

Ejercicio de observación participativa para fomentar vocaciones y competencias científicas en la Universidad Tecnológica de Altamira

Mireya del Socorro Ovando-Rocha
Universidad Tecnológica de Altamira, México
Felipe Caballero-Briones
Instituto Politécnico Nacional, México

Resumen

Se invitó a estudiantes de quinto cuatrimestre de la carrera de Técnico Superior Universitario (TSU) en Química Industrial de la Universidad Tecnológica de Altamira a realizar una estancia en el CICATA Altamira para realizar un proyecto de investigación en el que aplicaron los conocimientos adquiridos en las áreas de Ciencias y de Tecnologías. Se describen el desarrollo de la investigación y los resultados obtenidos, así como las conclusiones en términos del aporte de la estancia a la formación y perspectiva profesional de los estudiantes involucrados, evaluadas a través de un cuestionario y del método de observación participativa. Se demostró que la inmersión teórica y práctica en un proyecto de investigación que los alumnos indicaron como pertinente para solucionar problemas concretos, llevó a la adquisición de nuevos conocimientos y habilidades y al interés en desarrollar las estadías profesionales en un centro de investigación, como primer paso a una probable carrera científica.

Palabras clave

Alfabetización científica; competencias científicas; observación; técnico superior universitario; vocaciones

An exercise of participative observation to foment scientific vocations and competences in the Technological University of Altamira

Abstract

Students of the fifth quarter period from the Industrial Chemistry University Senior Technician (UST) of the Technological University of Altamira, were invited to do a stay at the CICATA Altamira to perform a research project in which the students applied the knowledge from the Science and Technologies areas. The research development and the obtained results were described, as well as the conclusions in terms of the benefits of the stay provided to the formation and professional perspective of the involved students, evaluated through a questionnaire and the method of the participative observation. It was demonstrated that the theoretical and practical immersion in a research project which the students identified as pertinent to solve concrete problems, lead to the acquisition of new knowledge and skills and to the interest into the Professional Stays in a research center, as a first step to an eventual scientific career.

Keywords

Scientific alphabetization; scientific competences; higher university technician; observation; vocations.

Recibido: 18/05/2020

Aceptado: 07/03/2022

1. Introducción

Las Universidades Tecnológicas forman parte de los Sistemas Estatales de Educación y del Sistema Nacional de Universidades Tecnológicas; imparten programas para la formación de técnicos superiores universitarios, licenciados e ingenieros con especial vinculación con los sectores público, privado y social de las comunidades en las que se instalan (UT Altamira, 2020a). Su modelo educativo contempla dos salidas profesionales con títulos oficiales: la de Técnico Superior Universitario la que se obtiene tras cinco cuatrimestres lectivos y uno de estadía empresarial, y su continuidad para obtener el título de ingeniero o licenciado, tras otros cuatro cuatrimestres lectivos y una segunda estadía empresarial (UT Altamira, 2020b). En la Universidad Tecnológica de Altamira se ofrecen actualmente nueve carreras de técnico superior universitario, dos licenciaturas y cinco ingenierías (UT Altamira, 2020a).

El programa de estadías tiene como objetivo que el alumno participe durante un cuatrimestre en un proyecto profesional o en actividades de investigación en una empresa o institución con un perfil que complemente su formación. En este cuatrimestre, un profesor de la Universidad funge como asesor interno del alumno y un profesionista de la empresa o institución donde se realiza la estadía, como asesor externo.

Otra modalidad formativa del sistema de Universidades Tecnológicas son las visitas industriales, cuyo objetivo es acercar a los alumnos al entorno laboral y a sus diversas actividades. Estas visitas se realizan en acuerdo con la planeación y orientación de los académicos, asesores y los directores académicos.

1.1. Técnico superior universitario en Química Área Industrial

De acuerdo con el Análisis Situacional del Trabajo de la carrera, el TSU en Química desarrollará, entre otras, las siguientes competencias profesionales, que “permiten al técnico superior universitario desarrollar actividades en su área profesional, adaptarse a nuevas situaciones, así como transferir, si es necesario, sus conocimientos, habilidades y actitudes a áreas profesionales próximas” (UT Altamira, 2020c).

Competencias genéricas:

- Plantear y solucionar problemas con base en los principios y teorías de física, química y matemáticas, a través del método científico para sustentar la toma de decisiones en los ámbitos científico y tecnológico.

Competencias específicas:

- Coordinar la operación de laboratorios de análisis químicos, mediante procedimientos técnicos y administrativos establecidos, apegados a la normatividad vigente, para proporcionar información confiable en la toma de decisiones y contribuir a la optimización de procesos.
- Coordinar la transformación de materias primas a través de la aplicación de los procesos fisicoquímicos y termodinámicos para la obtención de productos químicos, petroquímicos, alimentos y farmacéuticos.
- Dentro del plan de estudios de la carrera de TSU en Química área Industrial del Sistema de Universidades Tecnológicas, en los cuatrimestres 3° y 5° se cursan las asignaturas Integradoras I y II en las áreas de Ciencias Básicas Aplicadas y de Formación Tecnológica, respectivamente. El objetivo de estas asignaturas es conjuntar los conocimientos adquiridos por el educando al final de cada área de Ciencias o de Tecnología. La evaluación de esta asignatura suele consistir en que los alumnos se organizan en equipos y realizan un proyecto relacionado con su carrera.

2. Planteamiento del problema e hipótesis de trabajo

En los períodos de estadías de los programas de TSU en Química Industrial y de Ingeniería Química, los alumnos de la Universidad Tecnológica de Altamira han participado en varios de los proyectos de investigación vigentes en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) Unidad Altamira del Instituto Politécnico Nacional, situado a tres kilómetros de la Universidad. El CICATA Altamira cuenta con los Programas de Maestría y Doctorado en Tecnología Avanzada, ambos pertenecientes al Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y que, por tanto, ofrecen becas de una cuantía comparable o superior al salario de la región para profesionistas recién egresados, pero la experiencia ha demostrado que pocos alumnos de la Universidad que realizan estadías de Ingeniería o de TSU se han quedado a realizar el posgrado que ofrece el CICATA. En palabras de los propios estudiantes, prefieren salir a trabajar por presiones familiares o sociales, porque consideran que realizar estudios de posgrado es una salida que se toma solamente cuando se ha fracasado en conseguir un trabajo “de verdad” en la industria petroquímica de la región. Esta percepción de la carrera científica ha persistido pese a que se fomenta la participación de los estudiantes de estadías en congresos, se llevan conferencias a la Universidad, se reciben visitas de alumnos de varias carreras

a los laboratorios del CICATA y se participa en proyectos de investigación conjuntos entre profesores del CICATA y la Universidad, en los que participan alumnos de TSU, ingenierías y posgrado. Actualmente no se ha hecho un estudio que analice el punto de vista de los estudiantes involucrados en estos proyectos y tampoco se ha hecho una observación de su desempeño bajo supervisión del asesor interno y externo, más allá de los comentarios que se plasman en las evaluaciones de las estadías.

La hipótesis bajo la cual se llevó a cabo esta experiencia es que en este punto de su formación, los alumnos de TSU en Química Industrial se encuentran en un momento excelente para iniciar el contacto con la investigación en Ciencia y Tecnología de Materiales y que un medio para fomentar su vocación y competencias científicas era plantearles un proyecto de investigación relacionado con la energía y el medio ambiente, en el que puedan darse cuenta que su perfil los capacita no solamente para desempeñarse profesionalmente en el área industrial sino también perfilarse hacia la carrera científica y resolver problemas concretos y de interés para la sociedad. La observación intencionada de los supervisores de la estancia es parte fundamental del diagnóstico.

3. Objetivo del trabajo

Como parte de la colaboración entre la UT Altamira y el CICATA, se ha propuesto fomentar las vocaciones y competencias científicas de los estudiantes de la Universidad por medio del acercamiento temprano de los alumnos al campo de la investigación, incorporándolos a proyectos vigentes del CICATA Altamira en las etapas de las asignaturas integradoras, para que los alumnos perciban la pertinencia y aplicabilidad de su formación académica al ámbito de la investigación científica, esto es, que se “alfabeticen científicamente” según el concepto descrito por Villaruel-Fuentes *et al.* (2017).

En el Grupo de Materiales y Tecnologías para Energía, Salud y Medio Ambiente (GESMAT) del CICATA Altamira, se realiza investigación básica y aplicada que incluye el desarrollo y aplicación de materiales para aplicaciones que van desde materiales adsorbentes, fotocatalíticos, supercapacitores, fotovoltaicos, termoelectrónicos, entre otros, para lo que el perfil de los TSU en Química es muy pertinente según las competencias de esta carrera.

El presente trabajo es el resultado de la experiencia de un equipo de 6 alumnos del quinto cuatrimestre de la carrera de TSU en Química del área Industrial de la Universidad Tecnológica de Altamira, que realizaron su proyecto de Integración en una estancia de seis semanas en los laboratorios del GESMAT en CICATA Altamira. El proyecto que se le planteó a los alumnos fue obtener y caracterizar carbones activados a partir de borra de café para aplicarlos en remediación ambiental para adsorber metales y colorantes, y en almacenamiento de energía en supercapacitores.

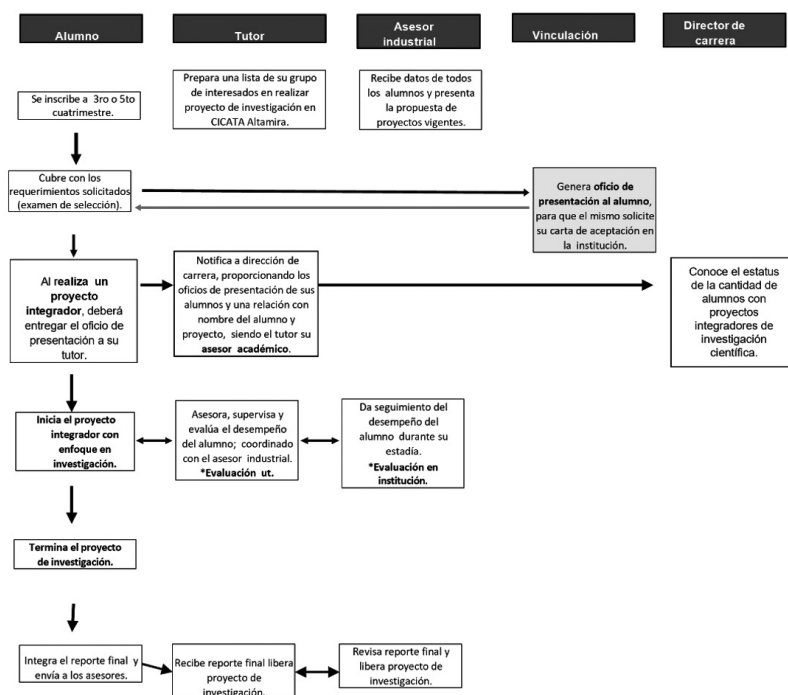
La presente contribución presenta la organización y desarrollo de la experiencia de la estancia de investigación; los antecedentes científicos, metodología, resultados experimentales y conclusiones obtenidos del proyecto; y se concluye con una reflexión sobre el proceso y actividades de los alumnos en el laboratorio, las dificultades que encontraron y sus perspectivas de futuro profesional, y su mirada hacia la carrera científica a través del análisis de un cuestionario aplicado a los alumnos participantes.

4. Metodología del trabajo

Los alumnos que llevaron a cabo este trabajo fueron invitados a participar en el proyecto de obtención de carbones activados, para evaluar la asignatura Integradora II. Los alumnos fueron identificados por la tutora de la Universidad como aquellos con curiosidad por realizar un trabajo con mayor trascendencia que “reciclar algún trabajo previo” o “realizar un experimento en el laboratorio escolar”, como manifestaron en el cuestionario final los alumnos. En la figura 1 se muestra una guía rápida desarrollada para el proceso de selección y seguimiento de los alumnos invitados al ejercicio de observación participativa para el fomento de vocaciones y competencias científicas, seguido en CICA- TA Altamira y la Universidad Tecnológica de Altamira.

- **Figura 1.** Diagrama de flujo del proceso de selección de alumnos para el trabajo de fomento de vocaciones y competencias científicas

Guía rápida para el fomento de vocaciones y competencias científicas.



La primera semana se les pidió realizar una revisión bibliográfica del tema y presentar una exposición ante el grupo de investigación en CICATA Altamira. Se les dio una guía de los puntos que debería contener la exposición y se les enviaron algunos artículos y otros materiales publicados sobre el tema. El propósito fue que los alumnos tuvieran el antecedente directo del proyecto que iban a desarrollar. En la exposición participaron todos los alumnos y se sometieron a las preguntas del equipo de investigación conformado por dos doctores, una maestra en ciencias y alumnos de doctorado, maestría y licenciatura que desarrollan diversos temas. En esta sesión se aclararon puntos que no habían quedado bien definidos en la exposición. La exposición realizada por los alumnos mostró un nivel de “alfabetización científica” similar (Villarruel-Fuentes *et al.*, 2017). Se observó en todos los casos familiaridad con temas avanzados y manejo de lenguaje científico, mezclada con algo de “ciencia popular” y varias imprecisiones de conceptos y de lenguaje. El objetivo del seminario de grupo es precisamente reducir estas brechas en los integrantes del equipo y procurar un nivel homogéneo y, sobre todo, fomentar el análisis crítico de la información tanto en exposiciones como en artículos, este seminario está integrado principalmente por estudiantes de posgrado (maestría y doctorado) e investigadores de CICATA Altamira con la inclusión de los alumnos de la Universidad Tecnológica de Altamira que realizan estadias profesionales y estancias de investigación cortas. Las sesiones del seminario se realizan una vez por semana y tiene una duración de una hora, de la cual el ponente cuenta con 35 a 40 minutos para su exposición y el tiempo restante para responder preguntas del cuórum.

Para la elaboración del estado del arte del proyecto de investigación realizado por los alumnos se sugirió a los estudiantes un grupo de palabras clave y artículos escogidos después de la primera exposición ante el grupo. Se observó que los alumnos aprovecharon fuentes científicas como revistas internacionales en español e inglés, aunque en algunos casos, también utilizaron sitios de internet. Del texto redactado se infiere que los alumnos se encuentran en proceso de aprender a elaborar el resumen de lo leído para extraer lo más relevante de cada artículo, de mejorar la redacción y desarrollar la ilación de las ideas para llevar al lector hacia la hipótesis necesaria y al objetivo del tema de investigación. Otra cuestión es que falta aún familiaridad con los formatos que se manejan para las referencias y cómo colocarlas en el texto de manera uniforme. La redacción del estado del arte ya fue editada por los tutores para mayor claridad.

Posteriormente se separaron algunos de los artículos, todos ellos en idioma inglés y se definió la metodología a seguir para la preparación de los materiales y se delimitó el objetivo y el alcance del trabajo. Las actividades de laboratorio se llevaron a cabo durante seis semanas, en las cuales se escalonaron las asistencias al CICATA

en dependencia con las actividades de los participantes (cursos, exámenes, etcétera). En promedio cada participante acudió 4 horas al día de lunes a viernes. El trabajo de laboratorio se distribuyó entre los participantes una vez realizada una reunión con el tutor de CICATA para acordar los procedimientos a seguirse. Las sesiones de caracterización de materiales se realizaron con la presencia del tutor de CICATA y se procuró que el responsable de cada equipo utilizado (difracción de rayos X y espectroscopia de infrarrojos por transformada de Fourier) explicara el funcionamiento del aparato, complementándose con una discusión sobre el fundamento de cada técnica. El reporte final se redactó en equipo y se sometió a las correcciones de la tutora de la Universidad y del de CICATA Altamira y se expuso nuevamente ante el grupo de investigación. La segunda exposición que realizaron los estudiantes ante el grupo de investigación reflejó un incremento en su capacidad para conducirse en público, manejar la información con un lenguaje más preciso y responder a los cuestionamientos que se les hicieron.

Al final del trabajo se aplicó a los estudiantes un cuestionario dividido en cuatro áreas: Formación Previa; Desarrollo del Proyecto; Conocimiento de la Investigación; Futuro Profesional para evaluar cualitativamente el impacto de la estancia de trabajo en la formación profesional y el eventual interés de los estudiantes en la investigación como opción profesional. Se incluyen además las observaciones de los tutores sobre la evolución de los estudiantes durante el desarrollo del proyecto de investigación, como parte del método de observación participativa descrito por Kawilch (2005).

5. Reporte del proyecto de investigación realizado por los alumnos

El reporte completo que los alumnos presentaron al final del proyecto se encuentra disponible como *preprint* en el repositorio electrónico de ResearchGate de los autores de este manuscrito (Bautista-Hernández *et al.*, 2020). La presentación y discusión de los resultados se editó parcialmente para mejor comprensión, pero el texto entre comillas corresponde a la redacción original para mostrar el nivel de redacción y análisis de los alumnos. En *itálicas* se pone énfasis en las expresiones coloquiales o imprecisas que suelen usar los alumnos al explicar algo, y en **negritas** el comentario acerca de las expresiones indicadas que pertenecen al presente trabajo de investigación y no al proyecto que realizaron los alumnos. Al final de esta sección se hacen algunas reflexiones sobre el proceso que se observó en los alumnos al presentar y discutir los resultados.

“Se puede observar que el espectro de la borra del café *es totalmente distinto* al de las muestras ya carbonizadas y tratadas, es ellas no se muestra la misma cantidad de grupos funcionales,

además, la humedad (agua) se ha eliminado de su estructura, y *se muestra mayormente* la presencia del carbono en la estructura de los carbones obtenidos.” Uso de adverbios de cantidad que expresan con imprecisión la magnitud de lo que se observa.

“Se observa que hay una gran diferencia entre cada una de las áreas obtenidas, donde la mayor área proviene de los carbones obtenidos por activación física (blancos), ya que estos resultaron ser carbones muy finos, y por lo tanto abarcan mayor área, pero enfocándonos en las activaciones por método químico, *nos damos cuenta* de que existe una mayor área cubierta por el carbón activado con KOH. También *podemos observar* que en ambos lotes del ZnCl_2 existe una absorbancia menor, *lo cual nos hace decir* que el carbón activado con ZnCl_2 tiene una mayor [capacidad de] absorción [de Cr (VI)].” Uso de la primera persona del plural en vez del impersonal para referirse al trabajo o sus hallazgos.

“En ambas lecturas se puede observar que en los blancos de ambos lotes [muestras de borra activadas térmicamente] se presenta una absorbancia mayor a la presentada por el blanco de reactivo, esto *nos hace formular la hipótesis acerca a que esto se presenta debido* a la presencia de partículas más finas de carbón que hacen interferencia al momento de la lectura en el fotómetro.” Falta de concisión en las frases, uso de demasiadas palabras.

“*Podemos* apreciar, en las imágenes del lote 2 con respecto a las del lote 1, el que existe una estructura más uniforme entre cada grano, con lo que *podríamos decir* que esto se presenta debido a las *diferencias de temperaturas proporcionadas* en cada uno de los lotes, y que es el efecto de la temperatura *lo que se hace presente* en su morfología.” Uso de la primera persona del plural en vez del modo impersonal; imprecisión de concepto: la temperatura no se “proporciona”; uso de expresiones hechas: “lo que se hace presente”.

“Como consecuencia de la experimentación llevada a cabo *concluimos que el carbón activado es muy versátil, pues tiene muchos campos de trabajo en el que su aplicación es útil.*” Argumento tipo “dona”, el concepto a demostrar empieza donde termina.

“La determinación de las áreas específicas de las muestras obtenidas se llevó a cabo con la absorción del azul de metileno mediante, en éste agregábamos azul de metileno hasta saturar los carbones y con el volumen gastado de solución obtuvimos las áreas específicas, *siendo el KOH el carbón activado que mejores resultados tuvo.*” Atribución de grados relativos a los resultados; no hay “mejores” resultados sin haber una meta previa a alcanzar.

“El carbón obtenido por medio del activador ZnCl_2 fue el que se encontró más apto para su utilización en la sanitización de aguas, *la cual fue uno de los enfoques en primera instancia*, esto se propone a partir de los resultados observados en la absorción de dicromato de potasio, *en dicha prueba* el carbón activado *por medio* del activante *antes* mencionado destacó en comparación al carbón activado con KOH y la borra del café solo carbonizada.” Construcción confusa de las frases.

“Al comparar los lotes obtenidos podemos apreciar *una pequeña pero ventajosa diferencia* del lote 1 con el lote 2, esto lo relacionamos con las condiciones en que fueron activados los carbones, *se pueden observar las diferencias en las áreas específicas con la que se concluye que el lote 1 es mejor en este aspecto*.” No se toma en cuenta el concepto de diferencias significativas. Conclusiones correctas pero demasiadas palabras.

“*El aspecto del lote 2 tomo la ventaja en el aumento por 100 que se le proporciono para su mejor apreciación.*” Frases ininteligibles armadas con frases hechas.

“De acuerdo con los objetivos planteados desde el inicio se concluye que: Para el uso en supercapacitores, *se encuentra más apto* el carbón activado con KOH, debido a su mayor área superficial. Para el uso *en cuestiones ambientales* (saneamiento de agua), se encuentra con mejores resultados el carbón activado con ZnCl_2 debido a su mayor absorción para metales pesados.” Análisis correcto de los resultados con respecto a los objetivos.

6. Observaciones y reflexiones del trabajo

En la descripción de los resultados se observó que los alumnos son capaces de percibir las diferencias entre los resultados que se obtienen y de hacer algunas inferencias sobre las causas. No obstante, el nivel de conocimiento teórico que se requiere para la discusión de los resultados aún resulta incipiente, como se mencionó por los mismos alumnos en el cuestionario y en muchos casos coloquial, como muestran los extractos del Reporte de Investigación. En esta experiencia se observó que aún se utilizaron explicaciones esquemáticas, pero sin fundamento químico o físico para discutir los resultados, con poca referencia a la literatura para la comparación de los resultados obtenidos con los reportados por otros investigadores. Este es uno de los puntos que se pretende reforzar durante las estadías profesionales. Otra observación fue que, en muchas ocasiones, la presentación oral reflejó las mismas expresiones que los tutores usaron durante

la explicación de los experimentos, lo que sugiere que los estudiantes aún no buscan cuestionar ni profundizar lo que se les da como material de partida.

Se observó que los alumnos utilizaron preferentemente el teléfono inteligente para buscar información en el momento en que se trataba y discutía algún tema, sin embargo, la información que recuperaron no se presentó en el reporte original entregado. Esto sugiere que, si bien los estudiantes tienen gran facilidad para encontrar información en internet a partir de palabras clave o conceptos específicos, no llegan a relacionar esta información a largo plazo con el tema en desarrollo.

Es muy interesante que se hayan observado conductas y métodos de trabajo similares en estudiantes de maestría y hasta de doctorado, lo que sugiere que el presente estudio podría ser pionero en buscar la mejora de estas habilidades desde el inicio de la licenciatura para los futuros alumnos del posgrado, en la tabla 1 se condensa la información obtenida en cuanto a las mejoras observadas en los alumnos al finalizar el proyecto de investigación contra las deficiencias iniciales y las mejoras esperadas por los investigadores.

•**Tabla 1.** Deficiencias iniciales, mejoras observadas y esperada de los alumnos UT

Deficiencias iniciales	Mejoras observadas	Mejoras esperadas
Alfabetización científica básica	Comprensión de los métodos experimentales. Consulta en fuentes científicas indexadas internacionales	Fomentar análisis crítico, construcción de las habilidades de análisis y lenguaje para sintetizar y explicar lo que se lee y lo que se aprende en clase
Conceptos extraídos de la ciencia popular	Manejo de conceptos científicos	Mejora en la expresión oral y escrita, tanto en la cantidad y precisión del vocabulario utilizado como en construcción de las oraciones
Imprecisiones de conceptos y lenguaje técnico	Mayor precisión al manejo de conceptos y lenguaje técnico	Reducción del uso de muletillas y expresiones hechas. Desarrollo y planteamiento de ideas propias
Escritura de reportes técnicos y referenciación	Registros experimentales detallados	Resumir los procedimientos y explicarlos en orden lógico
Presentación sin orden lógico y nula discusión de resultados	Presentación lógica de los resultados; descripción y conclusiones basada en los objetivos, pero no discusión de los resultados	Discutir los resultados obtenidos con el cuerpo de conocimiento existente
Apatía para trabajar	Trabajo en equipo bien distribuido	Trabajo individual, iniciativa, ideas propias

7. Análisis del cuestionario aplicado

Se llevó a cabo la aplicación de un cuestionario, el cual cuenta con 33 preguntas divididas en tres secciones. La primera aborda la formación previa de los alumnos, la cual tiene como principal

objetivo conocer el entorno del estudiante y su familia en el ámbito de formación académica y socioeconómico en 11 preguntas que se muestran en la tabla 2.

• **Tabla 2.** Formación previa y nivel socioeconómico

Formación previa y nivel socioeconómico	
¿De qué tipo de bachillerato provienen?	a) Tecnológico. ¿De qué especialidad? b) Humanístico (preparatoria). ¿De qué área?
¿Cuál es la escolaridad promedio en su familia?	a) Primaria b) Secundaria c) Bachillerato d) Licenciatura e) Posgrado
¿Cuál es el nivel medio de ingresos mensual en su familia?	6 000 pesos o menos 6 000 - 15 000 pesos Más de 15 000 pesos
¿Aporta actualmente o aportará usted ingresos a su familia cuando concluya la carrera?	
¿Cuántas personas viven en su hogar?	3 o menos 3 a 5 Más de 5
¿Cuántas personas aportan al ingreso familiar? (cualquier tipo de ingreso)	
¿Cuántas de las personas que aportan ingresos son mujeres?	
¿Pertenece usted o alguna de las personas que viven en su hogar a alguno de los siguientes grupos?	Indígenas Afrodescendientes Personas con discapacidad
Sobre el idioma inglés seleccione todas las que apliquen:	a) Lee (traduce) b) Escribe c) Habla d) Entiende
¿Por qué decidió estudiar (la carrera que estudia)? ¿Qué otras opciones tenían y en qué universidad(es)?	
¿Por qué decidió realizar esta estancia para acreditar la asignatura Integradora? ¿Qué otra(s) opción(es) tenía para acreditarla?	

En la tabla 3 se muestran las 12 preguntas realizadas en la sección dos, donde se abordan conceptos como investigación, desarrollo tecnológico, innovación, ciencia básica y aplicada, así como de los centros de investigación cercanos a la Universidad Tecnológica de Altamira, esto con el fin de verificar el conocimiento de la investigación por parte de los estudiantes.

• **Tabla 3.** Conocimiento de la investigación

Conocimiento de la investigación	
Antes de realizar esta estancia, ¿conocía al CICATA y lo que se hace ahí?	
Si su respuesta fue que sí ¿Por qué medios lo conoció?	a) Páginas de Internet b) Facebook u otra red social c) Visita al CICATA d) Conferencias de investigadores en la Universidad e) Conferencias impartidas en CICATA o <i>webinars</i> f) Otro medio (especifique)
¿Conoce de nombre o en persona algún otro centro de investigación en México o en el extranjero? ¿Y a alguna investigadora? ¿Cuál o cuáles?	
¿Conoce la diferencia entre investigación, desarrollo tecnológico e innovación? Descríbalas brevemente.	
¿Conoce la diferencia entre ciencia básica y ciencia aplicada? Descríbalas brevemente.	
Mencione cuatro cosas que conozca que se hayan desarrollado recientemente mediante investigación, desarrollo tecnológico o innovación.	
Mencione cuatro problemas de su región que podrían resolverse por medio de la investigación, el desarrollo tecnológico o la innovación.	
Considera que la difusión que hay de la investigación que se realiza en México es:	a) Suficiente b) Insuficiente
¿Qué significa para usted “hacer investigación” y qué actividades cotidianas cree que realiza un investigador? Mencione tres.	
¿Conoce qué es el Conacyt y qué es un posgrado de calidad?	
Mencione tres cosas que hacen falta para convertirse en investigador.	
¿Cree que en México se hace o se puede hacer investigación, desarrollo tecnológico o innovación al nivel de los países desarrollados? Justifique su respuesta.	
¿Cuáles considera algunos los obstáculos para que las mujeres en México hagan investigación?	

Y por último el apartado tres incluido en la tabla 4 de futuro profesional, se analiza la posibilidad de continuar su estancia profesional con una aproximación para la realización de estancias profesionales, maestría o doctorado, así como una trayectoria en el ámbito científico contrastándolo con un trabajo en el sector industrial.

• **Tabla 4.** Futuro profesional

Futuro profesional	
¿Dónde pretende realizar sus estadías de TSU?	
¿Piensa continuar la Ingeniería (la Maestría) después de obtener el título de TSU (Ingeniero)? ¿Por qué?	
Cuando termine la carrera de TSU o la Ingeniería:	a) Idealmente ¿dónde querría trabajar (puede ser el ramo en general o alguna(s) empresa(s) en específico) y por qué? b) ¿Cuánto pretende ganar al mes I) al ser contratado II) después del primer año III) en el quinto año de ese empleo?
¿Sabe cuánto gana un investigador en relación con una persona que trabaja en la industria?	a) Más b) Igual c) Menos
¿Conoce los montos de una beca de posgrado del Conacyt y sabe qué hace falta para obtenerla y conservarla?	
¿Considera que la carrera científica es una buena opción para desarrollarse en México? ¿Por qué?	a) Sí b) No
¿Cree que en su familia aprobarían que se dedicara a hacer investigación cuando concluyera la carrera? ¿Por qué?	
¿Cree que, como mujer, hay algún obstáculo para que se pueda dedicar a realizar investigación como una opción profesional?	
¿Qué espera que le aporte esta estancia con personas investigadoras en el CICATA Altamira?	

Esta serie de preguntas fueron elaboradas por investigadores del CICATA Altamira y de la Universidad Tecnológica de Altamira, para tener una aproximación de los alumnos al sector de investigación al incorporarlos a proyectos realizados dentro del CICATA Altamira, y fomentar en ellos la realización de posgrados en formación científica.

Del cuestionario que se propuso a los estudiantes completar después del trabajo, se desprende el siguiente análisis.

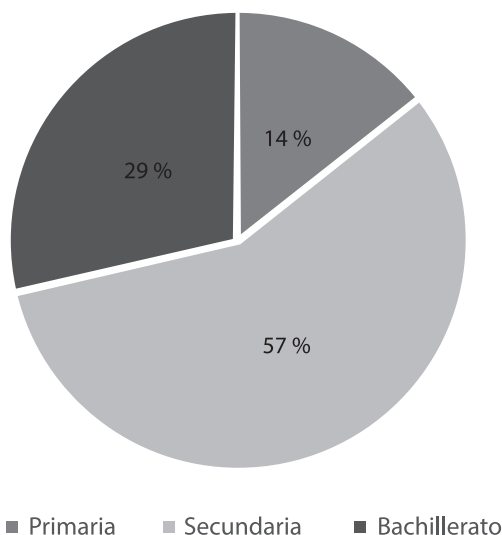
7.1. Formación previa

Todos los encuestados decidieron como primera opción estudiar Ingeniería Química por el perfil de la carrera y la vocación en experimentación o matemáticas, aunque el 75 % tenía al menos

otras dos opciones de carrera. En un 25 % de los casos, se trataba de opciones en universidades privadas y en un 25 % de los casos, en carreras del área de humanidades o económico-administrativas. El nivel de estudios promedio en las familias de los estudiantes encuestados fue de secundaria con un 57 % y de nivel bachillerato y primaria de 29 % y 14 % respectivamente como se muestra en la figura 2, por ello los ingresos dentro del hogar requieren apoyo por parte de los estudiantes y con ello la idea de que al conseguir un trabajo en el sector industrial mejoraría la estabilidad económica del hogar, al ver como una inversión el sacrificio actual el obtener el grado de licenciatura y no apostar la inversión para continuar en un posgrado.

- **Figura 2.** Nivel académico de las familias de los estudiantes encuestados

Nivel en formación académica



En cuanto a su formación, la mayoría de los alumnos hicieron un bachillerato tecnológico en alguna especialidad, aunque casi todas sin relación con el trabajo de laboratorio (75 %), por lo que el 25 % reporta que los conocimientos teóricos y experimentales que se usaron en el proyecto fueron adquiridos en la carrera, el otro 50 % durante la estancia de investigación y solo un 25 % tenía conocimiento previo. Todos los encuestados manifestaron tener otras opciones para acreditar la asignatura, pero se apuntaron a la estancia por el interés de aplicar sus conocimientos previos y llevar a cabo un proyecto aplicado. Las asignaturas previas que fueron de mayor utilidad que mencionaron los encuestados fueron Química Analítica, Química Orgánica, Estructura y Propiedades de los Materiales, Álgebra e Inglés. Las asignaturas que los encuestados

mencionaron que les hubieran sido de utilidad conocer antes de la estancia, fueron Química Aplicada, Termodinámica Química Avanzada y Caracterización de Materiales. En cuanto a la utilidad de la estancia para la mejor comprensión de las siguientes asignaturas de la carrera se reportaron: Metrología de los procesos, Química Aplicada, Análisis Instrumental, Planeación y Organización del Trabajo, Instrumentación y Control, Química Avanzada, la descripción de las competencias de estas asignaturas en los anexos 1, 2 y 3 en la Información Suplementaria. En cuanto al dominio del idioma inglés, todos los encuestados indicaron leerlo y entenderlo y el 50 % hablarlo y escribirlo. Esto se reflejó en la comprensión básica de los artículos que se les dio como referencia; en este proyecto no se llegó a pedirles redactar un texto en inglés.

7.2. Desarrollo del proyecto

El 75 % de los encuestados reportó que para preparar su primera presentación utilizó revistas especializadas en español e inglés y sitios de internet y un 25 % solo usó sitios de internet. Para preparar la segunda presentación, aparte del mismo tipo de fuentes, añadieron los resultados obtenidos en el trabajo experimental. El 100 % de los encuestados coincidió en que la limitación principal fue el tiempo dedicado al proyecto, pero también se mencionaron la falta de algunos equipos para caracterización y que se hubiera descompuesto la mufla y el espectrómetro. También hubo unanimidad en que a los encuestados les habría interesado mucho poder hacer la caracterización electroquímica para evaluar la capacidad del material como supercapacitor. El aporte de los encuestados al trabajo fue la revisión bibliográfica para preparar la presentación, de acuerdo con los temas que se repartieron y en cuanto a la práctica, confirmaron que todos participaron en las diferentes partes del desarrollo experimental. En cuanto a la atención que se recibió del tutor, aunque los encuestados la consideraron adecuada, es necesario mencionar que para “poner al día” a los estudiantes en las técnicas y conceptos que no tenían claros para desarrollar y discutir los resultados del proyecto, hizo falta tiempo. Finalmente, los alumnos se quedaron con el interés en aprender nuevas técnicas y en estudiar la respuesta del material para aplicarse en supercapacitores. Es interesante que de los seis alumnos que participaron en esta experiencia, cuatro volvieron para realizar sus estadías en CICATA en el período mayo-agosto de 2020.

7.3. Conocimiento de la investigación

En cuanto a conocer al CICATA Altamira, el 75 % de los encuestados indicó conocerlo por visitas previas al Centro, por conferencias de los investigadores del CICATA en la Universidad, por la información de la página de internet o por comentarios de cono-

cidos; solo el 25 % mencionó no conocer el Centro. El 50 % de los encuestados manifestaron no conocer otro centro de investigación y/o algún investigador en el país o el extranjero y el otro 50 % mencionó al menos un centro o algún investigador. A la pregunta, “Mencione cuatro cosas que conozca que se hayan desarrollado recientemente mediante investigación, desarrollo tecnológico o innovación”, las respuestas incluyeron: creación de polímeros con cáscaras de frutas, combustible hecho con basura [sic], combustible hecho con maíz, vacuna para curar el VIH [sic], desarrollo de un nuevo material similar al cuero proveniente del nopal, empleo de bacterias para reducir el mercurio acumulado en los sedimentos marinos, baterías de iones de litio de alto voltaje y más seguras, esponja magnética superhidrófoba para ayudar a purificar el agua de los productos petroleros, obtención ecológica de etileno por medio de un nuevo catalizador, reducción de mercurio en el fondo marino con bacterias, creación de un material que elimina los antibióticos a partir del PET, técnica para desarrollar superconductividad [sic], elaboración de sandalias con bolsas de plástico provenientes del mar, hojas de cuaderno elaboradas de hojas secas de árboles, desalinizador de agua de playa para potabilizar. A la pregunta “mencione cuatro problemas de su región que podrían resolverse por medio de la investigación, el desarrollo tecnológico o la innovación”, las respuestas incluyeron: combustibles que no dañen al ambiente, generación de una energía limpia y no costosa, medicamentos para curar la diabetes, creación de bebidas para bajar el colesterol, contaminación de mantos acuíferos por aguas residuales, emisión de gases de efecto invernadero en las ciudades, desgaste de estructuras en la industria, las viviendas y en zonas arqueológicas, así como las estatuas de las ciudades, gestión de desechos orgánicos e inorgánicos, falta de insumos para hospitales, el desabasto de gel antibacterial, el alto precio de las cosas para la higiene, contaminación de lagos, ríos y mares, falta de agua, exceso de residuos industriales [sic], emisión de gases dañinos a la atmósfera, contaminación de las aguas.

Las respuestas a estas primeras preguntas se ligan con la percepción compartida por el 100 % del grupo de la poca difusión de la investigación que se realiza en México y al desconocimiento de otros centros de investigación e investigadores o de alguna investigadora, lo que lleva a un conocimiento rudimentario de los problemas que se abordan en las ciencias químicas y que, más bien, los alumnos conocen de estos desarrollos de manera informal, pese a ser alumnos de Ingeniería Química. Fue notorio que entre los problemas nacionales que se percibieron por todos los participantes están la contaminación ambiental y problemas relacionados con la salud (crisis del COVID y enfermedades crónicas).

En cuanto a la definición que los encuestados dieron de “Qué es hacer investigación”, se mencionó: Hacer investigación es estar en busca de crear algo nuevo o mejorar algo ya existente. Hacer

investigación es buscar información de un problema para encontrar la forma de resolverlo. Hacer investigación es estar en contacto con el exterior, ver lo que sucede y cómo cambian las cosas. Sobre las actividades que realiza un investigador se plasmó: “Algunas actividades pueden ser: leer artículos científicos, realizar labores en el hogar, pero siempre buscando diversas alternativas para llevarlo a cabo, y mantener la estabilidad mental [sic]. Tener paciencia para ir paso por paso y no desesperar ante los fracasos, tener siempre el deseo de aprender cada vez más, estar siempre leyendo y estudiando todo lo nuevo en ciencia. Experimenta nuevas situaciones. Innova técnicas y materiales. Crea nuevo equipo, materiales o técnicas. Lo que debe de hacer es investigar, observar los experimentos que realiza y anotar cada cosa que realice en sus experimentos.”

Y sobre lo que se necesita para convertirse en investigador: “Tener paciencia para ir paso por paso y no desesperar ante los fracasos, tener siempre el deseo de aprender cada vez más, estar siempre leyendo y estudiando todo lo nuevo en ciencia, tiempo, terminar la carrera, compromiso y disciplina, trabajo en equipo, estudios de licenciatura terminado, ser más curioso, investigar un poco más del porqué de las cosas y ser más cuidadoso al anotar mis evidencias.”

Respecto al Conacyt, el 75 % no lo conoce o revisó en la página web del Conacyt lo que es. Aunque nadie tenía conocimiento previo de lo que es un posgrado de calidad, también revisaron en la página la definición. El desconocimiento del Conacyt y del Programa de Posgrados de Calidad se liga con la falta de conocimiento de que en estos posgrados se otorgan becas de cuantías equivalentes o a veces superiores al salario de un egresado de licenciatura con poca o ninguna experiencia profesional previa.

7.4. Futuro profesional

El principal interés de los alumnos encuestados es trabajar en la industria por la orientación que la Universidad y la región tienen. No obstante, el 100 % de los encuestados menciona que continuará con la Ingeniería por deseo de superación académica, y que realizará sus estadías de 6° cuatrimestre en el CICATA Altamira. Un 25 % de los encuestados mencionó el interés en realizar un posgrado. El 100 % de los encuestados indica que la carrera científica sería una buena opción profesional para innovar, desarrollar nuevos productos, y que la carrera de Ingeniería Química les da elementos para realizarla. Todos los encuestados indicaron que cuando concluyan la Ingeniería aportarán al ingreso familiar, y que su familia estaría de acuerdo en que realizaran una carrera dentro del campo de las ciencias, sin embargo, como se mencionó en el planteamiento del problema, actualmente se tiene conocimiento de estudiantes de posgrado que tienen la presión familiar para “buscar un trabajo” y ya

“dejar de estar estudiando”, pese a que como los mismos encuestados percibieron, los salarios a los que se puede aspirar una vez egresados de la licenciatura en uno, dos y cinco años (5 000 - 17 000 pesos, y en el 50 % de los encuestados 25 000 - 30 000 pesos a los 5 años), están por debajo o cuando mucho al nivel de una beca proporcionada por el Conacyt para estudios de especialidad y más de maestría o doctorado. La percepción del nivel de ingresos de un investigador con respecto a lo que gana una persona que trabaja para la industria fue que el investigador gana más (75 %) o igual (25 %).

8. Conclusiones

Entre las principales limitaciones percibidas por los alumnos en el reporte de su proyecto de investigación se apuntó que: i) “el tiempo que es destinado para poder llevar a cabo este tipo de investigaciones, las cuales requieren de más de dos horas-clase a la semana, lo que nos afecta ya que no se le puede dar un avance significativo en tan solo cuatro meses” y que ii) “algunos de los equipos requeridos para llevar a cabo el proyecto no se encuentran disponibles en la institución”, lo que constituye una interesante percepción de un problema que se encuentra frecuentemente en las ciencias en México.

Se demostró que la inmersión de alumnos del 5º cuatrimestre de la carrera en un proyecto de investigación fomentó el interés en desarrollar estancias adicionales en un centro de investigación, ya que cuatro de los seis alumnos realizaron sus estadías profesionales en CICATA Altamira. Estos cuatro alumnos participaron en la redacción de artículos de divulgación basados en la experiencia que tuvieron en el trabajo aquí presentado. Una de las motivaciones para continuar las estadías fue aplicar los conocimientos teóricos previos a un tema que los alumnos perciben como pertinente para solucionar los problemas nacionales que ellos perciben como inmediatos y que entienden que su carrera les prepara para atacar, pero también el contacto directo con el laboratorio y los métodos instrumentales resultó una gran motivación para que los estudiantes continuaran en el área, lo que pone de relieve la gran importancia de la enseñanza experimental de las ciencias y la disponibilidad de equipamiento, pero también de atención e involucramiento de los instructores en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Después de las estadías de TSU ha continuado el seguimiento al grupo, para ver cómo evolucionan después de las estadías y durante la Ingeniería para ver si este interés actual se traduce en que continúen estudios de posgrado. Este seguimiento, que continúa a la fecha de publicación de este trabajo, mostró que dos de los cuatro alumnos que realizaron las estadías de TSU continuaron en el área de investigación: una realizó su estadía de licenciatura en CICATA Altamira y pretende inscribirse a su programa de maestría, y otra realizó una licencia profesional en el extranjero donde continuará con un máster europeo.

Se percibe que las características del quehacer científico, el proceso de formación de un investigador y la difusión de la investigación que se realiza en México y en el mundo, así como las características y ventajas no solo académicas y profesionales sino también económicas de realizar estudios de posgrado, requiere de mayor esfuerzo por parte de los actores involucrados (centros de investigación, universidades, etcétera, pero primordialmente los mismos investigadores) para que los estudiantes de nivel técnico superior consideren la ciencia como una opción formativa y profesional válida, adicional a la que les ofrece la industria a los alumnos de las Universidades Tecnológicas.

El ejercicio de observación participativa con el concurso de docentes de la Universidad e investigadores del CICATA Altamira, demostró ser efectivo para el fomento de las vocaciones científicas en un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Química Industrial.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de un Convenio General entre la Universidad Tecnológica de Altamira y el Instituto Politécnico Nacional a través del CICATA Altamira y se financió con recursos del proyecto SIP2020-1575. Se agradece a la MIA C. Espíndola Flores por las mediciones FTIR, al MC S. Pacheco Buendía por las mediciones XRD y a la PQFB M. P. Vázquez Espinosa por el apoyo en las mediciones de absorbancia. Los experimentos reportados y el cuestionario anónimo analizado fueron realizados por alumnos de la carrera de TSU en Química Industrial de la UT Altamira.

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

- Bautista-Hernández, A., Félix-González, A., González-Moreno, F. I., Maya-Ruiz, C. A., Rasgado-Antonio, C., Torres-Posada, J. M., Ovando-Rocha, M. S., Caballero-Briones, F. (2020). Síntesis de carbones activados a partir de borra de café para su aplicación en energía y ambiente. 1-20. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.20009.47202>
- Kawilch, B. B. (2005). La observación participante como método de recolección de datos, *Forum: Qualitative Social Research Sozialforschung* 6(2) 1-32.
- Universidad Tecnológica de Altamira (2020a). *ANTECEDENTES* [online] Available at: <<http://www.utaltamira.edu.mx/universidad/antecedentes/>> [Accessed 5 April 2020].

- Universidad Tecnológica de Altamira (2020b). *MODELO EDUCATIVO* [online] Available at: <<http://www.utaltamira.edu.mx/universidad/modelo-educativo/>> [Accessed 5 April 2020].
- Universidad Tecnológica de Altamira (2020c). *TSU-QUÍMICA* [online] Available at: <http://www.utaltamira.edu.mx/tsu_quimica/> [Accessed 5 April 2020].
- Villarruel-Fuentes, M., Pérez Santiago, F., Chávez Morales, R., Hernández Arano, I. (2017). Percepciones sobre ciencia y tecnología en estudiantes del nivel superior tecnológico de Veracruz, México (Perceptions of science and technology in technological upper level students in Veracruz, Mexico), *Perspectiva Educacional* 56(1) 43-61.