incheon 2030 (UNESCO, 2015), que surge como una alternativa para el desarrollo del cuarto objetivo de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas, 2018), destaca la implementación de políticas educativas para hacer frente a toda forma de exclusión o marginación, asegurando la participación plena, equitativa e incluyente de los estudiantes, señalando que se les debe permitir su participación incluso en los resultados de aprendizaje. En México, particularmente en el contexto estatal, el plan de desarrollo del estado de México (PDEM) 2017-2023 (GEM, 2017) establece dar impulso a la participación de los estudiantes de bachillerato en programas de desarrollo humano, así como en mecanismos de mejora del proceso educativo.

De esta manera, la participación del estudiantado en la evaluación de programas de estudio, intervenciones educativas o cualquier otro factor implicado en su educación, fortalecerá la inclusión, concebida

como una forma de vencer los obstáculos para la participación y el aprendizaje (Ainscow, 2005) y, también dará respuesta a la declaración de Incheon (UNESCO, 2015), que manifiesta que para apuntalar los procesos educativos, se requiere de una evaluación participativa y exhaustiva de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con la finalidad de realizar ajustes innovadores que conduzcan a una educación más eficiente, eficaz y cada vez de mayor calidad.

Al respecto, en la búsqueda de una educación incluyente y de calidad en cualquier institución educativa se implementan programas de intervención tratando de lograr una mayor eficacia de la práctica educativa (Cherrier et. al., 2020; Jiménez et al., 2019; Perdio, 2019); sin embargo, durante la aplicación de cualquier intervención conductual, educativa o de cualquier naturaleza es común que la percepción de los afectados directa o indirectamente en la intervención no se tome en cuenta (Wolf, 1978). No obstante, aunque los resultados de una intervención indiquen al investigador que el programa tuvo buenos resultados, si los clientes, familiares o miembros de la sociedad implicados no lo perciben de esa manera, entonces no puede ser catalogado como un programa que aporta a la sociedad, se requiere que sea la sociedad quien determine si visualiza que ese programa tuvo un efecto socialmente positivo; es decir, si se percibe como válido socialmente, que implique procedimientos que tengan una buena aceptación por parte de los usuarios (Fulgencio & Ayala, 1996; Wolf, 1978).

Al hablar de la aceptación social de un programa, nos referimos específicamente a su *validez social*, el cual es un constructo inicialmente introducido por Wolf (1978), gestándose a partir de la necesidad de evaluar diferentes aspectos de una intervención comportamental, Wolf visualizó que se requería determinar el impacto real de una intervención en la sociedad, vislumbrando la necesidad de considerar no únicamente los resultados de un programa de intervención sino cómo los involucrados valoraban tales cambios (Wolf, 1978). Esta evaluación o validación se debe realizar en al menos tres niveles: trascendencia social de los fines u objetivos; la adecuación social de los procedimientos empleados; la importancia social de los efectos.

En su conjunto estos juicios se pueden considerar como *validez social* de una intervención (Wolf, 1978). De esta manera, la validez social de un programa diseñado para modificar conductas se puede entender como la evaluación de las diferentes variables asociadas con el mismo (Carter & Wheeler, 2019), siendo su objetivo fundamental evaluar el programa de intervención, valorando su viabilidad o aceptabilidad, generalmente a través de la aplicación de cuestionarios o entrevistas a personas distintas a quienes planificaron o ejecutaron el programa de intervención, indagando acerca de los objetivos, los procedimientos y los efectos del programa (Schwartz & Bar, 1991), generalmente se cuestiona a quienes recibieron el tratamiento o a quienes autorizaron su aplicación (Carter et al., 2019). Siendo el consentimiento informado un requisito indispensable para realizar cualquier intervención educativa, respetando los lineamientos éticos (APA, 2017), mismo que debe ser autorizado por los involucrados o los padres de familia o tutores.

Esta determinación de la validez social de un programa de intervención no solo debe ser importante sino crucial (Baer & Schwartz, 1991), porque con la retroalimentación del cliente derivada de la evaluación, además de guiar los ajustes necesarios para mejorar las intervenciones en futuras aplicaciones, también puede facilitar la indicación a los clientes de las razones por las que deben elegir o continuar algún programa de intervención o comunicarles acerca de algunos elementos inconvenientes del programa (Baer et al., 1991). También puede contribuir al éxito del programa para que los usuarios participen en la concreción de los objetivos o metas de la intervención y que sean informados de cuáles son (Fulgencio, et al., 1996) o adecuando el diseño del programa en función de las necesidades de los clientes (Park & Blair, 2019).

De acuerdo con Wolf (1978), puede suceder que un programa no sea seguido por los clientes si no lo visualizan como socialmente aceptable, en contraste, si las metas del programa son aceptadas por los clientes o usuarios, es más probable que sigan el programa o que efectúen las acciones indicadas (por ejemplo, los padres de familia) por los terapeutas o los investigadores durante la implementación del programa (Fulgencio et al., 1996). Una intervención difícilmente será efectiva cuando resultó socialmente inválida, aun cuando tenga una excelente relación costo-beneficio (Baer et al., 1987).

Aunque puede resultar evidente que la evaluación de la validez social de cualquier programa de intervención es muy importante para que funcione, muchas veces se considerada como algo complementario o simplemente no se evalúa, como muestran dos estudios que implican programas de intervención semejantes: en el primer estudio reportado por Christle & Schuster (2003), sobre estudiantes sin discapacidad, en una escuela primaria de Estados Unidos, donde aplicaron una *estrategia de enseñanza con tarjetas de respuestas* (RC, por sus siglas en inglés), en una *intervención con diseño ABA*, durante la instrucción de matemáticas, encontrando que los estudiantes tuvieron un mejor comportamiento, participaron más activamente y mejoraron su rendimiento académico, pero no evaluaron la validez social del programa.

Mientras que en el segundo estudio, realizado también en Estados Unidos, aplicaron un programa con una estrategia similar en bachillerato, usando *tarjetas de respuestas para el aprendizaje* de temas de matemáticas y ciencias (química y física), encontrando un incremento en el rendimiento académico asociado al uso de las tarjetas; determinaron que la estrategia facilitó el aprendizaje de estudiantes con discapacidad, pero también visualizaron que pudiera aplicarse con estudiantes sin discapacidad, adicionalmente evaluaron la validez social del procedimiento, encontrando que fue altamente aceptado por los docentes y estudiantes participantes (Duchaine, et al., 2018).

De esta manera, la evaluación de la validez social puede contribuir a la construcción de programas de intervención más robustos y eficaces (Strain et al., 2012). Por ejemplo, (King-Sears et al., 2015) realizaron un estudio exploratorio en Estados Unidos, en el que participaron estudiantes con y sin discapacidad, aplicando un programa con un *diseño universal*

para el aprendizaje (UDL, por sus siglas en inglés) para la instrucción de temas de química inorgánica, encontrando que los estudiantes con discapacidad en condición UDL tuvieron mejores puntajes que los del grupo control, en contraste, ocurrió lo contrario para los estudiantes sin discapacidad que usaron UDL. King-Sears, et al. (2015) también evaluaron la validez social del procedimiento del programa encontrando en general una buena aceptación por todos los participantes, además valoraron otros aspectos como su fidelidad y problemas operativos, encontrando algunas limitaciones en el estudio.

Posteriormente, en otro estudio realizado por King-Sears & Johnson (2020), además de determinar una validez social positiva del procedimiento, al evaluar la aplicación en bachillerato con estudiantes con o sin discapacidad de aprendizaje del programa UDL para la instrucción de química, similar al del estudio descrito en el párrafo anterior, observaron un mejor aprendizaje de todos los estudiantes participantes con los que se aplicó el programa UDL, con y sin discapacidad, comparativamente con los que no. Resultados contrastantes con el estudio anterior, diferencias que los autores atribuyen a la fidelidad del programa UDL actual, pero que su evaluación pudo contribuir a esa mejora observada.

Por su parte, en Hawái, Estados Unidos, Hitchcock, et al., (2016) describen una intervención con estudiantes de educación rural media, normal y especial, con un programa de instrucción denominado TAS (por sus siglas en inglés de TeenACE for Science), para desarrollar habilidades de investigación y escritura en el aprendizaje de tópicos química y otras ciencias, aplicando material multimedia; determinado una mejora académica del estudiantado participante asociada al programa TAS y al evaluar su validez social del programa de intervención encontraron una buena aceptación, fundamentalmente de su procedimiento y resultados.

Como se puede apreciar, en el mundo son limitados los estudios acerca de la evaluación de la validez social de programas de intervención educativa para la instrucción de química, aunado a que generalmente se aplican para estudiantes con alguna discapacidad, mientras que en México no hay registros de evaluación de la validez social de programas de instrucción de química con o sin el uso de tecnología para cualquier nivel educativo, por lo que el objetivo de esta investigación es evaluar la validez social del programa TIC TPACK para la enseñanza de la química orgánica en nivel bachillerato.

Método

Objetivo general

Evaluar la validez social del programa TIC TPACK para la enseñanza de la química orgánica en nivel bachillerato.

Objetivos específicos

- Evaluar los objetivos del programa por parte del alumnado participante en el programa TIC TPACK.

- Evaluar los procedimientos empleados durante el programa TIC TPACK, por parte del alumnado participante a través de la validez social del programa, evaluación formativa del aprendizaje del alumnado.
- Evaluar los resultados del programa a través de las pruebas académicas respondidas por el alumnado.

Participantes

La muestra inicial de estudiantes es de 139, de los cuales participaron únicamente 125 porque fueron los que entregaron el consentimiento informado y firmado por sus padres, por lo que en el estudio participaron 125 estudiantes de bachillerato de cuarto semestre del turno matutino de una preparatoria pública, situada en el Estado de México; 85 mujeres (68 %) y 40 hombres (32 %), con edades entre 16 y 17 años (\bar{x} =16.2 años), distribuidos en cuatro grupos experimentales.

Materiales e instrumentos

Los instrumentos que se diseñaron para evaluar de forma integral la validez social del programa TIC TPACK, en cuanto a los objetivos, procedimientos y resultados obtenidos se describen a continuación:

Materiales para evaluar los objetivos del programa

a) Consentimiento informado

Para evaluar los objetivos del programa TIC TPACK se elaboró un oficio, dirigido a los padres de familia de los estudiantes que participaron en la intervención, considerado un Consentimiento Informado; el cual indica los objetivos de la intervención y solicita la aceptación de participación del estudiantado.

Texto del instrumento:

“... un proyecto de investigación cuyo objetivo es: Conocer la eficacia del uso de tic en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura Química II en nivel medio superior, por lo que solicitamos su permiso para que su hijo/a reciba a través de sus clases de Química II estrategias novedosas usando las Tecnologías de la Información para que tenga un mayor aprendizaje en la materia. El trabajo que se desarrollará es en beneficio de su hijo/a. Toda la información que se obtenga a través de este proyecto será con fines estrictamente científicos y en beneficio de los estudiantes para reducir el índice de reprobación en la unidad académica de Química II.”

b) Oficios de las autoridades

Otros dos materiales utilizados estuvieron asociados a las autoridades del plantel en el que se efectuó la intervención, el primero es un oficio que tenía como propósito solicitar el permiso para efectuar la investigación y

explicaba los objetivos de esta; el otro de agradecimiento y cumplimiento de los objetivos de la investigación, girado por estas autoridades a los responsables de la investigación.

Instrumentos para evaluar el procedimiento del programa

a) Encuesta de validez social

(Fulgencio & Ayala, 1996), adaptado por Becerril & Mendoza, 2022, consta de ocho preguntas relacionadas fundamentalmente con las estrategias para la instrucción con el uso de tic que formaron parte del procedimiento del programa TIC TPACK (véase el cuadro 1).

• **Cuadro 1** Cuestionario para evaluar la validez social del programa de intervención.

<p>Pregunta 1</p> <p>Las estrategias que se usaron son adecuadas para mejorar mi proceso de aprendizaje</p>
<p>Pregunta 2</p> <p>Tengo el compromiso de emplear lo que se me enseñó durante las clases de química, porque con las estrategias pude entender las temáticas enseñadas</p>
<p>Pregunta 3</p> <p>Estoy de acuerdo en el uso de las estrategias que me enseñaron en clase, ya que forman parte del plan y programa de Química en bachillerato</p>
<p>Pregunta 4</p> <p>Estuve a gusto con las estrategias usadas durante mi aprendizaje en el tema de hidrocarburos</p>
<p>Pregunta 5</p> <p>Las estrategias empleadas en las clases fueron efectivas para mi aprendizaje en el tema de hidrocarburos</p>
<p>Pregunta 6</p> <p>Durante la enseñanza del tema de hidrocarburos, se usaron estrategias que me ayudaron a tener un aprendizaje significativo y permanente</p>
<p>Pregunta 7</p> <p>El programa usado es aceptable para el aprendizaje de hidrocarburos</p>
<p>Pregunta 8</p> <p>Mi opinión con respecto a las estrategias empleadas para el aprendizaje de hidrocarburos es positiva</p>

Fuente: Fulgencio y Ayala (1996), adaptado por Becerril y Mendoza (2022).

b) Evaluación formativa

Pruebas académicas

- Se diseñaron como parte de la evaluación formativa y miden el contenido académico de cada tema enseñado.

- Se elaboraron tres pruebas académicas para cada subtema en *Microsoft Forms*, cada una incluyó entre cinco y quince reactivos, con cuatro opciones de respuesta.
- Generalmente el grado de dificultad de la Prueba 2 era ligeramente superior al de la Prueba 1, mientras que el de la Prueba 3 era similar al de la Prueba 2.

c) Instrumentos para evaluar los resultados del programa

Pruebas académicas

Se diseñaron tres pruebas académicas (Prueba I, Prueba II y Prueba III; Becerril & Mendoza, 2022) para ser aplicadas en la fase pretratamiento y post-tratamiento:

Prueba I

- Cuestionario con 43 reactivos que miden los conocimientos de los temas: obtención, clasificación y propiedades físicas y químicas de hidrocarburos.

Prueba II

- Cuestionario que midió los conocimientos de los temas: fórmulas químicas, tipos de carbono en una cadena, nomenclatura e isómeros estructurales y estuvo constituido por 41 reactivos.

Prueba III

- Integrada por 27 reactivos, mide los conocimientos de: reacciones de combustión, composición porcentual, fórmula mínima y molecular, cálculos estequiométricos en gramos, moles y combinados, reactivo limitante y reactivo en exceso.

Antes de su aplicación se determinó la confiabilidad mediante *alpha de Cronbach*, obteniéndose para la *Prueba I*, *Prueba II* y *Prueba III*, $\alpha=0.9$, $\alpha=0.92$ y $\alpha=0.93$, respectivamente. También se validaron por un grupo de expertos en la enseñanza de química, mediante juicio de expertos, arrojando *índices de Aiken* para la *Prueba I* de 0.98, para la *Prueba II* de 0.99 y para la *Prueba III* de 1.0.

Procedimiento

Se presentaron los objetivos y procedimientos de la investigación a las autoridades escolares, logrando obtener el permiso para realizar la investigación. Una vez que se logró el permiso y las autoridades estuvieron de acuerdo con los objetivos y metodología se gestionó con ellos la logística para hacer llegar a cada padre de familia del alumnado participante el consentimiento informado a través del cual se describieron los objetivos de la investigación; el consentimiento se devolvió a los responsables de la investigación con la firma de autorización y estar de acuerdo con los objetivos y procedimientos que se llevarían a cabo dando consentimiento para participar en el proyecto; por tanto, únicamente participó el alumnado que entregó el consentimiento informado y que se encontraban distribuidos en cuatro grupos naturales también eran grupos experimentales.

Para la intervención se desarrolló un programa de instrucción denominado *Programa TIC TPACK* (Becerril & Mendoza, 2022) desarrollado en 20 sesiones que se desarrollaron para cada uno de los cuatro grupos experimentales. El responsable de desarrollar y operar el programa de intervención era docente de sexo masculino, adscrito a la escuela preparatoria en la que estudiaban los alumnos participantes.

El modelo TPACK conjuga tres áreas esenciales:

a) Área de Contenido

- Corresponde al área disciplinar de los contenidos de la materia por enseñar.
- El programa contempló la enseñanza de dos temas del plan y programa de química orgánica de cuarto semestre de bachillerato, ambos temas se encuentran contenidos en el *Módulo II Hidrocarburos Alifáticos* (Becerril & Mendoza, 2022):
- Contenido desarrollado a partir del tema hidrocarburos, describiendo su obtención, la clasificación de los hidrocarburos sus propiedades químicas, físicas, la obtención de los hidrocarburos, su nomenclatura, su fórmula química, reacciones de combustión, así como isómeros estructurales.
- Contenido desarrollado a partir de la estequiometría, describiendo la composición porcentual, fórmulas moleculares, cálculos en moles, gramos, combinados (estequiométricos, reactivo limitante y en exceso).

b) Área de pedagogía

- Son los métodos utilizados para la enseñanza-aprendizaje, asociadas a las metas académicas que se deben cumplir al terminar la instrucción en el contexto virtual, estructurado (Becerril & Mendoza, 2022).
- El programa TIC TPACK se conformó por doce secuencias didácticas, una por cada uno de los subtemas descritos anteriormente, las cuales fueron diseñadas para desarrollar la instrucción con TIC insertadas a través del modelo TPACK.
- Las actividades de las secuencias didácticas fueron diseñadas bajo las metodologías activas, aprendizaje cooperativo y aprendizaje invertido.
- Cada secuencia incluía un proceso de evaluación formativa para dar retroalimentación a los estudiantes y una sección para que realizaran una reflexión metacognitiva.

c) Área tecnológica

- Corresponde a los recursos y herramientas tecnológicas
- Durante la intervención se utilizó la plataforma *Teams* como sistema de gestión del aprendizaje y se incluyeron las secuencias didácticas del programa TIC TPACK.

- Así mismo, se introdujeron cada una de las actividades que los estudiantes desarrollaron durante la implementación y los materiales de didácticos diseñados por el docente para la instrucción, las cuales estuvieron disponibles para consulta en todo momento.
- Se utilizaron diferentes dispositivos, así como plataformas y software de aplicación general y específica para química, como se describen a continuación:
 - *Plataforma Teams de Microsoft como LMS (Learning Management System, sistema de gestión del aprendizaje).*
 - *Elaboración de material didáctico con Powtoon, Genially, YouTube, Excel, KingDraw Chemical, MarvinSketch, ChemSketch y Power Point.*
- Durante las clases sincrónicas y asincrónicas, se emplearon estrategias del área tecnológica que corresponde a recursos y herramientas tecnológicas (TIC) como:
 - **Nomenclatura y fórmulas de hidrocarburos:** KingDraw Chemical, MarvinSketch, ChemSketch, Power Point.
 - **Infografías:** Canva, Piktochart.
 - **Mapas conceptuales:** Cmaps Tools, miMind, Popplet.
 - **Cálculos estequiométricos:** Excel.
 - **Presentaciones:** Power Point, Genially, Powtoon.
 - **Evaluación sumativa y formativa:** Formularios de Google, Forms de Microsoft.
 - **Trabajo cooperativo y comunicación:** Teams, Google Drive, Whatsapp, Messenger
 - **Dispositivos principales:** *Estudiantes:* celulares, laptops, tabletas y computadoras de escritorio; *docentes:* laptop y celular.

Diseño experimental del programa TIC TPACK

El programa se aplicó a través de un diseño experimental en tres fases A-B-A:

Fase A: pre-tratamiento

- Consistió en la aplicación de tres pruebas académicas, Prueba I, Prueba II y Prueba III (véase el cuadro 2) para identificar los conocimientos de los estudiantes antes de dar la instrucción de los subtemas con el programa TIC TPACK.

Fase B: Intervención

- Se dio la instrucción de todos los subtemas, aplicando las secuencias didácticas del programa TIC TPACK.
- Durante la intervención, se desarrolló una estrategias de evaluación formativa, por lo que al terminar la instrucción

de siete subtemas (obtención, clasificación, propiedades físicas y químicas, fórmulas químicas, isómeros estructurales, reacciones de combustión y nomenclatura) se aplicaron tres pruebas académicas.

- Al finalizar la aplicación de las tres pruebas, el docente revisaba los resultados analizando los datos estadísticos generados automáticamente por la plataforma *Microsoft Forms* y después de una revisión conjunta con los estudiantes se proporcionaba retroalimentación (clase sincrónica).

Fase A: Post tratamiento

- Al final del programa de intervención, se desarrolló esta tercera fase, donde cada estudiante contestaba la encuesta de validez social (véase el cuadro 1), a través de *Microsoft Forms*, adicionalmente se aplicó como post-test la misma prueba académica aplicada en el pretratamiento.

Procesamiento de la información

Para cumplir con el objetivo de evaluar la validez social de los resultados del programa de intervención se desarrolló un contraste de medias de las pruebas aplicadas durante el pre y post tratamiento. La comparación se realizó para cada una de las pruebas aplicadas a los estudiantes. Se utilizó el estadístico de contraste *t* de *student*, con el software SPSS (v. 26), a través del contraste de muestras relacionadas, con las medidas obtenidas en el pre y post tratamiento, lo anterior para identificar diferencias significativas en el aprendizaje del alumnado de los cuatro grupos experimentales antes y después de la intervención.

Resultados

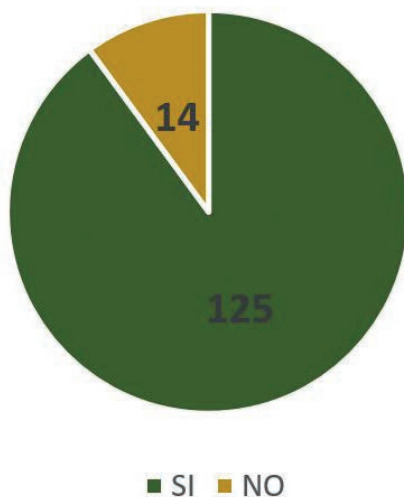
Los resultados de la validez social relacionados con los objetivos, el procedimiento y los resultados del programa de intervención, de acuerdo con los instrumentos de evaluación utilizados son:

Evaluación de los objetivos

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico se analizó la frecuencia de la aceptación de los objetivos por parte del alumnado participante en el programa TIC TPACK (véase la figura 1), donde se muestra la frecuencia de los consentimientos informados firmados a través de los cuales se autorizó la participación del alumnado por sus padres.

•Figura 1 Estudiantes que entregaron el consentimiento informado.

Consentimiento informado



Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura 1, de los 139 estudiantes que constituían los cuatro grupos naturales y que conformaría los grupos experimentales del estudio, 125 (90 %) entregaron el consentimiento informado que autorizó su participación en el programa de intervención al aceptar sus objetivos; mientras que 14 (10 %) no lo entregaron.

Evaluación del procedimiento

Para dar cumplimiento al segundo objetivo específico, evaluar los procedimientos empleados durante el programa TIC TPACK, por parte del alumnado participante a través de la validez social del programa, metacognición del alumnado, evaluación formativa del aprendizaje del alumnado, se desarrolló la evaluación del procedimiento a través de:

a) Encuesta de validez social del programa

- En el cuadro 2 se muestran los estadísticos descriptivos, media y desviación estándar, de las respuestas a cada una de las preguntas de la encuesta que conformaron el cuestionario de *validez social*.

• **Cuadro 2** Resultados del cuestionario de validez social del programa y sus estadísticos descriptivos.

Pregunta	N	Media	Desviación estándar
1	125	4.1360	0.97007
2	125	4.1840	0.95363
3	125	4.1120	1.00976
4	125	4.0960	1.04282
5	125	4.1760	0.95937
6	125	4.0640	0.98982
7	125	4.0880	0.95052
8	125	4.1360	0.97835

N válido (por lista) 125

Mínimo, completamente en desacuerdo (1)

Máximo, completamente de acuerdo con la escala Likert original (5)

Fuente: Elaboración propia.

- Como se puede observar, los resultados son similares en cada una de las ocho preguntas de la encuesta, en todas se obtuvo una media superior a cuatro, que se acerca a *De acuerdo en la escala Likert*.
- En el cuadro 3 se muestran las frecuencias y porcentajes de respuesta, obtenidos para cada una de las ocho preguntas de la encuesta.
- Para presentar los resultados de la *encuesta de validez social* se agruparon en tres grupos:
 1. De acuerdo,
 2. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 3. En desacuerdo para Desacuerdo
- Se agruparon las respuestas de *Completamente en desacuerdo y desacuerdo* (con valores 1 y 2 de la escala *Likert original*).
- Mientras que en la valoración *De acuerdo* se sumaron las respuestas *De acuerdo* y *Completamente de acuerdo* (con valores 4 y 5 de la *escala Likert original*).

• **Cuadro 3** Frecuencia y porcentaje de respuestas a los elementos de la escala Likert de la encuesta de validez social.

Pregunta		1		2		3		4		5		6		7		8	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Valoración escala Likert	Desacuerdo	7	5.6	8	6.4	9	7.2	12	9.6	7	5.6	10	8.0	10	8.0	10	8.0
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	24	19.2	17	13.6	21	16.8	17	13.6	21	16.8	18	14.4	18	14.4	22	17.6
	De acuerdo	94	75.2	100	80.0	95	76.0	96	76.8	97	77.6	97	77.6	97	77.6	93	74.4
	Total	125	100.0	125	100.0	125	100.0	125	100.0	125	100.0	125	100.0	125	100.0	125	100.0

Desacuerdo incluye las respuestas de *Completamente en desacuerdo* y *En desacuerdo* con la escala Likert

De acuerdo incluye las respuestas *De acuerdo* y *Completamente de acuerdo* con la escala Likert

Fuente: Elaboración propia.

• Como se puede visualizar en el cuadro 3 se obtuvieron respuestas con frecuencias mayores a 95; es decir, 76 % De acuerdo.

• Lo que ocurrió para la preguntas 2 a la 7 es lo siguiente:

Pregunta 2

• Tengo el compromiso de emplear lo que se me enseñó durante las clases.

Pregunta 3

• Estoy de acuerdo con las estrategias ya que forman parte de plan y programa

Pregunta 4

• Estuve a gusto con las estrategias usadas durante mi aprendizaje en el tema de hidrocarburos.

Pregunta 5

• Las estrategias empleadas en la clase fueron efectivas para mi aprendizaje.

Pregunta 6

• Durante la enseñanza se usaron estrategias que me ayudaron a tener un aprendizaje significativo y permanente.

Pregunta 7

• El programa es aceptable para el aprendizaje de hidrocarburos.

Pregunta 1

• Las estrategias usadas son adecuadas para mejorar.

Pregunta 8

• Mi opinión con respecto a las estrategias empleadas para el aprendizaje de hidrocarburos es positiva y se obtuvieron frecuencias en *De acuerdo* con 94 (75 %) y 93 (74 %), respectivamente.

Pregunta 4

• Se obtuvo la mayor frecuencia de respuesta en *Desacuerdo*, mostrando un valor de 12; mientras que la menor frecuencia para en *Desacuerdo* fue de 7 en las preguntas 1 y 5.

b) Evaluación formativa del aprendizaje

• Se evaluaron los resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas académicas aplicadas en cada tema que contribuyeron



con la evaluación de la validez social del procedimiento del programa TIC TPACK.

- Los resultados que los estudiantes obtuvieron en las *Pruebas 1, 2 y 3* aplicadas en siete de los doce temas del programa de intervención se muestra en el cuadro 4.

• **Cuadro 4** Resultados de las *Pruebas 1, 2 y 3* de para evaluar la validez social del procedimiento.

GE	Tema																				
	Obtención			Clasificación			Propiedades físicas y químicas			Fórmulas químicas			Isómeros estructurales			Reacciones de combustión			Nomenclatura		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
1	5.7	7.8	7.1	6.1	7.4	7.8	5.1	7.1	7.4	3.4	6.1	7.4	4.4	8.1	5.8	4.6	6.0	8.4	2.5	6.5	6.2
2	6.3	6.9	7.4	4.9	6.3	6.8	4.1	7.9	7.3	2.5	6.7	7.8	4.7	7.6	5.1	4.8	5.4	7.2	3.5	4.7	6.3
3	6.1	8.0	7.9	5.8	7.3	7.4	5.8	8.2	7.6	3.8	8.1	8.2	5.4	8.4	5.9	7.0	7.8	6.9	3.2	6.3	6.8
4	5.9	7.3	7.4	6.5	7.6	7.9	5.1	7.6	7.4	3.7	7.0	7.7	6.3	6.6	6.3	5.2	7.2	s.d.	5.2	5.3	7.3

Se muestran las calificaciones medias de cada prueba, en escala de mínimo 0 y máximo 10

Se evaluaron de esta manera 7 de los 12 temas vistos a través del programa TIC TPACK

GE = grupo experimental

P1 = prueba 1; P2 = Prueba 2; P3 = Prueba 3

s.d. = sin dato

Fuente: Elaboración propia.

- Como se puede ver en el cuadro 4, las calificaciones medias aumentaron en las pruebas subsecuentes a la revisión conjunta (docente y estudiantes), solución de dudas y la retroalimentación (Pruebas 2 y 3) derivadas de la evaluación formativa.
- Se observa que de manera general las calificaciones que el estudiantado obtuvo en las pruebas del mismo tema mejoraron de la Prueba 1 a la Prueba 2, mientras que en la Prueba 3 se obtuvieron calificaciones normalmente mayores a las obtenidas en la Prueba 2, algunas veces inferiores, pero nunca menores a las de la Prueba 1.
- Únicamente en el tema de isómeros estructurales se obtuvieron calificaciones medias menores en la Prueba 3 que en la Prueba 2 en los cuatro grupos experimentales.

Evaluación de resultados del programa

Para dar respuesta al objetivo específico tres, evaluar los resultados del programa a través de las pruebas académicas, se desarrolló un contraste de medias a través de la prueba estadística *t student*, para cada uno de los reactivos que conforman las tres Pruebas académicas (*I, II y III*) de *Hidrocarburos*. Para cada una de las comparaciones se usó el estadístico de contraste *t de student*; el contraste para muestras

relacionadas, comparando las calificaciones medias de cada estudiante participante obtenidas en el pre-tratamiento y post-tratamiento. Los resultados obtenidos por los cuatro grupos experimentales de las tres pruebas académicas aplicadas con el propósito de evaluar la validez social del programa son los siguientes:

a) Contraste de medias para la Prueba I. Hidrocarburos

- En el cuadro 5 se presentan las comparaciones que se realizaron para cada reactivo, antes del programa de intervención educativa usando TIC (pre-tratamiento) y después de la intervención educativa (post-tratamiento).

• **Cuadro 5** *Contraste de medias pre y post intervención educativa de la Prueba I*

Factor del Instrumento	Reactivo	Pre Tx \bar{x}	Post Tx \bar{x}	gl	t	p
1	1	1.2	1.8	124	-10.016	.000
2	2	1.6	1.9	124	-6.050	.000
3	3a	1.3	1.6	124	-4.610	.000
4	3b	1.2	1.3	124	-1.377	.171
5	3c	1.2	1.5	124	-2.976	.004
6	3d	1.3	1.6	124	-3.273	.001
7	4a	1.2	1.5	124	-3.453	.000
8	4b	1.4	1.6	124	-3.119	.002
9	4c	1.1	1.3	124	-2.735	.007
10	4d	1.2	1.3	124	-1.181	.240
11	5	1.6	1.9	124	-4.883	.000
12	6	1.5	1.9	124	-6.207	.000
13	7	1.3	1.7	124	-6.532	.000
14	8	1.1	1.6	124	-8.418	.000
15	9	1.2	1.9	124	-11.553	.000
16	10	1.2	1.7	124	-8.323	.000
17	11a	1.1	1.7	124	-11.371	.000
18	11b	1.2	1.8	124	-10.785	.000
19	11c	1.1	1.8	124	-10.411	.000
20	11d	1.2	1.7	124	-10.506	.000
21	11e	1.4	1.9	124	-8.361	.000
22	12a	1.1	1.8	124	-7.270	.000
23	12b	1.2	1.8	124	-8.941	.000
24	12c	1.3	1.8	124	-8.245	.000
25	13	1.3	1.8	124	-8.095	.000
26	14	1.3	1.5	124	-3.679	.000

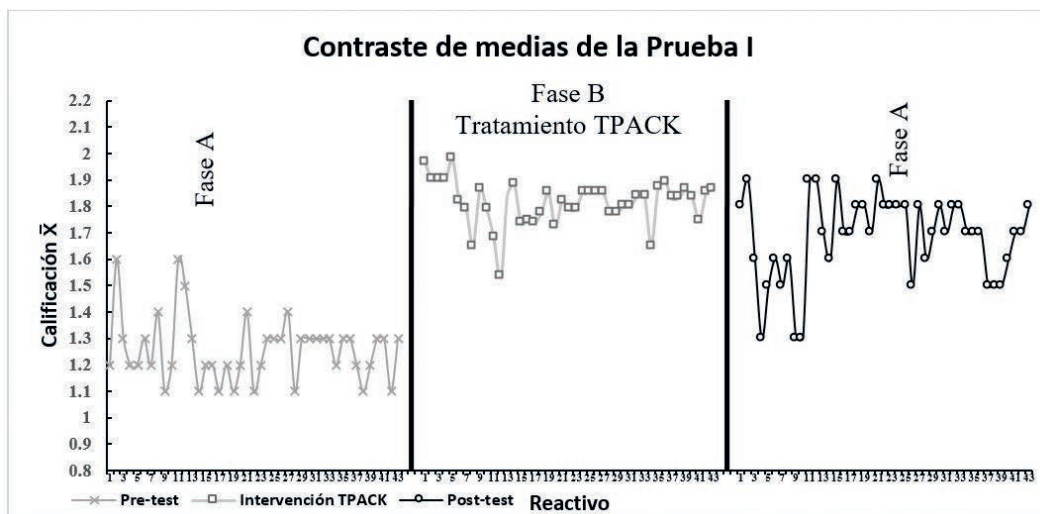
Factor del Instrumento	Reactivo	Pre Tx \bar{x}	Post Tx \bar{x}	gl	t	p
27	15 a	1.4	1.8	124	-7.508	.000
28	15b	1.1	1.6	124	-8.184	.000
29	15c	1.3	1.7	124	-6.776	.000
30	15d	1.3	1.8	124	-6.168	.000
31	15e	1.3	1.7	124	-5.498	.000
32	15f	1.3	1.8	124	-6.654	.000
33	15g	1.3	1.8	124	-6.659	.000
34	15h	1.2	1.7	124	-7.842	.000
35	15i	1.3	1.7	124	-5.462	.000
36	16	1.3	1.7	124	-5.927	.000
37	17 a	1.2	1.5	124	-4.970	.000
38	17b	1.1	1.5	124	-6.188	.000
39	17c	1.2	1.5	124	-5.308	.000
40	18	1.3	1.6	124	-3.736	.000
41	19	1.3	1.7	124	-5.830	.000
42	20	1.1	1.7	124	-10.506	.000
43	21	1.3	1.8	124	-8.047	.000

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad

Fuente: Elaboración propia.

- Se observa en el cuadro 5, que cerca de 95 % de los reactivos mostraron diferencias estadísticamente significativa después de la intervención educativa.
- Solo dos reactivos (3b y 4d) no mostraron esas diferencias (no hubo cambios antes y después del tratamiento) y otro (reactivo 4c), sí mostró diferencias estadísticamente significativas, pero que no manifiestan aprendizaje posterior al tratamiento, ya que, tanto en el pre como en el post, los valores están cercanos a uno y corresponde a una respuesta incorrecta.
- En la figura 2, se muestran gráficamente los resultados de la Prueba I, antes de la intervención (Fase A), durante la intervención (Fase B) y después de la intervención (Fase A) de los cuatro grupos experimentales.

• **Figura 2** Respuestas en la *Prueba I*, antes y después de la intervención.



Fuente: Elaboración propia.

- Se puede visualizar en la figura 2 la variación en el aprendizaje que tuvo el alumnado antes y después de la intervención educativa; antes de la intervención (*Fase A*), la mayoría de las respuestas son incorrectas (valores alrededor de 1); durante (*Fase B*) y después (*Fase A*) del tratamiento se aproximan a 2, valor que corresponde a una respuesta correcta.

b) Contraste de medias para la *Prueba II. Hidrocarburos*

- En el cuadro 6 se muestra la contrastación de las medias que se hizo para cada reactivo antes de la intervención educativa (pre-tratamiento del programa TIC TPACK) y después de esta (post-tratamiento).

• **Cuadro 6** Contraste de medias pre y post intervención educativa *Prueba II.*

Factor del Instrumento	Reactivo	Pre Tx \bar{x}	Post Tx \bar{x}	gl	t	p
1	1	1.3	1.6	98	-3.192	.002
2	2	1.1	1.6	98	-6.353	.000
3	3	1.3	1.5	98	-2.474	.015
4	4	1.2	1.7	98	-6.293	.000
5	5	1.4	1.7	98	-3.694	.000
6	6 a	1.5	1.8	98	-4.204	.000
7	6b	1.5	1.9	98	-7.381	.000
8	6c	1.4	1.8	98	-5.659	.000
9	6d	1.5	1.9	98	-5.369	.000

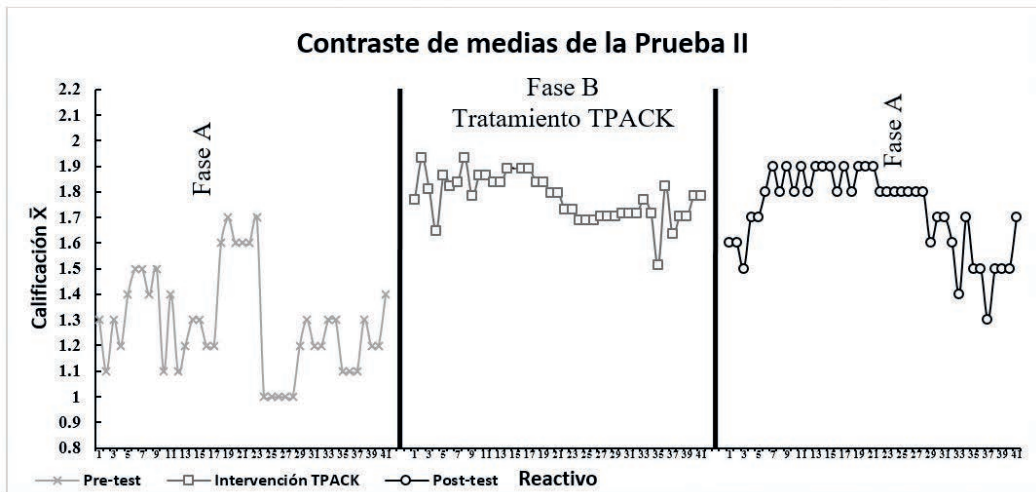
Factor del Instrumento	Reactivo	Pre Tx \bar{x}	Post Tx \bar{x}	gl	t	p
10	7	1.1	1.8	98	-12.815	.000
11	8	1.4	1.9	98	-6.500	.000
12	9	1.1	1.8	98	-10.902	.000
13	10	1.2	1.9	98	-10.198	.000
14	11a	1.3	1.9	98	-9.660	.000
15	11b	1.3	1.9	98	-9.154	.000
16	11c	1.2	1.8	98	-12.023	.000
17	11d	1.2	1.9	98	-13.387	.000
18	12a	1.6	1.8	98	-4.065	.000
19	12b	1.7	1.9	98	-3.447	.000
20	12c	1.6	1.9	98	-3.341	.001
21	12d	1.6	1.9	98	-2.514	.014
22	12e	1.6	1.8	98	-2.968	.004
23	12f	1.7	1.8	98	-1.821	.072
24	13	1	1.8	98	-17.995	.000
25	14	1	1.8	98	-17.995	.000
26	15	1	1.8	98	-18.520	.000
27	16	1	1.8	98	-18.520	.000
28	17	1	1.8	98	-18.520	.000
29	18	1.2	1.6	98	-5.896	.000
30	19	1.3	1.7	98	-7.147	.000
31	20	1.2	1.7	98	-7.880	.000
32	21	1.2	1.6	98	-4.104	.000
33	22	1.3	1.4	98	-.282	.779
34	23	1.3	1.7	98	-5.327	.000
35	24	1.1	1.5	98	-5.224	.000
36	25	1.1	1.5	98	-3.593	.000
37	26	1.1	1.3	98	1.179	.241
38	27a	1.3	1.5	98	-2.202	.030
39	27b	1.2	1.5	98	-2.878	.005
40	27c	1.2	1.5	98	-4.667	.000
41	27d	1.4	1.7	98	-2.999	.003

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad

Fuente: Elaboración propia

- Se observa también en el cuadro 6 que de los 41 reactivos comparados, 93 % mostraron diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.05$) después de la intervención, únicamente para los reactivos 12f, 22 y 26, no fueron significativas ($p > 0.05$).
- Se registra también que de los reactivos 12a al 12e se contestaron correctamente por el alumnado antes y después de la intervención, a pesar de que sí mostraron diferencias estadísticamente significativas.
- En la figura 3 se muestran los resultados de la *Prueba II* de los cuatro grupos experimentales, antes de la intervención (*Fase A*), durante la intervención (*Fase B*) y después de la intervención (*Fase A*).

• **Figura 3** Respuestas en la *Prueba II*, antes y después de la intervención.



Fuente: Elaboración propia.

- En la figura 3, al observar las calificaciones medias de los estudiantes se aprecia con claridad que antes de la intervención la mayoría estuvieron cercanas a 1 (incorrectas), mientras que durante y después de la intervención se aproximaron a 2; es decir, fueron correctas.
- Se aprecia también que, en los últimos reactivos, a partir del 32 (que corresponden al tema de isómeros estructurales), las calificaciones medias fueron relativamente bajas, aun después de la intervención.

c) Contraste de medias para la Prueba III. Hidrocarburos

- En el cuadro 7 se presenta la comparación de las medias que se hizo para cada reactivo antes de la aplicación del programa de intervención usando TIC (*pre-tratamiento*) y después de la intervención educativa (*post-tratamiento*).



• **Cuadro 7** Contraste de medias pre y post intervención educativa Prueba III.

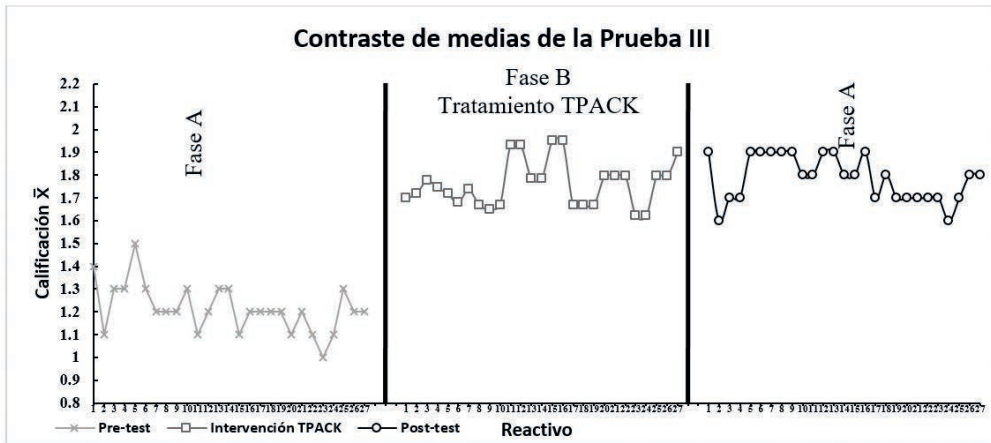
Factor del Instrumento	Reactivo	Pre Tx \bar{x}	Post Tx \bar{x}	gl	t	p
1	1	1.4	1.9	95	-7.688	<.001
2	2	1.1	1.6	95	-8.441	<.001
3	3	1.3	1.7	95	-5.222	<.001
4	4	1.3	1.7	95	-4.785	<.001
5	5	1.5	1.9	95	-7.185	<.001
6	6	1.3	1.9	95	-10.722	<.001
7	7	1.2	1.9	95	-11.595	<.001
8	8	1.2	1.9	95	-11.846	<.001
9	9	1.2	1.9	95	-10.948	<.001
10	10	1.3	1.8	95	-6.611	<.001
11	11	1.1	1.8	95	-9.372	<.001
12	12	1.2	1.9	95	-10.722	<.001
13	13	1.3	1.9	95	-7.853	<.001
14	14	1.3	1.8	95	-8.031	<.001
15	15	1.1	1.8	95	-13.856	<.001
16	16	1.2	1.9	95	-11.035	<.001
17	17	1.2	1.7	95	-7.688	<.001
18	18	1.2	1.8	95	-7.522	<.001
19	19	1.2	1.7	95	-6.189	<.001
20	20	1.1	1.7	95	-8.240	<.001
21	21	1.2	1.7	95	-7.925	<.001
22	22	1.1	1.7	95	-8.467	<.001
23	23	1	1.7	95	-10.501	<.001
24	24	1.1	1.6	95	-5.351	<.001
25	25	1.3	1.7	95	-6.056	<.001
26	26	1.2	1.8	95	-9.668	<.001
27	27	1.2	1.8	95	-7.427	<.001

Tx = tratamiento; gl = grados de libertad

Fuente: elaboración propia

- Como se observa en el cuadro 7, después de la intervención educativa, los 27 reactivos comparados que constituían la *Prueba III*, tuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.001$).
- En la figura 4, se muestran los resultados de la *Prueba III* de los cuatro grupos experimentales, antes de la intervención (*Fase A*), durante la intervención (*Fase B*) y después de la intervención (*Fase A*).

• **Figura 4** Respuestas en la Prueba III, antes y después de la intervención.



Fuente: Elaboración propia.

- Como se puede ver en la figura 4, hay una tendencia marcada en las calificaciones medias, de aproximarse a un valor de 1 (respuesta incorrecta) antes de la intervención educativa (Fase A); mientras que durante la intervención (Fase B) y después del tratamiento (Fase A), sufrieron un incremento, porque las respuestas en la mayoría de los reactivos se acercan al valor de 2; es decir, son correctas.

Discusión y conclusiones

Se cumplió con el objetivo del estudio al evaluar la *validez social del programa de intervención TIC TPACK* para la instrucción de química en bachillerato, examinando la validez social de sus objetivos, procedimientos y resultados, por lo que se concluye que el programa TIC TPACK para el aprendizaje de química orgánica en nivel bachillerato es eficiente, al demostrar que se aceptó y validó socialmente por el alumnado quien lo recibió, demostrando su valor social.

Se comprobó la validez de los objetivos, identificando que nueve de cada diez de los participantes los aceptaron, comprobándose también su *validez social* a través del procedimiento empleado para implementar el programa de enseñanza en química e identificándose que más de la tercera parte del alumnado señaló sentirse satisfecho con el programa, ya que la aprobación de los usuarios con respecto a los procedimientos empleados es requisito esencial para que un programa de intervención sea aceptado alcanzando los propósitos para los cuales se implementó (Baer et al., 1991; Kazdin, 1980; Wolf, 1978). Por otra parte, los resultados que complementan a los obtenidos por King-Sears, et al. (2020), quienes determinaron una buena aceptación de un programa universal de aprendizaje, que implicó el uso herramientas tecnológicas para la instrucción de temas de química general, pero en este estudio únicamente evaluó la validez social del procedimiento.

La evaluación formativa es otra estrategia para evidenciar la validez social del procedimiento, valoración que contribuyó significativamente con la evaluación del impacto social del programa, resultados similares a los reportados por Kramer, et al. (2014), quienes utilizaron una estrategia de evaluación formativa para determinar cómo podrían mejorar el programa de intervención team (por sus siglas en inglés: *Teens making Activity and Environment Modifications*) aplicado a estudiantes de bachillerato (Duchaine, et al., 2018; Hitchcock, et al., 2016; King-Sears, et al., 2015; King-Sears, et al., 2020).

La tercera validación social que se hizo al programa es la que se refiere a los resultados que el alumnado tuvo al recibir el programa TIC TPACK durante sus clases de química y que demostraron la eficiencia del programa de intervención TIC TPACK para la instrucción de temas de hidrocarburos, ya que el alumnado obtuvo buenos resultados académicos derivados de la instrucción con el uso de tic, al demostrarse que 95 % de los reactivos contenidos en las pruebas académicas mostraron diferencias estadísticamente significativas después de la intervención educativa, hallazgos similares fueron identificados en otras investigaciones en las que se determinó la aceptación, por docentes y estudiantes de un programa de instrucción que involucró el uso de material digital multimedia para desarrollar habilidades de investigación y escritura en el aprendizaje de tópicos de ciencias, química incluida, al evaluar su validez social, fundamentalmente en cuanto a su procedimiento y resultados (Hitchcock, et al., 2016).

La aceptación social del programa TIC TPACK, demuestra que puede ser aplicado para la enseñanza de otros temas de química orgánica, esencialmente porque además de propiciar una mejora en su aprendizaje, se demostró satisfacción con objetivos, procedimientos y resultados del programa, proporcionando así, una valoración integral.

La valoración social del TIC TPACK, a través de la evaluación de sus objetivos, procedimientos y resultados era necesaria ya que los documentos internacionales de bioética demandan la garantía de que los avances se realicen en beneficio de la humanidad, describiendo la justificación social de los programas de intervención, por lo que la UNESCO ha jugado un papel fundamental en la promoción de la validez del impacto social de las investigaciones (Mendoza, et al., 2023), al establecer la *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos*, en la que se establece el marco ético para la investigación científica, con el objetivo primordial de promover la *beneficencia de las investigaciones*; es decir, garantizar su utilidad social (UNESCO, 2006); sin embargo, su labor no se limita a la declaración universal, ya que la organización reconoce la importancia de documentos previos que sentaron las bases para describir el impacto social que las investigaciones tienen, algunos de estos documentos son el *Código de Núremberg*, el *Código de Belmont* y la *Declaración de Helsinki* (Mendoza, et al., 2023).

Una de las principales fortalezas del estudio es llenar el vacío de otras investigaciones en las que la validez social únicamente se hace a través de la valoración del procedimiento, en contraste con esta investigación

en la que se evaluó desde una perspectiva integral al indagar sobre la opinión de alumnado con respecto a los objetivos, el procedimiento y los resultados del programa como parte de la validación social e integral al programa TIC TPACK.

Además, la investigación contribuye con la validación social e integral al programa TIC TPACK al demostrar que el programa es válido socialmente, ya que responde a las necesidades y expectativas de los estudiantes a quien está dirigido, al promover:

- Que los aprendizajes sean aplicables a su vida cotidiana, dotando a los estudiantes de las habilidades y conocimientos necesarios para comprender y abordar problemas asociados con la química orgánica, pero también con otras áreas transversales como empatía, trabajo en equipo, gestión del tiempo.
- Promueve la ciudadanía, fomentando en los estudiantes una actitud crítica y reflexiva que les permite participar de manera activa en la sociedad, principalmente por el trabajo colaborativo.
- Fomenta la participación del alumnado, al valorar el impacto social del programa que recibieron, lo que proporciona legitimidad y sostenibilidad al programa.

Como reflexión final se establece que la química es una materia fundamental en la formación durante el bachillerato que presenta altos índices de reprobación entre el alumnado, afectando la calidad en los aprendizajes y limitando el avance académico de los jóvenes, perjudicando su acceso a oportunidades de educación superior, por lo que en este contexto, la implementación de programas innovadores como el TIC TPACK surge como alternativa prometedora para mejorar su aprendizaje de la química durante el bachillerato.

Una limitación del estudio asociado a la validez interna es que el diseño experimental no empleó un grupo control para contrastar sus resultados con el grupo experimental (a quien si se le aplicó el programa TIC-TPACK), lo que hubiera permitido garantizar la relación de la efectividad entre la variable dependiente e independientes, lo que hubiera demostrado con mayor fuerza la eficacia y eficiencia del programa.

Otra limitante es que la validación social únicamente se hizo a partir de la opinión del alumnado, por lo que se sugiere para futuras investigaciones validar socialmente junto con los padres, madres y profesorado.

Se declara que la obra que se presenta es original, no está en proceso de evaluación en ninguna otra publicación, así también que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- Ainscow, M. (2005). Developing Inclusive Education Systems: What Are the Levers for Change? *Journal of Educational Change*, 6, 109–124 (2005). <https://doi.org/10.1007/s10833-005-1298-4>
- American Psychological Association. [APA]. (2017). *Ethical Principles of Psychologists and Code of Conduct*. Editorial APA 125. <https://bit.ly/3PJtGPp>
- Baer, D. M. & Schwartz, I. S. (1991). If reliance on epidemiology were to become epidemic, we would need to assess its social validity. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 24(2), 231-234. <https://doi.org/10.1901/jaba.1991.24-231>
- Baer, D. M., Wolf, M. M., & Risley, T. R. (1987). Some still-current dimensions of applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 20(4), 313–327. <https://doi.org/10.1901/jaba.1987.20-313>
- Becerril, F. & Mendoza, B. (2022). TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia Covid-19 en alumnado de bachillerato. *Apertura*, 14(1), 26-51. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2147>
- Carter, S. L. & Wheeler, J. J. (2019). Background of social validity. En Carter, S. L., & Wheeler, J. J. (Eds.), *The social validity manual: Subjective evaluation of interventions* (1-19). Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816004-6.00001-1>
- Cherrier, S., Le-Roux, P.-Y., Gérard, F.-M., Wattelez, G. & Galy, O. (2020). Impact of a neuroscience intervention (NeuroStratE) on the school performance of high school students: academic achievement, self-knowledge and autonomy through a metacognitive approach. *Trends in Neuroscience and Education*, 18, 1-10. <https://doi:10.1016/j.tine.2020.100125>
- Christle, C. A. & Schuster, J. W. (2003). The Effects of Using Response Cards on Student Participation, Academic Achievement, and On-Task Behavior During Whole-Class, Math Instruction. *Journal of Behavioral Education*, 12(3), 147–165. <https://doi:10.1023/a:1025577410113>
- Duchaine, E. L., Jolivet, K., Fredrick, L. D. & Alberto, P. A. (2018). Increase engagement and achievement with response cards: Science and mathematics inclusion classes. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 16(2), 157-176. <https://bit.ly/3xAotBZ>
- Fulgencio, M. & Ayala, H. (1996). Validación social de intervenciones conductuales con niños. Evaluación de metas, procedimientos y resultados. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 22(2), 113-138. <http://dx.doi.org/10.5514/rmac.v22.i2.25427>
- Gobierno del Estado de México [GEM]. (2018). *Plan de Desarrollo del Estado de México 2017-2023*. <https://bit.ly/3bFQCQA>
- Hitchcock, C. H., Rao, K., Chang, C. C. & Yuen, J. W. L. (2016). TeenACE for Science: Using Multimedia Tools and Scaffolds to Support Writing. *Rural Special Education Quarterly*, 35(2), 10–23. <https://doi.org/10.1177/875687051603500203>
- Jiménez EP, Alarcón R, & de Vicente-Yague M-I. (2019). Intervención lectora: correlación entre la inteligencia emocional y la competencia lectora en el alumnado de bachillerato. *Revista Psicodidáctica*, 24(1), 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.10.001>
- Kazdin, A. E. (1980). Acceptability of alternative treatments for deviant child behavior. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 13(2), 259-273. <https://doi.org/10.1901/jaba.1980.13-259>
- King-Sears, M. E., Johnson, T. M., Berkeley, S., Weiss, M. P., Peters-Burton, E. E., Evmenova, A. S., Menditto, A. & Hursh, J. C. (2015). An Exploratory Study of Universal Design for Teaching Chemistry to Students with and Without Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 38(2), 84–96. <https://doi.org/10.1177/0731948714564575>
- King-Sears, M. E. & Johnson, T. M. (2020). Universal Design for Learning Chemistry Instruction for Students with and Without Learning Disabilities. *Remedial and Special Education*, 41(4), 207–218. <https://doi.org/10.1177/0741932519862608>

- Kramer, J. M., Roemer, K., Liljenquist, K., Shin, J. & Hart, S. (2014). Formative evaluation of Project TEAM (Teens making Environment and Activity Modifications). *Intellectual/Developmental Disability*, 52, 25–272. <https://doi:10.1352/1934-9556-52.4.258>
- Marco-Fondevila, M., Rueda-Tomás, M. & Latorre-Martínez, M. P. (2022). Active Participation and Interaction, Key Performance Factors of Face-to-Face Learning. *Education Sciences*, 12(7), 1-13. <https://doi.org/10.3390/educsci12070429>
- Mendoza, B., Serrano, M. C. & Morales Reynoso, T. (2023). Violencia Escolar, Bullying y Ciberbullying: su abordaje desde su perspectiva de investigación psicológica. En A. Rojas, M. García, A.I. Espinoza, S. Figueroa, F. López (EDS). *Tópicos actuales de psicología* (pp. 567-597). CNEIP. <https://www.google.com/search?q=T%C3%B3picos+Actuales+de+Psicolog%C3%ADa+%7C+Editorial+CNEIP&oq=T%C3%B3picos+Actuales+de+Psicolog%C3%ADa+%7C+Editorial+CNEIP&aqs=chrome.69j59.1122j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3). <https://bit.ly/2UtPJwT>
- Naylor, R., Dollinger, M., Mahat, M. & Khawaja, M. (2021). Students as customers versus as active agents: conceptualising the student role in governance and quality assurance, *Higher Education Research & Development*, 40(5), 1026-1039. <https://doi:10.1080/07294360.2020.1792850>
- Park, E.Y. & Blair, K.S. (2019). Social Validity Assessment in Behavior Interventions for Young Children: A Systematic Review. *Topics in Early Childhood Special Education*, 39(3), 156–169. <https://doi.org/10.1177/0271121419860195>
- Perdio, A. (2022). Review of pck Enhancement Programs for Science and Technology Teachers: Prospects for Local Interventions in The Philippines. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 8(4), 191–199. Recuperado de <https://bit.ly/3nEcyya>
- Petersen, C., Baepler, P., Beitz, Al., Ching, P. Gorman, K. & Neudauer (2020). The Tyranny of Content: Content Coverage as a Barrier to Evidence-Based Teaching Approaches and Ways to Overcome It. *CBE-Life Sciences Education*, 19(2), 1-10. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-04-0079>
- Schwartz, I. S. & Baer, D. M. (1991). Social Validity Assessments: Is Current Practice State of the Art? *Journal of Applied Behavior Analysis*, 24(2), 189-204. <https://doi:10.1901/jaba.1991.24-189>
- Strain, P. S., Barton, E. E. & Dunlap, G. (2012). Lessons learned about the utility of social validity. *Education & Treatment of Children*, 35(2), 183–200. <https://doi.org/10.1353/etc.2012.0007>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2006). *Universal Declaration on Bioethics and Human Rights. Division of Ethics of Science and Technology Social and Human Science*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000146180>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO]. (2015). *Educación 2030. Declaración de Incheon y Marco de Acción para la realización del Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos*. Recuperado el 15 de mayo de 2022, de: <https://bit.ly/2CoBmna>
- Wolf, M. M. (1978). Social validity: the case for subjective measurement or how applied behavior analysis is finding its. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 11(2), 203-214. doi: 10.1901/jaba.1978.11-203

Semblanzas

Fernando Becerril Morales. Químico, doctor en investigación educativa por la Universidad Autónoma del estado de México (UAEM), con experiencia en la docencia de química a nivel medio superior y nivel superior. Investigador de tiempo completo del Plantel *Doctor Pablo González Casanova*, de la Universidad Autónoma del estado de México (UAEM). Línea de investigación *educación inclusiva con el uso de TIC*. Integrante del equipo editorial de la revista *Cultura Digital y Desarrollo Humano*. Líder del CA TIC e integrante de la Red de Cuerpos Académicos del nivel medio superior.

Alberto Guadarrama Herrera. Doctor en Educación por la Universidad OMI, e ingeniero electromecánico por el Instituto Tecnológico de Toluca (ITT). Cuenta con 20 años de experiencia docente a nivel medio superior (NMS) por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Profesor de tiempo completo; autor de cuatro libros de texto del área de matemáticas de nivel medio superior; y coautor de planes y programas de estudios de la UAEM. Ponente y tallerista en diversos eventos académicos nacionales e internacionales con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Integrante del equipo editorial de la revista *Cultura Digital y Desarrollo Humano*. Integrante de la Red de cuerpos académicos del Nivel Medio Superior.

Brenda Mendoza González. Doctora en psicología por la Universidad Complutense de Madrid (UCM); maestra en psicología por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), master en intervención psicológica en contextos educativos por la Universidad Complutense de Madrid (UCM) y licenciada en psicología por la UNAM. Investigadora de tiempo completo en la Facultad de Ciencias de la Conducta en la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNI), nivel II. Línea de investigación en *programas de intervención cognitivo-conductuales para disminuir conductas riesgo, convivencia escolar, bullying, ciberbullying, crianza y habilidades socioemocionales*.