

EXPERIENCIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN INGENIERÍA

TEACHING-LEARNING EXPERIENCES IN ENGINEERING

G. Aragón González¹
A. León Galicia²

RESUMEN

En este trabajo se presenta una concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería, que corresponde a un marco teórico de docencia basado en un esquema conceptual. Se muestran dos estudios de caso. El primero es la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el Programa de Desarrollo Profesional en Automatización. El segundo es la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el Sistema de Aprendizaje Individualizado. Con la «guía» de este sistema y un texto virtual se ha constituido una propuesta para la enseñanza-aprendizaje a distancia.

ABSTRACT

This paper presents a conception of the teaching-learning process in engineering, that corresponds to a theoretical framework of teaching based on a conceptual scheme. Two case studies are shown. The first is the teaching-learning experience in the Professional Development Program in Automation. The second is the teaching-learning experience in the Individualized Learning System. With the «guide» of this system and a virtual text, a proposal for distance teaching-learning has been established.

ANTECEDENTES

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) inició su existencia el 17 de diciembre de 1973, con la publicación de su Ley Orgánica en el Diario Oficial de la Federación. El Artículo 2 de esta ley define el objeto de la UAM:

- I Impartir educación superior de licenciatura, maestría y doctorado, y cursos de actualización y especialización, en sus modalidades escolar y extraescolar, procurando que la formación de profesionales corresponda a las necesidades de la sociedad;*
- II Organizar y desarrollar actividades de investigación humanística y científica, en atención, primordialmente, a los problemas nacionales y en relación con las condiciones del desenvolvimiento histórico; y*
- III Preservar y difundir la cultura.*

Las actividades de docencia iniciaron en noviembre de 1974 con la primera generación de alumnos. Once años después de su puesta en marcha, el Colegio Académico, el máximo órgano de gobierno de la UAM acordó la imposición del modelo «Universidad-Instituto de investigación» en el quehacer universitario, con lo cual fracturó el equilibrio entre las funciones sustantivas de la institución y afectó gravemente el trabajo académico en la Unidad Azcapotzalco (UAM-A). No obstante que la Ley Orgánica de la UAM indica que, la investigación debe atender primordialmente los problemas nacionales, la evaluación del desempeño de los académicos (y por consiguiente sus ingresos salariales) es favorable, sólo cuando se producen publicaciones indexadas en el Journal Citation Reports. En general,

¹ Investigador. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. gag@azc.uam.mx

² Investigador. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco. alg@azc.uam.mx

la investigación está más bien relacionada con problemáticas de países desarrollados (Aragón *et al.*, 2018).

Las funciones sustantivas de Docencia, Difusión y Preservación quedaron en segundo plano y desde 1985, aportan magros beneficios institucionales para los profesores. En 1982 uno de los autores publicó dos trabajos sobre diseño y diagnóstico curricular y uno más sobre la experiencia docente en Ingeniería (Aragón y Canales, 1982b; Aragón, *et al.*, 2016). Aunque estos trabajos eran importantes porque describían la experiencia en la formación de ingenieros en la UAM, su trascendencia fue escasa debido a la decisión tomada por el Colegio Académico.

En 1992, un grupo de profesores de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) de la UAM-A, con el apoyo de la rectoría de la unidad se comprometió con la elaboración de un Proyecto Académico Interdisciplinario alternativo. Con este proyecto, más integrado y enfocado a la solución de problemas del sector productivo nacional, se intentaba recoger y ampliar las valiosas experiencias que la UAM-A había tenido durante casi 18 años, sobre la difícil vinculación universidad-sector productivo nacional.

En aquel entonces, además del análisis conceptual al que debía someterse el modelo «Universidad-Instituto de Investigación», fue indispensable la creación de formas alternativas para la producción académica, que contaran con el aval de la discusión y la reflexión de la comunidad universitaria sobre su propio espacio de trabajo. Conviene mencionar un trabajo en el cual identificamos los criterios académicos que resultaban importantes para apoyar y orientar la investigación y desarrollo. Aquellos que: "impulsen el trabajo interdisciplinario, creen o adapten tecnologías, incluyan trabajo de experimentación e incidan directamente en la generación de bienes y servicios" (Aragón, *et al.*, 2018).

A pesar de que, los profesores involucrados en la propuesta no tenían el perfil profesional ortodoxo entre los profesores-investigadores, la rectoría de la UAM-A aceptó el riesgo de patrocinarlo, sólo condicionó su apoyo con un requerimiento para dar inicio al proyecto se debía lograr previamente un vínculo definido, operativo y duradero con al menos una empresa o entidad, que demandara los servicios de la Universidad; así fue la fundación del Programa de Desarrollo Profesional en Automatización (PDPA), una primera aproximación del PDPA se encuentra en Aragón, *et al.* (1995).

En la sección METODOLOGÍA de este trabajo se presenta el proceso de enseñanza-aprendizaje que corresponde a un marco teórico con base en un esquema conceptual (ver Figura 1 en la siguiente sección), para la docencia en ingeniería. En RESULTADOS se muestran dos estudios de caso. El primero es la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el PDPA. El segundo es la experiencia de enseñanza-aprendizaje en el Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI) de CBI de la UAM-A.

METODOLOGÍA

Los lineamientos curriculares presentados en Aragón, *et al.* (1995) se construyeron con base en seis características que se atribuyen a los conceptos: su historicidad, práctica, teórica, algorítmica, heurística y su vinculación con la planta productiva. Con estos se conforma

el marco teórico del proceso de enseñanza-aprendizaje en ingeniería. En los siguientes párrafos se presentan las definiciones de estas características (ver Figura 1). La aplicación de esquemas o mapas conceptuales en ciencia general se expone en Mintzes, *et al.* (2004).

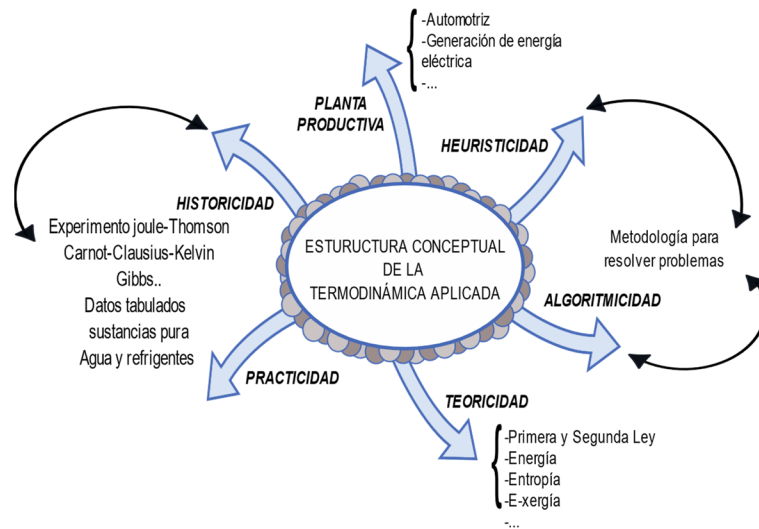


Figura 1. Las características de los conceptos proporcionan el marco teórico para para experiencias de enseñanza-aprendizaje en Ingeniería (esquema conceptual)

La *historicidad* de los conceptos y, por ende, del conocimiento es una característica que apremia verlos en proceso y con una amplia posibilidad de desarrollo, en continua elaboración y llenos de fracturas. El proceso puede continuar su desarrollo sólo a condición de satisfacer las necesidades teórico-prácticas que una época social impone al conocimiento científico tecnológico.

La característica *práctica* se refiere a cómo los conceptos adquieren determinada valoración, en función de su proximidad o lejanía con las aplicaciones (actividad práctica es igual a la aplicación de conceptos, nuevos desarrollos, innovación...). La aplicabilidad determina la posición y jerarquía de un concepto en la práctica. La característica *teórica* de los conceptos corresponde a la explicación racional articulada, no contradictoria y suficiente sobre una serie de fenómenos vinculados entre sí, y su posición y jerarquía en la teoría.

La *algorítmica* de los conceptos indica un dominio que permite transformar información mediante procedimientos concretos, fijos, estables (algoritmos). Es decir, cuando un problema se pueda resolver mediante un número finito de pasos. La *heurística* denomina a las sugerencias e indicaciones elaboradas con el fin de plantear y de resolver correctamente los problemas, así como, aquellas que aplicamos para vislumbrar un camino mediante el cual probablemente dicho problema sea resuelto.

La última característica de los conceptos, *planta productiva*, proviene de su presencia constante, el grado de su vinculación con la planta de producción económica existente en el país o región en donde se efectúa el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta vinculación se

convierte en un referente invaluable cuando intentamos legitimar un determinado concepto en el currículum.

A continuación, se presenta dos estudios de caso que son resultado de la aplicación del esquema conceptual de la Figura 1. El primero corresponde a la enseñanza-aprendizaje por comprensión y búsqueda que se desarrolla en el PDPA, en donde los conceptos que se usan fuertemente son los provenientes de la planta productiva nacional. El segundo se utilizan porcentajes de las características de la Figura 1 en el Aprendizaje individualizado en donde se cuenta con texto virtual (Aragón, *et al.*, 2016).

RESULTADOS

El PDPA se fundó en 1992, impulsado por tres profesores titulares del departamento de Energía, enmarcado en un acuerdo de colaboración signado por la Rectoría de la Unidad Azcapotzalco y la empresa Parker Hannifin de México, cuyo interlocutor era un egresado de la UAM-A. La concepción con la que se fundó el PDPA implicó que, después de la inversión inicial de ambas instituciones patrocinadoras, su actividad debería mantenerse en forma por completo autosustentable. Los beneficios económicos que se derivaran de su actividad se repartirían en partes iguales para ambas instituciones. Por parte de la UAM-A, el PDPA estaría asociado directamente con la Rectoría de la Unidad, sin depender de Área, Departamento o División académica alguna (una situación prácticamente sin precedentes en la historia de la UAM-A). Por parte de Parker el PDPA dependió directamente de la Gerencia General, las instalaciones estarían ubicadas dentro del campus universitario.

Entre las actividades primordiales del PDPA se cuentan la producción de prototipos y soluciones tecnológicas para el sector productivo nacional, desarrollados con base en acuerdos de colaboración técnica con diferentes actores económicos del país. Todas las actividades de desarrollo tecnológico *incluyen la participación de alumnos de las licenciaturas de ingeniería*, con el propósito de ponerlos en contacto directo con las aplicaciones de la potencia fluida, el control de movimiento y la automatización de procesos de manufactura.

Los alumnos que se incorporan al PDPA se distinguen por haber mostrado un rendimiento académico sobresaliente. Para recibir una invitación y unirse a este grupo de trabajo que les ofrece una capacitación extraordinaria, deben poseer capacidades singulares para la solución de problemas de ingeniería. Los alumnos suelen pasar seis trimestres en el PDPA hasta concluir sus créditos de licenciatura, efectuar su servicio social y desarrollar su proyecto terminal (tesis) en la solución de un problema, generalmente relacionado con la satisfacción de una necesidad concreta. Los ritmos de trabajo del PDPA ha permitido graduar hasta cinco o seis alumnos por año y contamos con más de 150 egresados que formaron parte del programa académico durante su estancia en la UAM-A.

En el PDPA también se ha dirigido el trabajo de docencia para atender algunas *unidades de enseñanza aprendizaje* (UEA; asignaturas) que muestran bajos índices de acreditación o carecen de materiales didácticos adecuados. Hay coautoría de varias obras diseñadas específicamente para satisfacer las necesidades del proceso de enseñanza aprendizaje en

la División y la enseñanza no presencial y a distancia. La labor universitaria en docencia en el PDPA mantiene un equilibrio sensato con los resultados que se han obtenido y publicado en revistas de investigación de alto impacto, especialmente en la línea de optimización de ciclos de potencia y de algunos prototipos industriales.

La operación y crecimiento del PDPA se ha financiado a través de nuestra oferta de servicios, en la cual se incluye la formación de recursos humanos, asesoría tecnológica, construcción de prototipos y el diseño, adecuación y producción de materiales didácticos.

3.1 Enseñanza-Aprendizaje basada en búsqueda y comprensión

De las muchas UEA que se imparten en las diez licenciaturas en ingeniería en la UAM-A, cuatro están estrechamente ligadas a las actividades del PDPA. Estas UEA y las actividades teórico-prácticas que se desarrollan en el PDPA (diseño de dispositivos y máquinas, selección y cotización de equipo, construcción de prototipos bajo normas propias de la ingeniería, etc.) originan un núcleo de conocimientos-actividades. Este núcleo permite a los estudiantes observar desde diferentes ángulos su proceso de aprendizaje, redimensionando con ello su formación. Al núcleo le añadimos dos fibras: que la estancia de nuestros alumnos esté basada en la búsqueda y desarrollo (de prototipos, soluciones, etc.) no en la investigación y la fibra de comprensión.

El término *búsqueda* nos parece más adecuado al trabajo ingenieril y comprensión no equivale a mayor abstracción o reducción continua del objeto de estudio. Tanto el núcleo de UEA como los principios de búsqueda y comprensión lleva a preferir mayor seriedad y menos temas en el desarrollo curricular. Más allá de taxonomías, la formación de alumnos en el PDPA transcurre con base en los lineamientos curriculares (esquema conceptual) presentados en la sección anterior, aunado a los siguientes lineamientos: desarrollar habilidades básicas en el manejo de herramientas de mano; propiciar la comunicación profesional y comprender el espacio universitario en el cual se encuentran; apoyar en labores de mantenimiento correctivo o preventivo en los laboratorios del PDPA (neumática, hidráulica o computación).

Durante su estancia en el PDPA, los alumnos adquieren las responsabilidades de un ingeniero principiante, hasta culminar con su participación definitiva en la construcción de un prototipo destinado a la industria o a la Universidad o en la asesoría detallada para un proceso de manufactura. Siempre mantienen en claro que su trabajo será evaluado tanto por la academia como por el usuario. El impulso más enérgico que recibe un alumno proviene cuando su proyecto es respuesta a una pregunta novedosa y no otra respuesta más a una misma pregunta. En la Figura 2 se muestra un prototipo industrial de una máquina automática para producir 3600 pastillas desodorantes por hora (Aragón, *et al.*, 2018).

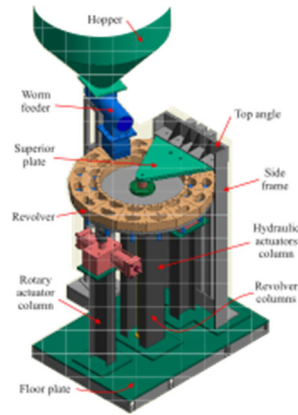


Figura 2. Máquina automática para producir pastillas desodorantes

En la Figura 3 se muestra el cabezal de una máquina automática para dosificar bebidas alcohólicas, con un ritmo de seis botellas de 750 mililitros por minuto (Aragón, *et al.*, 2021).

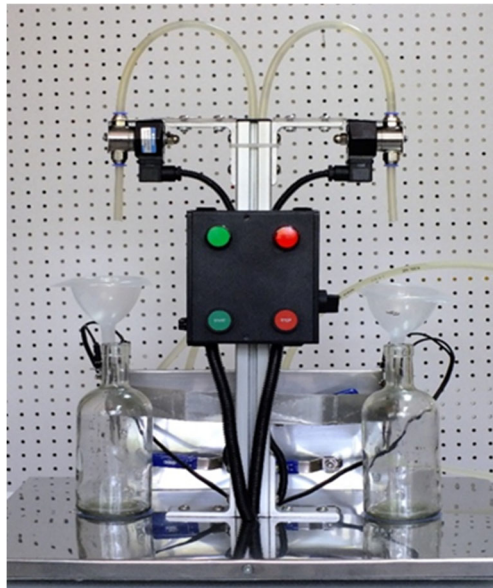


Figura 3. Cabezal dosificador de una máquina automática para embotellar bebidas alcohólicas

3.2 Enseñanza-aprendizaje en el Sistema de Aprendizaje Individualizado

Algunos de las UEA que imparte la CBI de la UAM-A se ofrecen dentro del Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI). En el SAI se emplea un proceso de enseñanza – aprendizaje consistente en la impartición de UEA tutoradas. La asesoría entre un alumno y su profesor se lleva a cabo, digamos, tres veces por semana y se desarrolla en forma excluyente. Es decir, son las preguntas del alumno las que definen la explicación y extensión de la respuesta del profesor. La formación de docentes con dominio de la enseñanza individualizada, tutorial o semipresencial es una base esencial para tratar de acceder a otros sistemas más complejos de enseñanza-aprendizaje: los sistemas a distancia. Estos sistemas han alcanzado gran madurez en cuanto a la amplitud de sus posibilidades, su difusión y la

amplia aceptación que despiertan en gran parte del mundo. Todo ello impulsado, entre otros factores, por el desarrollo de la información digital contemporánea.

La aceptación de los sistemas de aprendizaje a distancia por las comunidades universitarias, y los Estados respectivos, radica en al menos tres puntos: que con ellos se disminuye la distancia entre conocimiento y población; la factibilidad de una asimilación consciente del alumno, sin la presencia permanente, en el mismo lugar y tiempo del binomio profesor-alumno; que la aceptación de sus egresados, a nivel nacional e internacional, no demerita frente a la obtenida por los egresados de cursos tradicionales. Un ejemplo de tales sistemas, establecido ya como paradigma internacional, lo constituye la Universidad Abierta Británica (BOU, por sus siglas en inglés)

El SAI de CBI cuenta con instalaciones físicas, personal de apoyo y algunos medios y materiales didácticos propios. Sobre todo, se le entiende como un ámbito para la experimentación educativa. Lo que actualmente conocemos como SAI puede convertirse en la base mínima para impulsar un sistema de aprendizaje a distancia. Ahora bien, entre las dificultades que plantearía este último sistema está la ineludible necesidad de contar con sus materiales didácticos específicos, diseñados para tal fin. Estos materiales deben poseer las siguientes características:

1. Contar con procedimientos para transitar por la información y la formación que corresponden a cada UEA, así como, por los contenidos educativos del currículum en su conjunto.
2. Los materiales de lectura y comprobación de conocimientos deben estar adecuadamente establecidos, y siempre al alcance del alumno.

Es de fundamental importancia que los contenidos académicos de las UEA estén desglosados en seis a nueve unidades con las secciones de autoevaluación, para la comprobación por parte del alumno de su propia asimilación y que estén concebidos y escritos en función de los sujetos, quienes pertenecen a cierta población específica que interesa. El único eslabón entre esa población y la universidad será el conjunto de materiales y procedimientos anteriores.

3.3 Guías de SAI

Constan de cuatro grandes partes que forman un todo, cuyo fin último es facilitar al alumno la respuesta para las siguientes cuestiones: cuáles conocimientos, con qué profundidad, en qué texto básico, en cuánto tiempo. Estas cuatro partes son las siguientes:

Actividades. Donde se pormenoriza el orden y los contenidos de los temas que deben abarcarse, mediante la lectura o el estudio de un determinado texto virtual, preparado específicamente para cierta audiencia (un subconjunto propio del formado con alumnos de la DCBI de la UAM-A).

En las actividades se señala la profundidad con que se debe estudiar el texto virtual, así como cuáles partes son sólo para lectura y cuáles son indispensables (se establece el balance entre formación e información). También se especifica el mínimo de ejercicios y problemas

resueltos que se deben estudiar (lo que constituye la dosis indispensable de dedicación, para avanzar firmemente en la red conceptual del tema en cuestión).

Objetivos. Señalan cómo debe mostrar el alumno su suficiencia, sea expresada ésta en habilidades o conocimientos, en cada parte en que se desglosa la UEA.

Autoevaluación. Su finalidad es que el individuo conozca su fortaleza (o flaqueza), sobre determinado material curricular. Generalmente, el contenido de la auto evaluación proviene de exámenes anteriores. A través de ella, el alumno debe constatar si posee en tiempo (digamos una hora) y forma (puede responder a exigencias precisas: resolver, plantear, determinar; etc.) los conocimientos y capacidades que conforman una UEA.

Tiempo disponible. Para preparar los contenidos de una unidad. Este rubro agrega una componente al proceso de enseñanza-aprendizaje: la capacidad de asimilación que debe tener el alumno, para transitar por cada unidad con cierto ritmo indispensable. La dimensión temporal consignada en este rubro toma muy en cuenta el tiempo promedio, requerido por generaciones anteriores para asimilar estos contenidos. Su finalidad es el tiempo sugerido por el profesor para que un alumno finalice la unidad.

Texto virtual. Para brindar asesorías, o para interactuar con el material de la UEA que permita tales manejos dinámicos, es por lo que se propone el uso por parte del alumno de un Texto Virtual (material interactivo), el cual está incluido con esta guía. Es ineludible esta atención, por lo que resulta necesario elaborar un libro de texto virtual, pues no se puede suponer que alguien estará cerca del alumno para auxiliario en la delicada tarea de matizar el material.

Conviene recordar que todo profesor en un curso tradicional suele pasar por obvio determinado contenido, destaca aquel otro, refuerza los puntos finos de un tema, en fin... En los cursos de enseñanza a distancia, no presenciales, esta labor descansa esencialmente en el alumno. Y lo dicho para el texto virtual es válido para cualquier otro material que proporcione el docente.

Una Guía de SAI dispone de un Texto virtual basado en la Figura 1. Se puede ver un ejemplo en el videoclip que se encuentra en:

<https://drive.google.com/file/d/1HLrhqCpI98awlKSQskdqQhmvDxKLSM1p/view?usp=sharing>

Con la guía SAI y el texto virtual, la enseñanza -aprendizaje durante la pandemia de 2020 y 2021 pasó de semipresencial a distancia sin complicaciones (Aragón, *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

La universidad pública investigativa debe elaborar una estrategia para lograr su conexión orgánica con la sociedad. Articular sus licenciaturas a las condiciones de frontera provenientes de la enseñanza media y la del posgrado. Asegurar el mantenimiento, adecuación y modernización de sus laboratorios y, la creación al menos hacia el interior de nuevos puestos de trabajo.

No obstante, la Ley Orgánica de la UAM. Capítulo I, Objeto y Facultades, artículo 2, conmina en la primera parte a formar profesionales en correspondencia a nuestras necesidades sociales (Art. 2-I) y, en su segunda parte a desarrollar actividades de investigación en atención, primordialmente, a los problemas nacionales (Art. 2-II). Algo semejante se expresa en las legislaciones del Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México (Aragón, *et al.*, 2018).

Sin embargo, la docencia queda inexorablemente subsumida del todo a la investigación. Se facilita al investigador la obtención de ingresos económicos superiores a los del profesor dedicado a la docencia o al desarrollo, para sustentar su autoridad académica y facilitar el reconocimiento social y estatal, debe obtener patentes y valiosos desarrollos tecnológicos. Sin lo anterior no será un atractor para alumnos y escolares aventajados.

Aunque avanzando a contracorriente siempre se ha buscado, logrado y establecido una vinculación desde abajo, entre la universidad y la industria, la cual se concretó en este caso mediante el PDPA. Entre las características que denotan a este programa académico se destaca que ha sido autosustentable económicamente por casi 30 años. También ha generado recursos económicos, se han formado recursos humanos en lo relacionado con la tecnología del control de movimiento y se ha iniciado un trabajo en el desarrollo de esta tecnología, el cual continuamos impulsando más en el mediano plazo y en el largo plazo esperamos realizar investigación aplicada.

El PDPA ha servido de enlace con el sector productivo nacional en la formación de recursos humanos, incluso en otras áreas del conocimiento. Se logró construir un ambiente de enseñanza-aprendizaje con base en un esquema conceptual inédito en nuestro país, apropiado para la formación de ingenieros que proporcionen soluciones tecnológicas a la pequeña y mediana industria, que son las que constituyen mayoritariamente la industria nacional.

Finalmente, se plantearon dos propuestas, con base en el esquema conceptual de la Figura 1, de enseñanza-aprendizaje concretas: una basada en comprensión y búsqueda, con énfasis en la planta productiva; la otra mediante el binomio Guía SAI-Texto Virtual para la enseñanza-aprendizaje no presencial y a distancia, la cual puede ser adaptada y empleada en toda la UAM, en Facultades e Institutos de Ingeniería y en otras áreas de conocimiento de Educación Superior.

BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, G. y Canales, A. (1982a). Elementos constitutivos de una Metodología para el Diseño Curricular. *Revista de la Educación Superior*, vol. 11(41) pp. 88-102. <http://publicaciones.anuies.mx/revista/41/2/3/es/elementos-constitutivos-de-una-metodologia-para-el-diseno-curricular>
- Aragón, G. y Canales, A. (1982b). Instrumentos para el Diagnóstico y Diseño Curricular. *Revista de la Educación Superior*, vol. 11(44) pp. 77-87. <http://publicaciones.anuies.mx/revista/44/2/4/es/instrumentos-para-el-diagnostico-y-diseno-curricular>

- Aragón, G. y Canales, A. (2006). Una Experiencia Docente en Ingeniería. *Revista Reencuentro. Análisis de Problemas Universitarios*, (6), pp. 51-54. <https://reencuentro.xoc.uam.mx/index.php/reencuentro/article/view/129>
- Aragón, G., Canales, A., Casas, L., León, A. y Morales, J. (1995). La Vinculación Universidad Pública y la Industria. Un Programa autosustentable. *Revista Ciencia y Desarrollo*, vol. 21(124), pp. 70-78. <https://biblat.unam.mx/es/revista/ciencia-y-desarrollo/articulo/la-vinculacion-de-la-universidad-publica-y-la-industria-un-programa-autosustentable>
- Aragón, G., Canales, A. y León, G. (2016). *Termodinámica. Texto Virtual y Guía de Aprendizaje Individualizado*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. https://cbicatalogopublicaciones.azc.uam.mx/index.php?id_product=26&rewrite=termodinamica-texto-virtual-y-guia-para-el-sistema-de-aprendizaje-individualizado&controller=product
- Aragón, G., Larque, M., León, A. y Vázquez, I. (2018). Criterios para orientar y evaluar el trabajo académico en Ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 9 (24), pp. 42-52. <https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/264>
- Aragón, G., Barragán, I., Cano, M., León, A. and Morales, J. (2019). Automatic Tablet Machine. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1221. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1221/1/012030/meta>
- Aragón, G., Barragán, I., Huerta, E. & León, A. (2021). *Automatic bottling Machine. Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1723. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1723/1/012029/meta>
- Mintzes, J., Wandersee, J. and Novak, J. (2004). *Assessing Science Understanding. A human Constructivist View* (1st Ed.). Elsevier Academic Press