

**Propuesta de enseñanza científico - experimental a estudiantes universitarios partir de un proceso térmico**

**Samuel de la Luz Merino**

*Universidad Tecnológica de Puebla*

samuel.delaluz@utpuebla.edu.mx

**José Víctor Sandoval Ramos**

*Universidad Tecnológica de Puebla*

jose.sandoval@utpuebla.edu.mx

**Área temática:** Evaluación del aprendizaje y del desempeño escolar

---

**Resumen**

En este trabajo compartimos nuestra experiencia como profesores de la Universidad Tecnológica de Puebla en las áreas de la matemática, física, química y ciencia de materiales, combinadas en aplicaciones prácticas aplicables en diversas materias impartidas en la carrera de procesos industriales. Nuestra hipótesis consistió en realizar experimentos basados en procesos térmicos llevados a cabo en un horno eléctrico, con el fin de observar y aplicar el método científico de manera implícita. Se hizo hincapié a que los estudiantes fueran observadores, para posteriormente realizar el análisis de la fenomenología ocurrida en el horno ocupado, vinculando técnicas experimentales con perspectivas teóricas. Se observó que de esta propuesta nuestros estudiantes obtuvieron un conocimiento teórico – práctico mejor logrado, así como una apreciación a las ventajas de la aplicación del conocimiento teórico inherente a nuestro proceso de templado y recristalización en metales capaces de soportar 900 °C.

**Palabras clave:** Proceso térmico, enseñanza, análisis

**Justificación**

En la mayoría de los procesos industriales se requiere de los participantes experiencia o por lo menos tener un conocimiento básico relacionado al manejo de máquinas, equipos, dispositivos,

---

herramientas, etc. que haga más fácil la comprensión del proceso. El modelo pedagógico que utiliza nuestra Universidad está orientado en el buen uso de la información más que en la acumulación de conocimiento. La visión que tiene nuestra casa de estudios se puede parafrasear como “la generación de educación tecnológica que sirva para formar recursos humanos que fortalezcan los procesos de los sectores productivo y de servicios, ponderando la aplicación práctica sobre la teoría que se aprende en las aulas” (Tecnológica de Puebla, 2024).

Nos propusimos a incidir en el conocimiento experimental de nuestros estudiantes, a través de la práctica física - térmica, la cual es muy común en los diversos procesos productivos llevados a cabo en el estado de Puebla, ya que trata con fenomenología asociada a diferentes tratamientos térmicos, reconociendo que es altamente probable que nuestros estudiantes al egresar se encuentren con equipos más sofisticados, comparados con el equipo con el que hemos propuesto la experimentación. Como se ha señalado, por otros autores, “esta situación en los procesos tiende a generar una demanda de profesionales calificados que deben poseer, entre otras competencias, una comprensión global del proceso tecnológico fortalecida por una sólida formación lógico – matemática, estadística e informática” (Gil Pérez, 1998). Es decir, la industria exige cada vez más egresados capacitados y competentes, por lo tanto, el grado de correlación debe ser suficiente entre lo que nuestra oferta educativa propone y la demanda de los empleadores que pudieran reclutar egresados de nuestra Universidad. En este sentido, se ha reportado que “el sector productivo demanda polivalencia en los trabajadores ya que las nuevas formas de organización avanzan hacia una mayor versatilidad de las actividades específicas y hacia la desaparición de los puestos de trabajo fijos ligados con tareas permanentes” (Silva Laya , ¿Contribuye la Universidad Tecnológica a formar las competencias necesarias para el desempeño profesional? Un estudio de caso, 2008).

Derivado de lo anterior, consideramos pertinente el que los estudiantes vinculen tópicos experimentales básicos y éstos puedan ser enriquecidos con diversos temas que las distintas materias de formación educativa proporcionan a nuestros estudiantes de la carrera de procesos industriales de la Universidad Tecnológica de Puebla.

### **Enfoque conceptual**

En el año de 1990 la secretaria de educación pública de México (SEP) concibió un sistema de educación tecnológica superior “que atendiera las necesidades particulares del sector productivo

---

de bienes y servicios”, la universidad tecnológica de Puebla, bajo este modelo educativo, está vinculada ampliamente con dichos sectores. (Tecnológica de Puebla, 2024) Ahora bien, como se ha cuestionado en este tipo de sistemas tecnológicos de educación: “¿qué importancia tienen este tipo de Universidades en la formación profesional estrechamente vinculada con los sectores productivos?, ¿en qué medida este currículo universitario toma en cuenta las exigencias de los alrededores? y ¿qué tan eficaz resulta en la formación de personal calificado con las competencias requeridas?” (Silva Laya , La calidad educativa de las universidades tecnológicas, su relevancia, su proceso de formación y sus resultados, 2006) En este sentido, el estado se propone, a través de la educación bajo este sistema, “mejorar las competencias tecnológicas con criterio científico y tecnológico como lo solicitan las empresas, al mismo tiempo que dan a sus estudiantes herramientas que les permitan defenderse laboralmente, contribuyendo a mejorar las condiciones sociales del entorno” (Universidades Tecnológicas y Politécnicas, 2024)

La materia que nos sirvió para resaltar y recordar la enseñanza del método científico, así como su pertinencia en los procesos industriales, fue la de estructura y propiedades de los materiales, que se oferta en el cuarto cuatrimestre de la carrera de procesos industriales (área manufactura), también consideramos la materia de ingeniería de materiales, que se oferta en el octavo cuatrimestre. Estas materias son un híbrido de la matemática, física y química, de allí la gran oportunidad que tenemos al poder ocupar información de los diversos tópicos que nos brindan dichas materias. Nuestros alumnos fueron expuestos al manejo de un horno, usado principalmente en la realización de tratamientos térmicos hasta una temperatura de aproximadamente 900 °C, en dicha exposición se añadieron los conceptos inherentes a este proceso tales como la relación que hay entre la temperatura y los distintos materiales que fueron tratados térmicamente, el análisis de datos, el manejo de la seguridad, entre otros que mencionaremos en este trabajo.

Consideramos que esta propuesta generó un ambiente educativo expectante, debido a la amplia participación de los estudiantes. Se pudieron entender de mejor manera conceptos que probablemente en un pizarrón hubiera sido más complicado visualizar. Ciertamente, aún hay áreas de oportunidad en nuestra propuesta, sin embargo creemos que la enseñanza sobre el uso de equipos de laboratorio, en este caso el horno, será de gran utilidad, al entender el comportamiento de un proceso térmico y su análisis desde diversa perspectivas y también porque probablemente, nuestros estudiantes verán procesos similares en su etapa como egresados.

## **Estrategia metodológica**

Nuestra propuesta se basó en el desarrollo de varios experimentos relacionados a los tratamientos térmicos en los materiales, en esta primera propuesta se decidió enseñar a nuestros estudiantes el proceso de templado y el proceso de recristalización en un horno eléctrico con un enfoque experimental que pudiera replicarse a nivel industrial, por lo menos, en cuanto a conocimiento. Nuestro objetivo fue que los estudiantes se dieran cuenta de que es necesario, a partir del conocimiento empírico y del sentido común, enfocar la teoría en todo lo que han estudiado a lo largo de sus estudios universitarios, con el propósito de interpretar cada materia en los experimentos llevados a cabo así como tomar nota de los datos recabados para su análisis posterior.

En este sentido, se consideraron algunas cuestiones reportadas en la literatura: “¿qué puede aprenderse de las actividades de laboratorio?, ¿qué tipo de categorías de aprendizaje se pueden lograr en el laboratorio?, ¿qué estrategia de enseñanza ocupa la mayoría de profesores?” (Hernández Millan, 2012). Aparecen también otras ideas interesantes tal como “la necesidad de cambiar el currículo de las ciencias en el nivel educativo media superior y superior, con la idea de que no solo se aborden los contenidos disciplinares, sino también que contribuya al desarrollo de diferentes habilidades de pensamiento, de manejo de la tecnología, que permita al estudiante entender y aplicar el conocimiento de mejor manera dentro de su propio contexto” (Pérez Campillo & Chamizo Guerrero, 2016)

Es cierto que muchas veces se busca confirmar la enseñanza teórica con lo que se muestra en los laboratorios, sin embargo, en esta propuesta, no solo buscamos tal confirmación, sino que los alumnos desarrollen habilidades que los motiven a la resolución y comprensión de situaciones de procesos térmicos, tal y como otros autores han reportado, se espera que los estudiantes “adquieran destrezas en el manejo del instrumental y en procedimientos básicos en el laboratorio así como adquirir autonomía para realizar una investigación de tipo práctico.” (Martínez Torregrosa, Domenech Blanco, Menargues, & Romo Guadarrama, 2012).

## **Desarrollo**

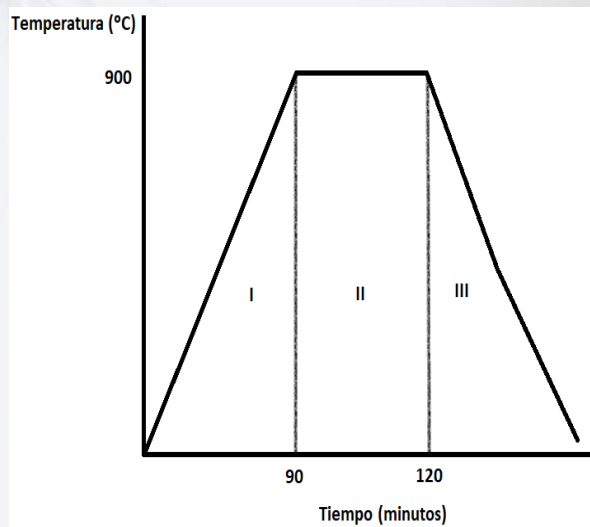
Se realizaron experimentos en el horno de vacío de atmosfera eléctrica de la marca Kejia Furnace (KJ-V1200, figura 1 A) en el laboratorio de ciencias básicas de la división de procesos industriales, estos experimentos se basaron en colocar distintas piezas de un metal basado en acero o en

---

hierro, solicitados a nuestros estudiantes. La ruta experimental propuesta para la variación de la temperatura respecto al tiempo que se determinó para los materiales colocados en el horno se puede observar en la figura 1 B):



A)



B)

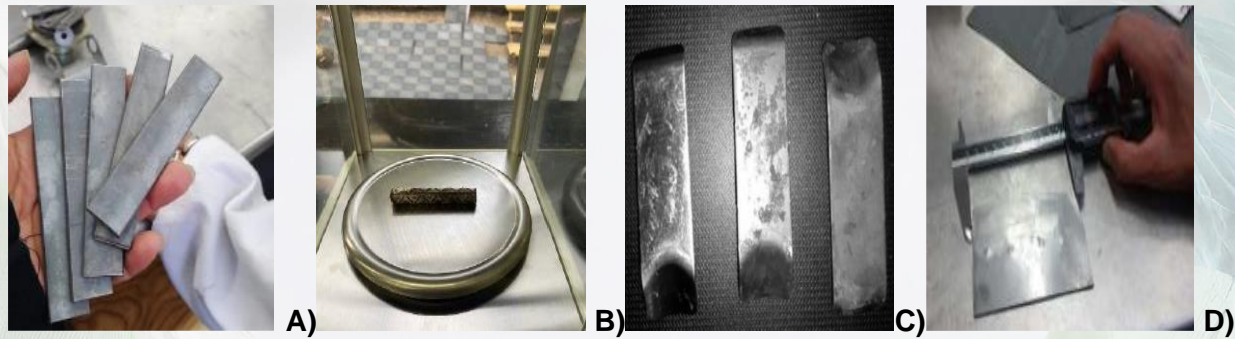
**Figura 1. A) Horno ocupado para los experimentos. B) Esquema programado para el cambio de temperatura vs tiempo en el horno. Fuente: elaboración propia**

En la primera etapa (I) el horno aumentó su temperatura de forma lineal (con los materiales dentro de él) hasta llegar a los 900 °C, posteriormente se sostuvo esta temperatura durante 30 minutos y finalmente se bajó de manera gradual hasta alcanzar el valor de temperatura ambiente.

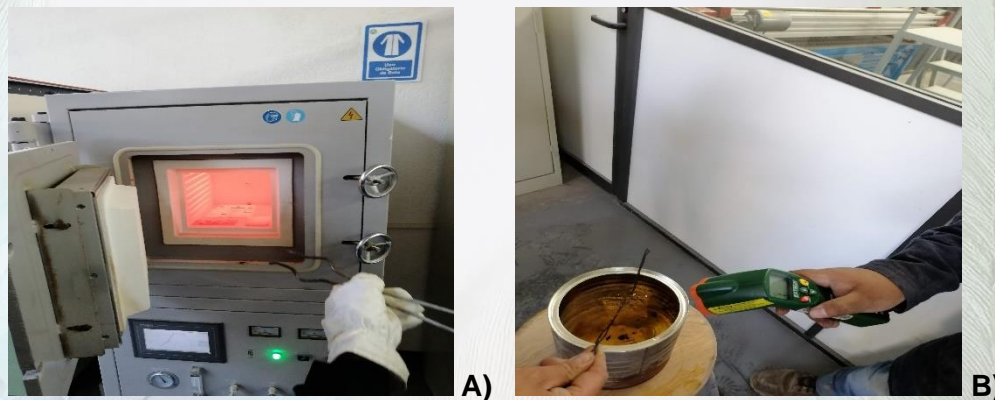
Con la propuesta en mente, se solicitó también a los estudiantes lo siguiente:

- Formación de equipos de trabajo
- Cada equipo eligió distintos materiales, ya procesados, basados en Hierro (ya que es un material que soportaría los valores de temperatura con los que se trabajaría en el horno)
- Equipo de protección y seguridad (bata, guantes para horno, lentes de seguridad)
- Equipo de laboratorio (Horno eléctrico, vernier, balanza analítica, pinzas, pirómetro)
- Equipo de análisis y caracterización (Durómetro, apuntes de diversas materias)

Una vez que se tuvo reunido todo el material y equipo necesario, se procedió a realizar el experimento el cual, inicialmente consistió en colocar piezas en el horno para ser sometidas a cambio de temperatura. Pedimos a los equipos de estudiantes, mínimo 3 piezas con características similares, (como se muestra en la figura 2); la pieza 1 no sería alterada térmicamente (para fines comparativos), la pieza 2 y 3 se colocarían en el horno, la pieza 2 se sacaría del horno a los 900 °C para ser enfriada (templada en aceite comestible, ver figura 3), finalmente la pieza 3 seguiría la trayectoria de temperatura que habíamos diseñado en el horno.



**Figura 2 (A - D). Diversos materiales propuestos para ser tratados térmicamente. Fuente: elaboración propia**



**Figura 3. A) Horno abierto aproximadamente a 900 °C para retirar pieza a ser templada, B) Colocación de las piezas en el medio de temple (aceite vegetal), medición con el pirómetro digital. Fuente: elaboración propia**

Se fue midiendo la temperatura con un pirómetro, para observar el proceso de enfriamiento, hasta que la temperatura se mantuvo constante, finalmente se tomaron las 3 piezas del mismo material y se realizaron algunas medidas para observar qué fue lo que cambió en las piezas 2 y 3 en

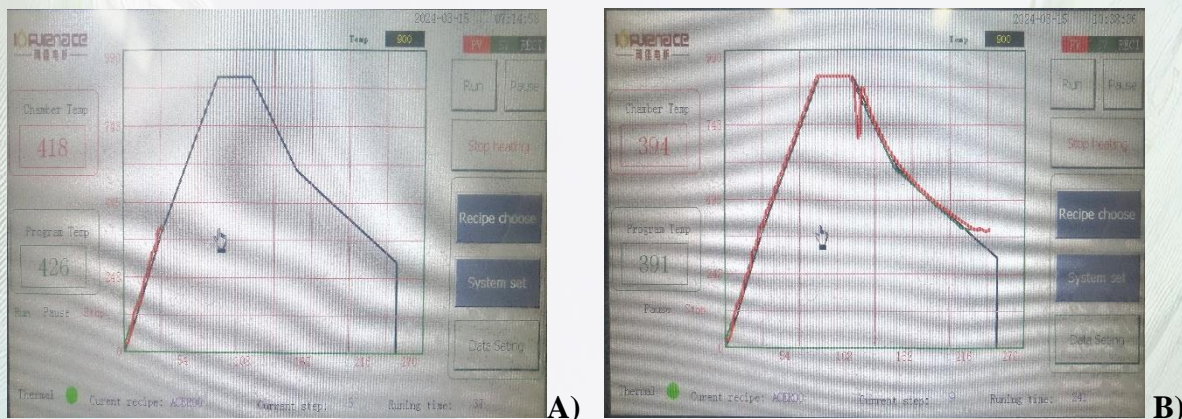
comparación a la pieza 1, que fue la que no se colocó en el horno. Se analizaron los datos, a partir de ello se llegó a conclusiones y valoraciones importantes para nuestros estudiantes.

## Resultados y Conclusiones

Derivado del proceso experimental, comenzamos a enfatizar y concluir con nuestros estudiantes los temas que surgieron en donde era evidente la vinculación de la teoría y método científico con la práctica. Lo dividimos en las siguientes etapas:

### 1. MANEJO DEL HORNO Y ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA COMO FUNCIÓN DEL TIEMPO

En esta etapa se enseñó el manejo del horno y la forma en la que se programaron las distintas etapas de temperatura en función del tiempo (figura 4), se solicitó a los estudiantes recordar y analizar el concepto de función matemática en analogía a lo que se estaba planteando así como el enfoque físico – matemático que frecuentemente se explica en el salón de clases.

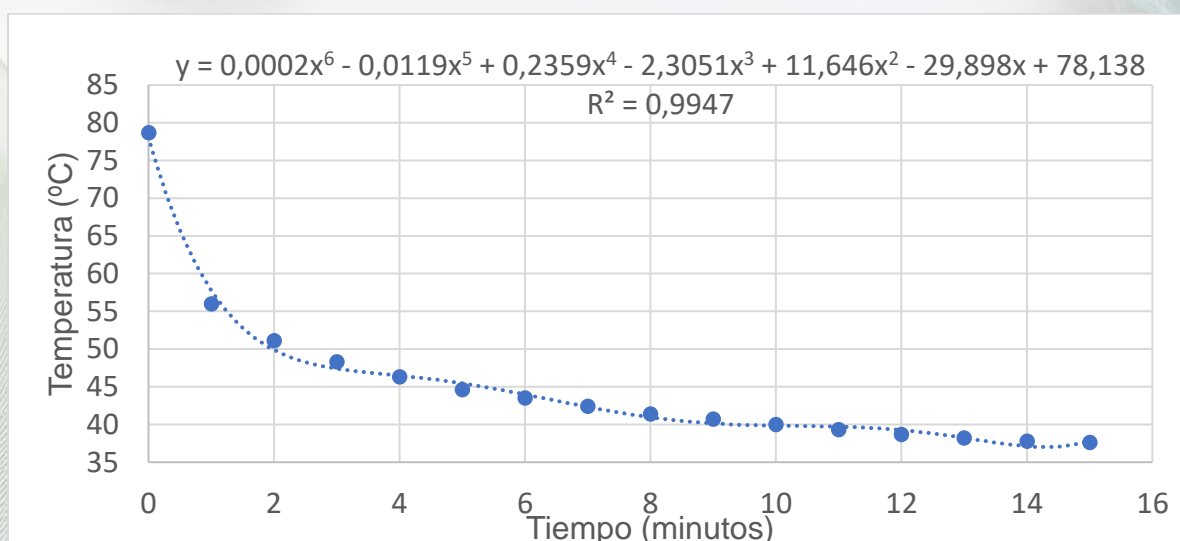


**Figura 4. Distintas etapas en el horno, se observa la línea programada y la línea sobrepuesta, que nos muestra lo que está ocurriendo en tiempo real. A) Etapa inicial, B) Etapa final. Fuente: elaboración propia**

Se recordó a los estudiantes conceptos relacionados a la materia (composición) y su comportamiento ante los cambios de temperatura, surgió la oportunidad de explicar a nuestros estudiantes la teoría asociada a la capacidad calorífica, conductividad y dilatación térmica en el tipo de materiales con los que nuestros estudiantes experimentaron. Se observó una mejor captación del concepto teórico vinculado al práctico – experimental por parte de nuestros estudiantes.

## 2. PROCESO DE TEMPLADO

Nuestro proceso de templado consistió en enfriar piezas retiradas del horno a 900 °C, colocándolas en aceite vegetal hasta lograr una temperatura ambiente (25 °C), “es una técnica térmica, que junto con otras adecuaciones, permite que aleaciones logren una máxima tenacidad, ductilidad a una dureza y resistencia mecánicas específicas” (Deng & Ju, 2013). Inmediatamente se observó el efecto de los metales calientes sobre el medio de temple, se solicitó a nuestros alumnos medir la temperatura (con un pirómetro) cada minuto, los resultados se muestran en la figura 5.



**Figura 5. Gráfica de dispersión y línea de tendencia de la temperatura vs tiempo en el proceso de templado.** Fuente: elaboración propia

El concepto de temperatura en función del tiempo se observó en el proceso de templado, se recordó a nuestros estudiantes dicho tópico matemático. Por otra parte se realizó un ajuste en Excel, que permitió ver a nuestra función de manera algebraica como un polinomio de 6º grado (con un valor de correlación bastante aceptable). De parte de nuestros estudiantes, se valoró la bondad de la matemática en el análisis y visualización de un concepto térmico de manera numérica, visual y algebraica.

## 3. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN BÁSICO

En esta etapa se solicitó a nuestros estudiantes que midieran la pieza usando el vernier y calcularan el volumen de cada una de ellas, posteriormente, con ayuda de una báscula, se



pudiera medir/calcular la masa del material; con esta información se procedió a calcular la densidad (masa/volumen), la cual es una cantidad que nos permite relacionar la razón que hay entre la composición respecto a la estructura en un material y es un valor inherente y propio de cada material.

#### 4. COMPARACIÓN EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL

Finalmente se solicitó a nuestros estudiantes hacer comparaciones con el durómetro entre las 3 diferentes piezas, sin templar, templada y recristalizada. Nuestros estudiantes observaron diferencias entre cada una, en términos del valor de dureza del material y el color del material, provocadas por la experimentación llevada a cabo en dichas muestras. Uno de los propósitos en el análisis de la dureza, fue el de asignar un valor numérico, a partir de la medición, estimación y/o cálculo en las muestras, en esta primera etapa, se logró interpretar de mejor forma a los fenómenos físicos y químicos estrechamente vinculados al proceso térmico llevado a cabo.

#### 5. CONCLUSIÓN PARCIAL

En este trabajo se aplicó una metodología simple, con muestras, materiales y equipo a nuestro alcance. El experimento propuesto en nuestros cursos relacionados a la ciencia de materiales intentó establecer la importancia de entender fenomenología de uso industrial. Observamos la necesidad de ampliar y mejorar nuestra metodología agregando análisis de caracterización de materiales que permita a nuestros estudiantes tener elementos de estudio cada vez más completos y útiles en su formación académica.

#### Referencias

- Deng, X., & Ju, D. (2013). Modeling and simulation of quenching and tempering process in steels. En I. F. Engineering (Ed.), *Physics Procedia* . 50, págs. 368 - 374. Beijing, China: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.phpro.2013.11.057>
- Gil Pérez, D. (1998). El papel de la educación ante las transformaciones científico - tecnológicas. *Revista Iberoamericana de Educación* , 18, 69 - 90. doi: <https://doi.org/10.35362/rie1801092>
- Hernández Millan, G. (2012). Enseñanza experimental ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23 , 92 - 94. doi:[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30139-8](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30139-8)
-

- Martínez Torregrosa , J., Domenech Blanco, J. L., Menargues, A., & Romo Guadarrama, G. (Marzo de 2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Educación Química*, 23, 112 - 126. doi:[https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(17\)30143-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(17)30143-X)
- Pérez Campillo, Y., & Chamizo Guerrero, J. A. (Julio de 2016). Análisis curricular de la enseñanza química en México en los niveles preuniversitarios. Parte II: La educación media superior. *Educación Química*, 27(III), 182 - 194. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.12.001>
- Silva Laya , M. (2006). *La calidad educativa de las universidades tecnológicas, su relevancia, su proceso de formación y sus resultados*. México: ANUIES.
- Silva Laya , M. (2008). ¿Contribuye la Universidad Tecnológica a formar las competencias necesarias para el desempeño profesional? Un estudio de caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 13(38), 773 - 800. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-66662008000300005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662008000300005&lng=es&tlng=es).
- Tecnológica de Puebla, U. (12 de Abril de 2024). *Universidad Tecnológica de Puebla*. Obtenido de [utpuebla.edu.mx/identidad/index.html](http://utpuebla.edu.mx/identidad/index.html)
- Universidades Tecnológicas y Politécnicas, D. (10 de Abril de 2024). *Dirección general de Universidades Tecnológicas y Politécnicas*. Obtenido de <https://dgutyp.sep.gob.mx/QuienesSomos.php>
-