



SAI

Sistema de
Aprendizaje
Individualizado



Aprendizaje Individualizado en la Educación Superior

Semipresencial y a Distancia



Aprendizaje Individualizado en la Educación Superior

Semipresencial y a Distancia

Departamento de Ciencias Básicas

Gustavo Mauricio Bastián Montoya
María del Carmen González Cortés
Ángel Martínez Meléndez

Departamento de Energía

Gerardo Aragón González

División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

ISBN: En trámite

Edición a cargo de: Coordinación Académica de Unidad

Corrección de estilo: Lic. Alejandra Alvarado Hernández

Diseño y Maquetación: D.C.G. Juan Carlos Tarango de la Torre
D.C.G. Ilse Verónica Ortega García



PREFACIO

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) nació legalmente el 1 de enero de 1974 e inició sus actividades con tres unidades fundacionales: Azcapotzalco, Iztapalapa y Xochimilco. El 11 de noviembre de ese año la Unidad Azcapotzalco recibió a los primeros 1,378 alumnos (López, González, Casillas, 2000). La División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) se planteó, desde su inicio, la creación de un sistema que permitiera la acreditación de una fracción de los planes de estudio por medio del autoaprendizaje asistido.

En 1975, en la Unidad Azcapotzalco, iniciaron las actividades del «Sistema de Aprendizaje Individualizado», denominado SAI, en correspondencia con el Sistema de Instrucción Personalizada propuesto por Fred Keller de la Universidad de Arizona que se había aplicado en 1962 en la Universidad de Brasilia (Keller, 1968). Keller aplicó su sistema para la capacitación de un numeroso grupo de telefonistas después de la segunda guerra mundial.

Durante ese año, se impartieron en la DCBI los cursos de Estructura de la Materia, Cinemática y Dinámica, Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Diferencial e Integral II y Termodinámica bajo la modalidad de *Instrucción Personalizada*, dando inicio al Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI).

El SAI ha funcionado continuamente durante más de cuarenta y seis años, como un sistema alternativo al sistema de educación presencial. La experiencia obtenida con el SAI ayudó en parte a desarrollar otros sistemas alternativos de aprendizaje tales como la *Red intranet* implementada en 1993, después el proyecto *CBI en Línea*, lo que redundó en la DCBI y en la Unidad Azcapotzalco, como la creación del *Campus Virtual Azcapotzalco (CAMVIA)*, en el que se emplean herramientas digitales para ofrecer los contenidos educativos o la *Librería Virtual de DCBI*.

En años recientes los sistemas de autoaprendizaje o aprendizaje individualizado han ganado mayor presencia en las instituciones de educación superior, por la creciente disponibilidad y facilidad de uso de las computadoras e Internet, junto con la demanda creada por una necesidad cada vez mayor de educación a distancia (Eyre, 2007).

Fue en los últimos dos años, debido a la situación inédita que se generó con la pandemia de COVID-19, que el SAI de la DCBI mostró su fortaleza para procurar la continuidad de la formación educativa por medio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El 17 de abril de 2020, el Colegio Académico de la UAM aprobó el *Proyecto Emergente de Enseñanza Remota (PEER)*, diseñado para desarrollar las funciones sustantivas de la Universidad en el contexto de la emergencia sanitaria. El SAI se adaptó de inmediato para funcionar como un sistema adecuado para el autoaprendizaje o aprendizaje individualizado en la enseñanza remota.

Considerando lo anterior, se escribió esta obra que está dirigida a toda la comunidad académica y estudiantil interesada en conocer cómo se ha aplicado un sistema para el aprendizaje individualizado en la educación superior en la Unidad Azcapotzalco de la Universidad Autónoma Metropolitana, como una alternativa a la enseñanza tradicional.

Al adentrarse en su lectura y comprensión, se podrán descubrir las virtudes de este sistema alternativo de enseñanza y conocer sus bases fundamentales. Así será más sencillo concebir y diseñar un curso ya sea del Tronco General, el Tronco Básico Profesional o del final de un plan de estudios de educación superior, a través de este sistema alternativo.

La obra pretende responder las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los fundamentos de un sistema para el autoaprendizaje o aprendizaje individualizado en la educación superior? ¿Cómo es su funcionamiento? ¿Cuáles son sus características? ¿Cómo es el diseño general de un curso? ¿Qué es la guía de un curso? ¿Cómo se desarrolla una unidad de aprendizaje de un curso? ¿Cuál es la mejor actitud hacia las y los alumnos? Estas interrogantes se

podrán disfrutar al leer la presente obra la cual nos conducirá de una mejor manera en el proceso de enseñanza-aprendizaje, bajo esta modalidad centrada en las y los alumnos.

La obra de hecho constituye la guía de un curso de aprendizaje individualizado en educación superior desglosada en cinco unidades, cada una de ellas escrita bajo los lineamientos descritos en la Unidad 4 “**Diseño de una Unidad y de una Guía SAI**”. Consideramos que es mejor aprender en forma individual y por ello el enfoque de la obra es el *Aprendizaje Individualizado*.

A nuestro juicio, la obra contribuye a la formación de docentes con dominio en la *enseñanza-aprendizaje individualizada*, que es una base esencial para acceder a otros sistemas más complejos como son los de *enseñanza-aprendizaje a distancia*. Las y los profesores cuyo principal campo de acción es la modalidad presencial encontrarán aquí un excelente acercamiento a lo que es un sistema para el autoaprendizaje o aprendizaje individualizado asistido.

Como material adicional se incluye un estudio de caso en el Apéndice de la obra, un ejemplo de una “Guía SAI” que ganó el 2º Concurso de Material Didáctico para el SAI en 2011.

Bienvenidos.

REFERENCIAS

Eyre, Heidi L. (2007). Keller's Personalized System of Instruction: Was it a Fleeting Fancy or is there a Revival on the Horizon? *The Behavior Analyst Today*. Volume 8, Issue 3.

Keller, F. S. (1968). Good-bye teacher. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1, 79-89.

López, Z. R., González, C. O., Casillas, A. M. A. (2000). Una historia de la UAM. Sus primeros 25 años. México, *Universidad Autónoma Metropolitana*, 2 vols., 633 p.

INTRODUCCIÓN

Esta obra tiene como meta describir la metodología de un sistema para el autoaprendizaje o aprendizaje individualizado en la educación superior; a partir de la experiencia que se tiene en la preparación e impartición de cursos en el Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI) de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI). El origen de esta obra es un curso denominado «SAI en SAI», el cual se ha modificado varias veces a lo largo de los últimos 30 años. Con esta nueva versión actualizada se ofrece una herramienta de trabajo para favorecer el desarrollo de cursos en línea en cualquier institución de educación superior.

La DCBI impuso como requisito la acreditación del curso original para impartir docencia en el SAI. Con ello se buscaba garantizar un conocimiento mínimo en la forma de trabajar y la preparación del material. Incluso, la profesora y el profesor debía tener una versión preliminar del curso que iba a impartir, antes de iniciar sus actividades.

Los sistemas de enseñanza-aprendizaje individualizados han cobrado importancia en las circunstancias actuales de la educación superior; por ser una alternativa semipresencial, o por completo virtual, para las y los alumnos que desean ser responsables de su proceso de aprendizaje. Además, estos sistemas favorecen su capacitación para **aprender a aprender**. Actualmente, las y los profesores universitarios se interesan cada vez más por esta modalidad, pero no conocen los fundamentos y si es una modalidad que pueda aplicarse en el nivel de educación superior.

Otro de los objetivos de esta obra es explicar que en un sistema como el SAI no sólo se individualiza el proceso didáctico, sino que las y los alumnos se responsabilizan de su proceso de aprendizaje convirtiéndose en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. En los siguientes capítulos mostraremos los fundamentos teórico-prácticos que sustentan esta modalidad de educación superior; en la que las y los profesores no exponen el contenido, no son propietarios del conocimiento y no dan clases, sino que guían y asesoran el aprendizaje y sobre todo, alientan que el alumnado comprenda la forma de **aprender a aprender**.

Esta obra está dirigida a todas las personas interesadas en impartir cursos en un sistema de enseñanza-aprendizaje individualizado, no solamente para los planes de estudio de Ciencias Básicas e Ingeniería sino para cualquier asignatura teórica a nivel universitario. Se debe tener en cuenta que los cursos de Laboratorio exigen una discusión más extensa que no realizaremos aquí.

Un punto importante que conviene aclarar es el lenguaje utilizado, por ejemplo, el término UEA (o UEA en plural), que se refiere a una *Unidad de Enseñanza Aprendizaje*, curso o materia. Por las características propias del modelo UAM a un periodo lectivo se le nombra habitualmente trimestre (o periodo trimestral), pero lo que aquí se discute se puede aplicar a cualquier periodo lectivo que se utilice en las diferentes instituciones educativas.

Los contenidos de este libro se pueden utilizar para impartir un taller de 15 horas.

Los objetivos del libro son:

- Identificar los fundamentos, características y forma de operación del Sistema de Aprendizaje Individualizado de la DCBI, en la UAM Azcapotzalco.
- Aplicar la metodología para la elaboración de material didáctico en esta modalidad mediante la elaboración de una versión preliminar del material que se empleará como base de su curso en esta modalidad.

El taller se divide en cinco unidades:

UNIDAD 1. El Aprendizaje Individualizado.

UNIDAD 2. Características del Aprendizaje Individualizado.

UNIDAD 3. Diseño de un curso en el Modelo de Aprendizaje Individualizado.

UNIDAD 4. Diseño de una Unidad y de una Guía SAI.

UNIDAD 5. La interacción con el alumnado en el Modelo de Aprendizaje Individualizado.

APÉNDICE. Guía para el Modelo de Aprendizaje Individualizado.

Contenido

EL APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO.....	13
Objetivo	13
Actividades	13
Autoevaluación	17
Referencias.....	18
CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO.....	19
Objetivo	19
Actividades	19
Autoevaluación	27
Referencias.....	27
DISEÑO DE UN CURSO EN EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO.....	29
Objetivo	29
Actividades	29
Autoevaluación	37
Referencias.....	37
DISEÑO DE UNA UNIDAD Y DE UNA GUÍA SAI.....	39
Objetivo	39
Actividades	39
Autoevaluación.....	48
Referencias.....	48
LA INTERACCIÓN CON EL ALUMNADO EN EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO.....	49
Objetivo	49
Actividades	49
Autoevaluación	53
Referencias.....	54
Conclusiones.....	55
Bibliografía Recomendada.....	56
Apéndice A Guía para el Modelo de Aprendizaje Individualizado.....	57

UNIDAD 1

EL APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

“El Aprendizaje Individualizado es un sistema donde el estudiantado se hace responsable de su proceso de aprendizaje”

OBJETIVO

Describir el funcionamiento del Aprendizaje Individualizado.

Actividades

1. Leer cuidadosamente el material de estudio correspondiente a la Unidad: *¿Cómo funciona el Aprendizaje Individualizado?*
2. Resolver la autoevaluación de la Unidad. Si tiene dudas con alguna pregunta, repase nuevamente el material y vuelva a resolver la autoevaluación. En caso necesario, acuda con su profesora o profesor.
3. Realizar el examen presencial o en línea.

¿Cómo funciona el Aprendizaje Individualizado?

En esta Unidad vamos a describir el funcionamiento del *Aprendizaje Individualizado*, sin profundizar en sus fundamentos, debido a que éstos serán presentados en la siguiente Unidad. Describiremos la forma en que se lleva a cabo el trabajo cotidiano en un curso e identificaremos sus características, contrastando las actividades en el *Aprendizaje Individualizado* con las de un curso “tradicional”, con el que las y los profesores están plenamente familiarizados. Esta Unidad constituye un primer acercamiento al *Aprendizaje Individualizado*.

Como un ejemplo se expondrá un día de trabajo en el Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI) de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco:

Después de que las y los alumnos estudiaron por su cuenta el material correspondiente a la Unidad, si tienen dudas se dirigen a la sesión de asesoría en las instalaciones del SAI, cuando las clases son presenciales o bien, a la sesión en videoconferencia cuando el curso es a distancia. A continuación, mostramos el caso de una estudiante en un curso SAI en que se utilizan videoconferencias y asesorías personalizadas.

Al llegar a las instalaciones se encuentra la profesora o el profesor en el escritorio, dando asesoría sobre un tema a estudiantes que ya presentaron y aprobaron la evaluación correspondiente a una Unidad, entonces la o el alumno se dirige a las mesas de trabajo con otros integrantes del curso que se encuentran discutiendo sobre el mismo tema y con dudas similares; un estudiante ya contestó la autoevaluación de la Unidad y lo comprende un poco más, ya ha intentado resolver problemas y está en la disposición de explicarles a los demás. Como aún les quedan dudas, se acercan en grupo con la o el profesor para discutir algunos conceptos. La profesora o el profesor no les da definiciones ni tampoco les da una exposición magistral sobre el tema, sino que invita a reflexionar sobre lo que ya estudiaron para esclarecer sus dudas mediante un diálogo con base en dudas particulares. Las o los alumnos más avanzados solicitan resolver la evaluación correspondiente mientras que el resto resuelve la autoevaluación que se encuentra en el aula virtual o de forma presencial, para presentar en la siguiente sesión su evaluación.



Como podemos observar en la descripción anterior, el *Aprendizaje Individualizado* y específicamente el SAI es un sistema en donde las o los profesores trabajan anticipadamente para preparar un curso y una guía para el alumnado en su aprendizaje, no a través de exposiciones orales, sino impulsándolo a que aprenda por sí mismo todo el contenido del curso.

Este proceso se realiza en un salón *exprefeso* para esta actividad, ya sea presencialmente o a distancia. Cuando se realiza a distancia, utilizando herramientas digitales a través de sesiones en línea con el grupo, la o el profesor puede crear salas privadas, para que las y los alumnos discutan. En una misma sesión, se asesora a alumnas y alumnos sobre distintos temas, los demás pueden deshabilitar su micrófono y bocinas mientras se habla de un tema que no sea sobre el que desean discutir, aunque algunas veces permanecen atentas y atentos para saber a qué tipo de dudas se podrían enfrentar. Esta metodología se ha llevado a cabo durante más de 46 años en las instalaciones del Sistema de Aprendizaje Individualizado (SAI) de la UAM-Azcapotzalco y un gran número de alumnas y alumnos han aprobado con éxito sus cursos.

Para elaborar un curso utilizando el proceso de *Aprendizaje Individualizado* se requiere desglosarlo en pequeñas Unidades y preparar una Guía de estudio en donde se detalle todo el contenido, Unidades (temas y subtemas), fuentes de información, materiales de apoyo como textos impresos y virtuales (*documento digital*, de aquí en adelante *texto virtual*), presentación en pantalla (de aquí en adelante *screencasters*, en inglés), videoconferencias preparadas especialmente para este curso, videos de profesoras y profesores, incluso de otras universidades. Asimismo, se indican tiempos de estudio por Unidad (con objetivos de aprendizaje, actividades, una autoevaluación y el tiempo máximo recomendado en que debe completarse cada una de las Unidades). El recurso didáctico fundamental para la gestión del aprendizaje es la *Guía de Estudio*, la cual comprende todo lo anterior (en el **Apéndice A** se presenta un estudio de caso de una Guía de Estudio completa, elaborada en el SAI de la UAM-Azcapotzalco):

Unidades desglosadas, en donde cada una contiene:

1. Objetivos de aprendizaje específicos.
2. Actividades relacionadas con el material de apoyo (notas de clase, bibliografía, texto impreso, videos, screencasters, texto virtual, entre otros).
3. Autoevaluación.
4. Tiempo de estudio, sugerido por la o el profesor, por Unidad. De acuerdo con el tiempo requerido para concluir el curso.

Una importante labor de las y los profesores reside en explicar a cada alumna y alumno en qué consiste este sistema, en el que parte del aprendizaje se lleva a cabo fuera del aula y que cuentan con asesoría para resolver dudas, surgidas de la lectura y comprensión del material.

Primero se realiza una labor de presentación y motivación a cada alumna y alumno en la que se muestran las dificultades y ventajas de utilizar un sistema de autoaprendizaje con la finalidad de que comprendan y decidan si continúan el curso en el SAI, con el convencimiento racional de las bondades del sistema.

Las y los profesores preparan y revisan todo el material que entregan, en escrito o en formato digital, para que el alumnado lo estudie y analice por su cuenta, anote sus dudas, asista a asesoría, presente la autoevaluación y finalmente, la evaluación de cada Unidad. En el *Aprendizaje Individualizado* no existe un salón de clase como tal, debido a que ¡Las profesoras o los profesores no imparten clase! En su lugar, se cuenta con un espacio físico o virtual en donde se asesora y se resuelven las dudas de las y los alumnos. El espacio para este tipo de aprendizaje, en realidad, se convierte en un espacio de aprendizaje colaborativo.



Esta dinámica de trabajo promueve que las y los alumnos sean responsables de su proceso de aprendizaje: estudian los contenidos, marcan su ritmo de trabajo, reflexionan sobre sus dificultades, se autoevalúan, solicitan asesoría sobre aspectos específicos¹ y finalmente, deciden la fecha para presentar la evaluación.

La o el alumno puede asistir o “conectarse” si es a distancia, a la asesoría en los horarios indicados para “clase o sesión virtual” que se prefiera, sea en un horario específico para el curso y que éste sea respaldado por la institución. La metodología del *Aprendizaje Individualizado* no exige realizar la evaluación en un día determinado ni tampoco la asistencia los días de asesoría.

Esta metodología, usualmente, corresponde a un sistema semipresencial y cuando utiliza una plataforma LMS² como MOODLE, es un excelente ejemplo de modalidad remota o a distancia. Con la metodología del *Aprendizaje Individualizado* la o el alumno tiene la oportunidad de estudiar sin presiones y a su propio ritmo, aunque limitado a la duración del curso. Es necesario que apruebe la evaluación correspondiente a una Unidad, para iniciar con la siguiente; si reprueba, tiene que estudiar nuevamente la Unidad no aprobada y presentar una segunda evaluación, desde luego con reactivos diferentes.

Podemos darnos cuenta de que en este sistema se modifica³ la forma tradicional de dar clases, la o el profesor no enseña los conceptos ni el alumnado hace tarea en casa, por el contrario, estudia los conceptos en casa y termina de hacer la tarea con la o el profesor, es decir, las aplicaciones y dudas sobre los principales conceptos y problemas los discute en la sesión presencial o en línea, según sea el caso.

Un problema que ha enfrentado esta metodología de aprendizaje, desde su creación, es la gran inercia del sistema educativo que usa las clases tradicionales como fuente primordial del conocimiento para la o el alumno y deja un papel suplementario a las fuentes alternas que podemos encontrar en bibliotecas, físicas o virtuales, en la experiencia personal, en el aprendizaje colaborativo y, por supuesto, en Internet.

Es muy difícil, incluso con investigaciones y reflexiones que muestran lo contrario, convencer a las y los profesores de que el responsable del proceso de aprendizaje debe ser el que desea aprender y no un “docente tradicional”. En este sentido, les es difícil dejar de “impartir cátedra” y no ser el centro de atención, en realidad, hay quienes se sienten superados cuando la o el alumno adquiere el conocimiento en otro lugar que no sea su clase.

Lo mismo ocurre con las y los alumnos: al ingresar a la universidad han pasado unos 13 o 14 años en un sistema educativo que deja la responsabilidad de preparar clase, marcar el ritmo, señalar los ejercicios, indicar fechas de evaluación y calificar la evaluación, en manos de las y los profesores. Las y los alumnos se convierten en entes pasivos que no se esfuerzan mucho en clase y se limitan a aprender (muchas veces tan sólo a memorizar o a copiar) lo que la profesora o el profesor escribe o dicta en clase, y no tiene que esforzarse mucho para ser un “alumno regular”. Cambiar esta forma de concebir el aprendizaje en las y los alumnos es un gran reto, pero aquellos que logran responsabilizarse de su proceso obtienen un mejor aprovechamiento del curso aunque para ello se requiere, ciertamente, más trabajo, sobre todo en lo que se refiere a la organización de su tiempo como sostienen Buskist, Cush y DeGrandpre (1991), incluso se ha señalado en estudios con población universitaria, como el de Born, Gledhill y Davis (1972), que el factor que más afecta la diferencia de desempeño, entre el sistema tradicional y el Aprendizaje Individualizado, es el ritmo en el aprendizaje.

1 Muchas veces las y los profesores hemos oído de las o los alumnos la frase “Profesor: resuelva una pregunta tipo examen” con lo que muestra que no sabe exactamente cuál es el objetivo de la materia y que tampoco tiene una duda específica, más bien tiene una confusión general.

2 Learning Management System (LMS), por sus siglas en inglés.

3 En el primer decenio de este siglo fue redescubierta una parte del SAI o PSI y se conoce como “Flipped Course” o “Aula Invertida”. En cualquier bibliografía sobre esta “nueva” modalidad, por ejemplo, en Canales y Rionda (2019), se observa que no contiene todos los elementos del *Aprendizaje Individualizado*, pero si un gran porcentaje que fueron agrupados bajo el atinado nombre de “Invertido”. El *Aprendizaje Individualizado*, va mucho más allá del autoaprendizaje y pone el acento en responsabilizar a la alumna y el alumno de su proceso de aprendizaje, aspecto que no es importante en el “aula invertida”. Aprendizaje Individualizado no significa Aprendizaje Invertido.



Hacia fines de los años setenta del siglo pasado ya había más de 400 artículos sobre este sistema y unos 30 estudios comparativos entre éste y el sistema tradicional entre ellos el escrito por Kulik, Jaksa y Kulik (1978); la investigación decayó hacia los ochenta y se realizó muy poco trabajo, pues ya estaban suficientemente demostradas las ventajas y desventajas de esta metodología. Se realizaron algunos trabajos retrospectivos hacia 1991 y a principios de este siglo para investigar aspectos de *Flipped Courses* o *Aula invertida* con lo que se ha realizado una intensa labor de investigación que ha confirmado los resultados que ya se conocían desde 1980, si bien examinados ahora bajo la luz de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).

Con el sistema tradicional se logran resultados satisfactorios e incluso para un gran número de alumnas y alumnos es indispensable y necesario, dadas sus capacidades y habilidades. En Kirschner, Sweller y Clark (2006) se muestra la importancia, en cualquier nivel educativo, de las clases tradicionales y las bondades para las y los alumnos que no pueden aprender por su cuenta, si sólo tienen una guía mínima por parte de las profesoras y los profesores.

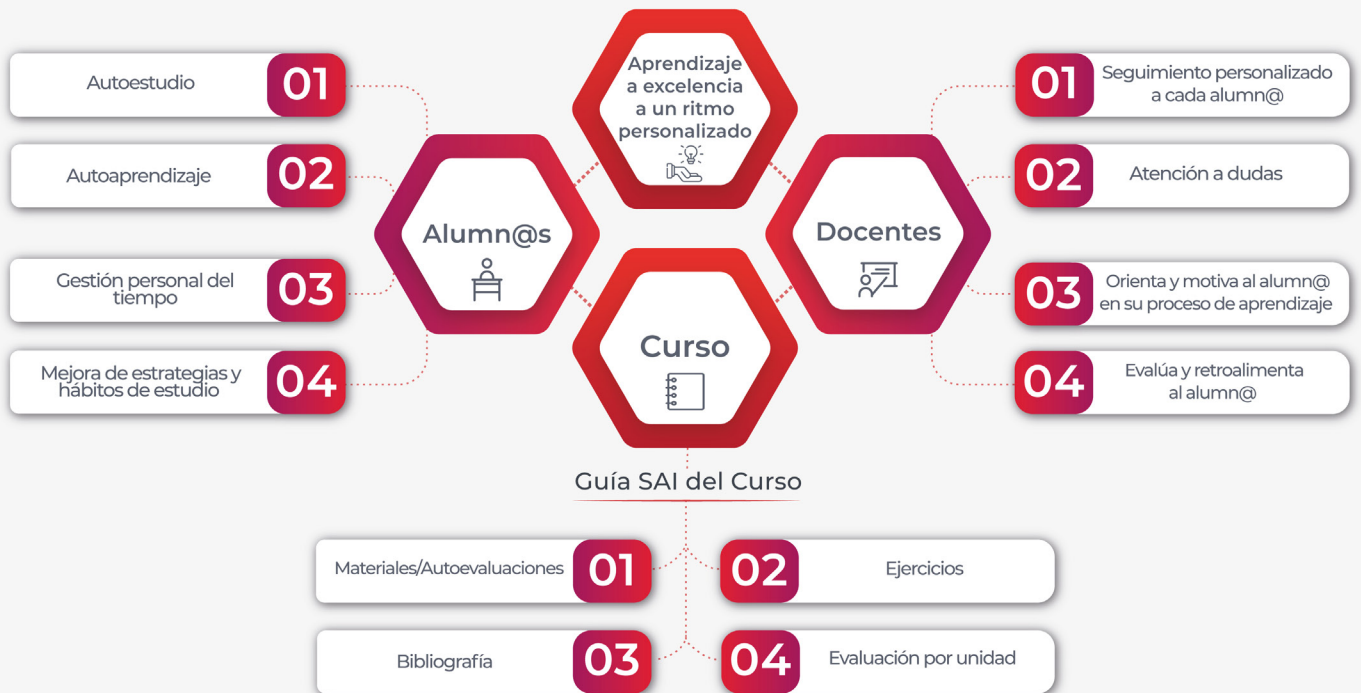
En cuanto al sistema personalizado resulta ser una alternativa para quienes están interesados en avanzar a su propio ritmo, desarrollar habilidades como la disciplina, constancia, autonomía y mejorar su desempeño. En resumen, hacerse responsables de su proceso de aprendizaje. En una reciente investigación de Khe, Shurui, Weijiao, Dawson, Jiahui, Guoyuhui, Chengyuan, y Khongian (2021), se analizó el desempeño de más de 150 mil estudiantes que utilizaron métodos de autoaprendizaje, se llegó a la conclusión de que el desempeño académico mejora en un 33 por ciento aproximadamente, con respecto a la enseñanza tradicional. Por supuesto que el método individualizado requiere de más trabajo que el tradicional, pero los resultados son más satisfactorios, especialmente para el alumnado. El SAI, es la modalidad que la UAM-Azcapotzalco ha utilizado con éxito durante más de 46 años, para que las y los alumnos se hagan responsables de su proceso de aprendizaje.

Para finalizar veamos, en un mapa, cómo se llevan a cabo algunas acciones educativas en el SAI que serán explicadas en las siguientes Unidades, como parte de la metodología del *Aprendizaje Individualizado*. En la Figura 1 se muestra un diagrama al respecto.

Algunas de las acciones mostradas requieren una explicación detallada para quienes conocen por primera vez este sistema y tienen dudas sobre el funcionamiento, en especial para las y los alumnos que dudan lograr el aprendizaje por su cuenta. También parece difícil evaluar el examen inmediatamente después de realizado, sobre todo en lo que se refiere al “tiempo”, sin embargo, las y los profesores que utilizan este sistema logran calificar y explicar a las alumnas y los alumnos, sus evaluaciones en un tiempo muy corto.



SAI EN MOVIMIENTO



Agradecemos a la Dra. Teresa Merchand Hernández por el diseño de SAI en movimiento

Figura 1. La metodología SAI, en la Universidad Autónoma Metropolitana

Autoevaluación

Las preguntas no son de respuesta única y la discusión con la o el profesor es enriquecedora para ambos:

1. Mencionar las tres principales características del *Aprendizaje Individualizado*.
2. ¿Cómo se considera el hecho de que el SAI propone que la fuente del conocimiento no sea la o el profesor, sino que el conocimiento se encuentra a nuestra disposición en numerosas fuentes?
3. Describir el papel que juegan las y los alumnos en un sistema de *Aprendizaje Individualizado* en contraste con el que juegan en el sistema tradicional.
4. Escriba su opinión con respecto a la característica del *Aprendizaje Individualizado* en lo referente a si una evaluación de una Unidad se reprueba se debe estudiar nuevamente y realizar otra evaluación (diferente por supuesto) hasta que se apruebe antes de continuar con la siguiente Unidad.



REFERENCIAS

Born, D. G., Gledhill, S. M., Davis, M. L. (1972). Examination performance in lecture-discussion and personalized instruction courses. *Journal of Applied Behavior Analysis*, 5(1), 33–43.

Buskist, W., Cush, D., y DeGrandpre, R. J. (1991). *The life and times of PSI*. *Journal of Behavioral Education*, 1(2), 215–234. doi:10.1007/bf00957005

Canales Ronda, P., Hernández, F. (2019). Metodología flipped classroom en la enseñanza universitaria. *RIES*, 28(10), 116-130.

Khe Foon Hew, Shurui Bai, Weijiao Huang, Dawson, P., Jiahui, D., Guoyuhu, i H., Chengyuan J. y Khongian T. (2021). On the use of flipped classrooms across various disciplines: Insights from a second order meta- analysis. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 132-151.

Kirschner, P.A, Sweller, J. y Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.

Kulik, J. A., Jaks, P. y Kulik, C. C. (1978). Research on component features of Keller's personalized system of instruction. *Journal of Personalized Instruction*, 3, 2-14.



UNIDAD 2

CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

"Pregunto si es natural, si es incluso prudente, que tú mismo te hastíes y aburras a los estudiantes".
J.W. Goethe

OBJETIVO

Aplicar las características y fundamentos del *Aprendizaje Individualizado* (AI).

Actividades

1. Leer cuidadosamente el material de estudio correspondiente a la sección "Fundamentos y Características del AI".
2. Resolver la autoevaluación de la Unidad. Si tiene dudas con alguna pregunta, repase nuevamente el material y vuelva a resolver la autoevaluación. En caso necesario, acuda con su profesora o profesor.
3. Realizar la autoevaluación presencial o en línea.

Fundamentos y Características del Aprendizaje Individualizado (AI)

Cualquier sistema de enseñanza-aprendizaje tiene fundamentos que es necesario explicitar para comprender su estructura y funcionamiento. En esta Unidad vamos a mostrar los fundamentos y características del *Aprendizaje Individualizado*.

Fundamentos del Aprendizaje Individualizado

Los fundamentos y características de la metodología del AI fueron establecidos hacia 1960, con el *Personalized System of Instruction*, estudiados detalladamente entre 1970 y 1990, y ahora, con la aparición de la metodología del *Aula Invertida*, entre 2005 y 2021, se han vuelto a investigar confirmando los beneficios de este sistema de aprendizaje.

Esta metodología o sistema tuvo su origen hacia 1962 en la Universidad de Brasilia con la colaboración de Fred Keller de la Universidad de Arizona, Rodolfo Azzi y Carolina Martuscelli de la Universidad de Brasilia, un curso piloto que se aplicó un año más tarde en la Universidad de Columbia y en 1963, otro en la propia Universidad de Brasilia.

Características del AI

En un artículo de Keller (1968) se enuncian las características fundamentales de este sistema personalizado de enseñanza. Entre ellas mencionamos las siguientes:

- Basado en fuentes externas a la profesora y el profesor.
- Avance al ritmo de la alumna y el alumno.
- Excelencia en el aprendizaje.
- Clases y demostraciones con propósitos de motivación.
- División del curso en pequeñas Unidades.



Estas características tienen sus ventajas para quienes deseen realizar un pequeño esfuerzo de disciplina y hábitos de estudio. Las y los profesores que hemos aplicado la metodología del *Aprendizaje Individualizado* sabemos que una parte del alumnado desertan al principio con un porcentaje variable en las dos primeras semanas del trimestre. La permanencia en el sistema requiere un compromiso de parte de las alumnas y los alumnos ya que no es una didáctica apropiada para todas y todos.

El sistema personalizado coloca a las y los alumnos fuera de su zona de confort y los hace responsables de su propio proceso de aprendizaje, algo no deseable para todas y todos pues ha sido claro que, desde que se inició la enseñanza personalizada *sigue siendo difícil*; como lo confirman algunos estudios, por ejemplo, el de Dockterman (2018). No todas las universidades están dispuestas a ofrecer este sistema a pesar de que las y los alumnos logran más con esta forma de aprendizaje. En lo que sigue, analizamos estas características con más detalle.

El *Aprendizaje Individualizado* (AI) es ambicioso en sus objetivos, sólo que sus características, antes descritas, lo alejan de la práctica docente tradicional. En el AI, el interés de la profesora y el profesor es favorecer durante el proceso de enseñanza-aprendizaje la aparición de un clima de confianza personalizado, más ágil y dinámico que en el sistema tradicional.

Como ejemplo del desarrollo que ha tenido esta metodología de aprendizaje en la UAM-Azcapotzalco, se mencionan algunas de las UEA que imparte la División de Ciencias Básicas e Ingeniería (DCBI) ofrecidas en el SAI, específicamente en el Tronco común- formado principalmente por asignaturas básicas de las áreas de matemáticas, física, química y computación- y el Tronco profesional -formado por asignaturas básicas de ingeniería, según la rama específica. Aquí se emplea un proceso de enseñanza-aprendizaje consistente en la impartición de UEA tutoradas. La asesoría entre las y los alumnos y las y los profesores se lleva a cabo, en los días en que está programada la UEA y se desarrolla en forma individualizada.

Recordemos que en estas asesorías las preguntas de las y los alumnos son el punto de partida y son indicativas del grado de profundidad. Las asignaturas son: Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Estructura Atómica y Enlace Químico, Termodinámica, Introducción al Desarrollo Sustentable, etc.

Basado en fuentes externas

La profesora o el profesor no es la única fuente del conocimiento, esto se ha postulado en diversas maneras; por ejemplo, uno de los iniciadores del cognoscitismo, Ausubel (1987) expone ampliamente sobre este aspecto. Keller (1968) lo enuncia como énfasis en el material escrito y se refería a que la o el alumno no tendría como referencia para el aprendizaje las clases tradicionales de la o el profesor. M. Serres (2013), filósofo francés, nos dice sobre el conocimiento:

“En otros tiempos el saber tenía como soporte el cuerpo del sabio [...] una biblioteca viviente... ese es el cuerpo docente del pedagogo. Poco a poco el saber se hizo objetivo: al principio en rollos, en vitelas o pergaminos [...] por último, hoy en día, en la Red, soporte de mensajes y de información”.

La mente de la o el profesor ya no es el único lugar donde la alumna y el alumno encuentran el conocimiento. Postular que el alumnado puede encontrar información en otros lados y estudiar por si mismos, no es una simple corriente pedagógica, es un hecho del Siglo XXI. Internet no ha sido una tecnología más, nos ha permitido tener al alcance el conocimiento en diferentes niveles, explicado de diversas formas y también, claro está, encontramos conocimiento inútil. ¿Por qué empeñarnos en suponer que únicamente las y los profesores pueden transmitir el conocimiento? Es cierto que hay muchas materias y temas complicados, pero la mayor parte de la información la alumna y el alumno la puede adquirir y leer por su cuenta y discutir con las y los profesores aquellos conceptos



verdaderamente importantes o difíciles, las interpretaciones o los conceptos que no pudo comprender en una primera lectura del material.

La o el alumno actual no se siente perdido si no comprende algún concepto, pues en Internet puede encontrar varias explicaciones, escritas, en video o animaciones a diferente nivel de aquello que se le dificulta. Así que no se trata sólo de “invertir el aula” se trata de reconocer que el conocimiento se encuentra o está distribuido en la Web y que cualquier profesora o profesor puede apoyar a las y los alumnos a integrar adecuadamente ese saber.

En la Web encontramos casi toda la información que necesitamos por lo que ya no es necesario, como apenas hace 40 años, recurrir a la profesora o el profesor para que aclare una duda o indique alguna bibliografía pertinente. La profesora o el profesor puede dedicar tiempo de calidad y no de repetición de información que se encuentra en los libros.

¡Es mejor que la y el profesor dedique tiempo para trabajar con dudas personales, que repetir al alumnado (y no a ninguno(a) en especial) los conocimientos que se encuentran fácilmente en la Web! Claro que en las exposiciones tradicionales un buen docente aborda los puntos finos aún antes de que la o el alumno los enfrente y le tiende un puente de plata al conocimiento. Algunos estudios destacan el valor y la necesidad para las y los alumnos de tener una profesora o profesor que imparta clases tradicionales para el aprendizaje. Al respecto se puede consultar Kirschner, Sweller y Clark, (2006).

Desde el punto de vista del aprendizaje, es de gran impacto cognoscitivo que la alumna y el alumno sea quien construya el conocimiento con la guía de una profesora o profesor, textos y otros apoyos adecuados. Ésta no constituye una propuesta autodidacta ni tampoco se pretende que el conocimiento se vuelva a construir desde cero.

La mayoría de las y los profesores sienten desilusión por la falta de protagonismo en el aula, pero en la discusión de puntos finos del conocimiento tendrán la oportunidad de conocer a sus alumnas y alumnos como no lo podría hacer impartiendo una clase tradicional.

La falta de comprensión hacia una nueva distribución y soporte del conocimiento siempre se ha dado, ya Sócrates en *Fedro*, analizaba que la escritura iba en detrimento de la memoria y del razonamiento. Con la llegada de los libros impresos, al menos en Occidente, se señalaban las desventajas que tendrían quienes los usarán. Sin embargo, como lo recuerda el propio Michel Serres, educadores como Montaigne supieron ver más allá y plantearon que es mejor *una cabeza bien hecha que una cabeza llena*⁴. Ahora hay profesoras y profesores que se sienten desplazados por la Web que contiene una gran cantidad de información y que resuelve casi cualquier tarea.

Aún las pedagogías centradas en el docente reconocen la importancia de la actividad práctica y mental de la alumna y el alumno, gran parte de la didáctica basada en este enfoque se ha dedicado a diseñar actividades para que sean las y los alumnos los que desarrollen el conocimiento a través de discusiones y experimentos, aunque sea con base en una clase tradicional. El *Aprendizaje Individualizado* va más allá, se plantea mover radicalmente el centro del aprendizaje y atención del docente a las y los alumnos. Muchas metodologías se han ensayado para centrar el aprendizaje en el alumnado, como la enseñanza colaborativa, que denomina enseñanza entre pares creada por Mazur (1997) en Harvard hacia 1997, como él mismo explica: “*Si hubiera dado clases sobre Shakespeare, no les iba a leer en clase una de sus obras, sino que les hubiese pedido leerla en casa y aprovechar el tiempo de clase para profundizar en la apreciación de la obra...*” De esta misma manera no les enseña a sus alumnas y alumnos lo que viene en el libro de texto, se preocupa por discutir los aspectos “finos” o que no son fácilmente visibles o incluso los errores frecuentes y las ideas preconcebidas o “misconceptions”, como se conocen en inglés.

4 La frase original de Montaigne es: Mieux vaut une tête bien fait qu'une tête bien pleine.



La fundamentación de no considerar a la profesora o el profesor el centro del proceso y fuente única del conocimiento, se encuentra en cualquiera de las exposiciones de métodos personalizados y activos, pero básicamente son los que hemos enunciado.

Avance al ritmo del o de la estudiante

Al parecer no requiere mucha justificación que el avance a su propio ritmo sea una ventaja, sin embargo, para un gran número de alumnas y alumnos que no pueden desarrollar un hábito de estudio representa una seria desventaja, esa es una de las razones por las cuales algunos autores como Kirschner, Sweller y Clark (2006) postulan que la enseñanza tradicional es más ventajosa. Pensemos que un programa de estudio se establece con igualdad de condiciones, de acuerdo con Dockterman (2018), teóricamente 70 por ciento son estudiantes promedio, 15 por ciento estudiantes con dificultades y otro 15 por ciento estudiantes sobresalientes. Por lo que se queda fuera un 30 por ciento de entrada. Este realmente es un problema educativo que tiene que ver con la libertad de estudio e independencia de un estudiante ¿Por qué esperar a que ella o él sea un profesionalista maduro en quien confiemos que estudiará por su cuenta y no confiemos en una alumna o un alumno universitario o incluso de niveles más bajos? Existen estudios sobre la ventaja de desarrollar independencia y autonomía como los de Qunyan (2021), que confirman los planteamientos realizados por Keller (1968), en lo que respecta a las ventajas de avanzar al propio ritmo. Incluso desde el punto de vista del “consumidor” de educación universitaria, los estudios de Mercenario y Navarro (2006) nos indican que sin una intervención directa, el tiempo que se le dedica al estudio depende de lo que se espera que reditúe la profesión en el futuro.

Existe una relación directa entre el control del tiempo de dedicación a un curso y el interés en el curso, según Kim y colaboradores (2021), esto había sido planteado desde otro punto de vista a partir de 1980, al reconocer que uno de los aspectos en que más se destacaban las ventajas de un curso tipo SAI respecto a los tradicionales era el avance al ritmo del estudiante, pero esto se modula con el interés en el curso. En otras palabras, no se puede tener una disciplina si no existe interés en el curso e interés en la metodología y además, estar convencido de sus ventajas. En el ejemplo anterior, en el SAI procuramos no tener fechas fijas de entrega, sino que la alumna y el alumno recibe entre su material de trabajo una gráfica en la que se observa cuál es la zona en la que debe mantenerse para terminar con éxito su curso.

En la Figura 2 se muestra una gráfica sobre el avance que debe tener la alumna o el alumno para aprobar el curso (zona naranja), ésta corresponde a un curso que consta de ocho Unidades que deben aprobarse en un máximo de doce semanas, elaborada con base en la experiencia de varios cursos impartidos.

La zona sombreada es en donde se pueden mantener las y los alumnos, fuera de ella, la experiencia muestra que no terminan el curso. Es así como se interpreta la característica de “avance al ritmo del estudiante”. El significado de la gráfica debe quedar muy claro para que las y los alumnos puedan organizar su tiempo, determinar el día que se evalúa por lo que se le recomienda que cuando apruebe la autoevaluación correspondiente a la Unidad, solicite la evaluación.



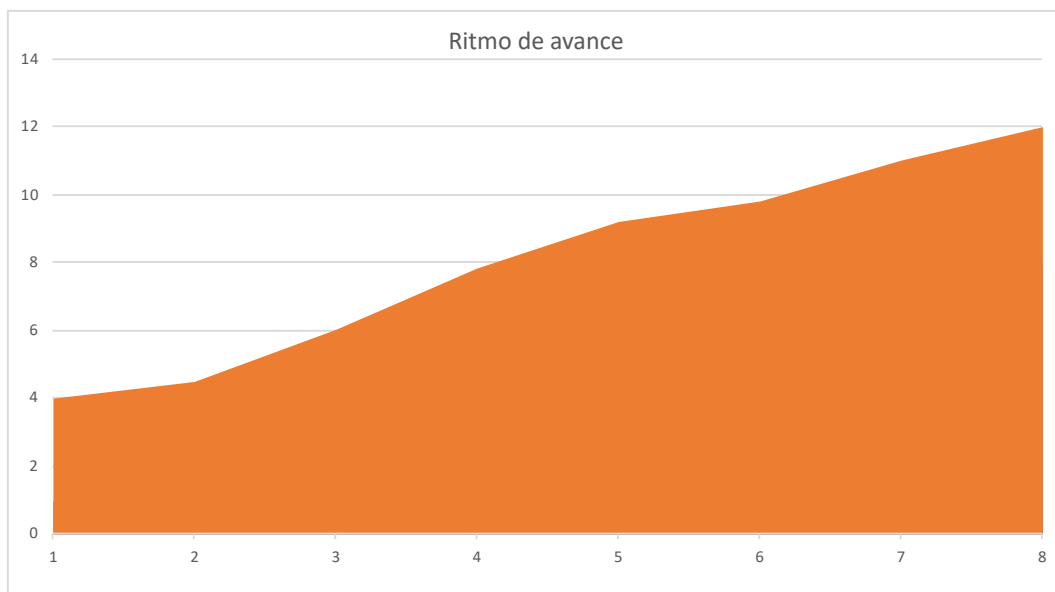


Figura 2. Ritmo de Avance recomendado para una UEA de ocho Unidades.

Debemos considerar que las y los alumnos no tienen la misma disposición para el estudio y aprendizaje de un curso, tienen diferente forma y estilo de aprender y además, existen varios factores que influyen en el aprendizaje, tales como los conocimientos previos (información admitida y elaborada), hábitos de estudio, problemas personales, motivación, gustos, creencias, entre otros. Si queremos que aprendan todos los objetivos de aprendizaje que les hemos fijado, debemos tratarlos en forma diferente. Acerca de este punto existen los estudios del pedagogo suizo Perrenoud (2007), quien ha trabajado exitosamente la pedagogía diferenciada, y en los que muestra que es necesario *moverse del espacio de aprendizaje grupal al espacio de aprendizaje individual*, lo cual tiene muchas ventajas.

Las alumnas y los alumnos en esta modalidad presentan una evaluación cuando quieren y cuando pueden. En un curso con metodología de *Aprendizaje Individualizado*, el tiempo es variable y la eficacia es constante mientras que en un curso tradicional, el ritmo lo marca la o el profesor, el tiempo es fijo y la eficiencia es variable.

La oportunidad que tiene cada alumna y alumno de avanzar a su propio ritmo trae como consecuencia que, en un momento dado, se estén estudiando temas diferentes y resulta imposible para la profesora y el profesor “dar clases”. El manejo personal del tiempo es una característica del *Aprendizaje Individualizado* que la o el alumno debe saber utilizar.

Excelencia en el aprendizaje

Esta es otra de las características que define la metodología del *Aprendizaje Individualizado*, no es que sea el único sistema que lo utiliza pero si es el único que lo utiliza en combinación con las otras características. Así que podemos ir afinando la definición de esta metodología al decir que es un sistema personalizado y semipresencial de excelencia en donde la red conceptual define la profundidad.

El *Aprendizaje Individualizado* exige que las y los alumnos aprueben una Unidad antes de continuar con la siguiente; “aprobar” significa que se responda correctamente las preguntas de la Unidad, con el porcentaje que la o el profesor definió previamente. Este porcentaje varía dependiendo de la materia y de la forma en que se haya desglosado el curso. La o el alumno tiene que aprobar todas las Unidades del curso y en este caso, se puede decir que alcanzaron el nivel de “excelencia”. Relacionado con esto último, aclaremos que no se propone que la o el profesor establezca el nivel de excelencia, más arriba o más abajo de lo establecido en el mismo curso en



modalidad tradicional. Se debe cuidar de que los objetivos de aprendizaje del curso estén en concordancia con los que se utilizan en el sistema tradicional de enseñanza, pues de otro modo estaríamos poniendo en desventaja a las o los alumnos que se preparan mediante la metodología de *Aprendizaje Individualizado*, ya sea por defecto o por exceso. En el primer caso, cualquier alumna o alumno tendría el nivel de excelencia y en el segundo, nadie aprobaría.

Enseñamos a no conformarse con menos de lo que puede lograr si se esfuerza lo necesario. Anteriormente se dijo que la alumna o el alumno determina la fecha de su evaluación, a esto añadimos que en caso de que no alcance el nivel de excelencia, entonces debe repetirla hasta que demuestre que lo ha logrado. Hay quienes presentan dos veces una evaluación y en algunos casos excepcionales, llegan a necesitar tres oportunidades. Esto se postuló en los primeros cursos del *Aprendizaje Individualizado* en una frase “*La ignorancia se acumula*” ya que cuando se avanza en un curso y van quedando lagunas, se alcanza un punto crítico en el que ya no se puede avanzar porque no se entienden los nuevos conceptos.

Al inicio del curso es cuando las o los alumnos requieren más oportunidades para aprobar la evaluación y alcanzar los objetivos de aprendizaje y habilidades establecidos, y conforme avanzan en las Unidades solicitan menos oportunidades y requieren menos tiempo para aprobar con excelencia.

Exposición y otros recursos

En el método de *Aprendizaje Individualizado* las clases son asesorías y se restringen a ser vehículos motivacionales, como pláticas que dan una panorámica de lo que trata la Unidad, las partes interesantes del curso y su utilidad en la licenciatura. No es la clase tradicional en donde se aprenden los conceptos. Usualmente estas pláticas que las o los alumnos tienen al inicio de las asesorías, muestran la relación del curso con otros cursos y con la licenciatura que se estudia y para ello se utilizan recursos como videos de YouTube y/o artículos de revistas de acceso libre. También se pueden establecer algunos vehículos de motivación, tales como asistencia a conferencias, películas, discusiones de grupo, visitas a industrias o centros de trabajo, videos, páginas web, podcast o cualquier otro medio de comunicación que pueda facilitar el aprendizaje.

Con la Plataforma de apoyo para el aprendizaje se pueden crear *Foros* que pueden ser visitados por las y los alumnos para dejar preguntas y comentarios. En una conferencia motivacional se expone la panorámica del curso y problemas actuales de interés para las y los alumnos de la Licenciatura, intentamos que la presentación los motive a seguir adelante y vean la utilidad de los conceptos, técnicas, análisis y leyes que en un momento dado pueden parecer desconectadas de problemas reales.

Desglose del Curso en pequeñas Unidades

Para verificar que realmente se está logrando aprender todo el material del curso con un *nivel de excelencia*, es necesario evaluar todos los objetivos de aprendizaje. En esta metodología, se desglosa el contenido del curso en pequeñas Unidades de aprendizaje, la teoría de la carga cognoscitiva está muy desarrollada y se basa en la teoría del *Procesamiento de la Información*, en la que además se postula que la información se almacena en la memoria a largo plazo después de haber sido procesada en la memoria a corto plazo, donde podemos trabajar sólo con pocas unidades de información de acuerdo con Cooper (1998). En los primeros cursos semestrales que se impartieron bajo esta modalidad se llegaron a utilizar hasta treinta Unidades, lo que es un número alto ya que cada una de ellas implica actividades, cumplimiento de objetivos de aprendizaje, realización de autoevaluaciones y evaluación. Considerando lo anterior y debido a que en la UAM-Azcapotzalco, los ciclos de estudio son trimestrales se proponen entre seis a diez Unidades a desarrollar para alcanzar un aprendizaje significativo de los contenidos. En la teoría cognoscitivista que se ocupa de la formación de conceptos y la naturaleza de la comprensión humana en Ausubel (1987), se establecen las ventajas de las Unidades de aprendizaje en términos del dominio del conocimiento individual.



Las Unidades contienen una pequeña parte de los objetivos⁵ del curso. En términos generales, la experiencia ha demostrado que deben contener una cantidad de conceptos equivalentes a lo que se acostumbra cubrir en una o máximo dos semanas de clases, en el sistema tradicional. Otros investigadores como Boloudakis y colaboradores (2018), han desarrollado incluso metodologías y software para diseñar Unidades de aprendizaje.

Sin importar el número de Unidades en un ciclo escolar, todas se deben de evaluar una a una debido a que, como se dijo anteriormente, si no se aprueba una, no se puede continuar con la siguiente Unidad. Si el trabajo realizado muestra que la o el alumno ha alcanzado los objetivos de aprendizaje de todas las Unidades con el *nivel de excelencia* requerido por la o el profesor, entonces se aprobará el curso. En caso contrario (no importa cuánto le falte) no aprobará.

Existen además dos elementos que la experiencia y la psicología nos dicen que son importantes: el aprendizaje se debe plantear desde una panorámica para saber en qué estamos trabajando pero el avance se realiza en pequeñas Unidades, la motivación que se logra al aprobar las primeras Unidades aumenta al aprobarlas fácil y rápidamente, para lo cual no tienen por qué ser fáciles, sino cortas para que la o el alumno las pueda dominar y aprobar en poco tiempo (Sweller, 1998).

Es interesante notar que en el *Aprendizaje Individualizado* se intenta *cambiar la mentalidad*. Esto es más que cambiar el formato de aprendizaje, pues esta metodología exige que el contenido se aprenda fuera de clase (autoaprendizaje), para poder llegar a la asesoría y presentar dudas y discutir apropiadamente. Las y los alumnos deben ir detectando los cambios en sus conocimientos y sus dudas sobre los conceptos fundamentales, para lo cual se requiere en primer lugar que quieran responsabilizarse de su aprendizaje, éste es un elemento fundamental presente en las teorías pedagógicas de aprendizaje de los adultos, pues usualmente el proceso de aprendizaje es un deseo y no es impuesto por otra persona. En los cursos de capacitación laboral, para adultos, hay un estímulo que tendrá repercusiones en el salario o en la permanencia en el puesto; en el *Aprendizaje Individualizado* sería aprobar una Unidad.

Es necesario aprovechar la primera sesión para explicarle a las y los alumnos las razones para estar o no en un sistema como éste. Las ventajas de desarrollar la habilidad del autoaprendizaje, primero guiado y después auto organizado. Si logramos que la o el alumno reflexione y se convenza de las bondades de responsabilizarse de su aprendizaje es muy probable que se convenzan de las virtudes del *Aprendizaje Individualizado* y habrá disposición a seguir las Guías de Estudio.

La o el profesor debe ser el primer convencido de las bondades de esta metodología y de las ventajas que aporta al alumnado. Por otro lado, la experiencia en el SAI de la UAM-Azcapotzalco nos dice que la mayoría de las y los profesores que participan, opinan que es una buena idea que las y los alumnos experimenten por lo menos un curso en este *Sistema de Aprendizaje Individualizado*. Una vez descritas las características del *Aprendizaje Individualizado* consideramos pertinente hacer una comparación entre las metodologías del *Aprendizaje Individualizado* y el *Sistema Tradicional*, esto se muestra en la Tabla 1, así podemos visualizar las diferencias entre estas dos modalidades.

La forma de trabajo en el *Aprendizaje Individualizado* se parece más a cómo funciona una alumna o un alumno que usa internet: textos cortos y no largos para obtener la información necesaria para resolver los problemas a los que se enfrenta, ¿una estrategia de *problem solving* (resolución de problemas, en inglés) debería incluir como encontrar cosas en internet? Aunque no sabemos a ciencia cierta la respuesta a esta pregunta, lo que sí sabemos es que está ocurriendo y parece que no debemos perder la capacidad de analizar un problema porque siempre hay alguien que lo resuelve y al que debemos copiarlo. ¿Podremos ser ese alguien al que copian? Tal vez, pero por eso hay que utilizar al máximo las capacidades que ya traen las y los alumnos. Y este último punto se debe de considerar en el *Aprendizaje Individualizado*, debido a que les permite avanzar al ritmo que deseen.

5 En la siguiente Unidad vamos a detallar lo que comprendemos por *objetivos de aprendizaje*.



Tabla 1. Comparación de características del Aprendizaje Individualizado y el Sistema tradicional.

Sistema “tradicional”	Aprendizaje Individualizado
No requiere presentación, las o los alumnos ya conocen bien, las reglas principales y la forma de tener un buen rendimiento. Funciona muy bien con casi todas las alumnas y todos los alumnos.	En la primera sesión se explica a las y los alumnos la metodología. Dado que hay quienes no desean seguir un curso con estas características, es necesaria una inducción que los ayude a tomar la decisión.
La profesora o el profesor indica la cantidad, la profundidad y la calendarización del contenido del curso y las instrucciones a seguir. Se dosifica en cada sesión la cantidad de información que recibe y aprende la alumna o el alumno.	La profesora o el profesor entrega al alumnado, desde el inicio, una Guía de estudio que incluye: las Unidades en que se ha desglosado el curso indicando objetivos, actividades, autoevaluación y tiempo sugerido para terminar cada Unidad, los materiales de estudio, claramente definidos y localizados, y un cronograma de actividades.
La profesora o el profesor da su clase al frente del grupo, usando diversos recursos. En cada clase la o el alumno se entera del contenido que debe dominar. La asistencia, en algunos casos, es un requisito y puede ser tomada en cuenta para la evaluación ya que el conocimiento se “adquiere” durante la clase.	La alumna o el alumno debe: leer, analizar y estudiar por su cuenta el contenido. El papel de la profesora y el profesor es resolver dudas y ser guía. Cada alumna o alumno avanza a su propio ritmo y administra su tiempo para cubrir todo el contenido del curso dentro del tiempo requerido.
La profesora o el profesor es la fuente del conocimiento, ya filtrado con una vía directa y rápida al conocimiento. El texto abarca mucho más de lo que las y los profesores exponen quienes saben de antemano qué secciones se pueden pasar por alto. Los materiales, tanto de la biblioteca como de internet, son un complemento al conocimiento.	La profesora o el profesor no es la fuente del conocimiento. Los materiales del curso, el material de apoyo, los ejercicios, la bibliografía y URL's se encuentran a disposición de la alumna y el alumno, todo el tiempo y en la Guía de estudio se detallan los aspectos que deben dominar. La o el profesor lo guían y asesoran.
Los exámenes son en la misma fecha para todas y todos y, sin importar el resultado, aprobado o reprobado, se continúa con los nuevos contenidos del curso. Esto hace que las y los alumnos menos independientes no tengan un aliciente para continuar.	La alumna o el alumno decide cuando esté listo para presentar el examen. Usualmente realiza una autoevaluación para saber si ya puede examinarse. Debe aprobar el examen y en caso contrario, deberá volver a presentarlo.
La profesora o el profesor califica el examen y comunica el resultado días después. Quienes no estudiaron, no tienen nada que justificar. Existe una sana competencia entre las y los alumnos que impulsa a que se avance más rápidamente.	La profesora o el profesor califica el examen en presencia de la alumna o el alumno, quien recibe retroalimentación inmediata sobre su desempeño. En caso de reprobar, se les asignan ejercicios para poder volver a presentar su examen.
Los exámenes son reservados, se pueden conseguir subrepticamente exámenes de otros trimestres con compañeras y compañeros más avanzados.	La profesora o el profesor entrega muestras de exámenes de otros trimestres para que el alumnado conozca el tipo de problemas que se resuelven usualmente. Los que presentará la o el alumno serán diferentes.
Lo que la profesora o el profesor expone es lo que se aprende. El vínculo que se establece es de dependencia, pues la o el profesor es quien conoce el contenido del curso y los aspectos que se van a detallar. Es un vínculo conocimiento-ignorancia.	La profesora o el profesor dialoga con el alumnado para guiarlo en la resolución de dudas y aclarar los puntos “finos” de la teoría. Es una relación de alguien que intenta aprender por sí mismo con un guía docente. No se establece un vínculo conocimiento-ignorancia.

Un punto más para resaltar es que la retroalimentación a la alumna y el alumno es fundamental y además, debe ser positiva por lo que realizamos algunos comentarios al respecto:



Retroalimentación positiva

La retroalimentación positiva estará presente a lo largo de todo el proceso, motivando a la alumna o el alumno a continuar siempre, a pesar de los pequeños tropiezos que tenga. Por ejemplo, si llegara a reprobar una evaluación, habría que señalarles cuáles fueron sus errores y explicárselos en ese momento, con la finalidad de que recapacite en el error cometido y comprenda que no vale la pena preocuparse, sino ocuparse en estudiar de forma óptima.

Autoevaluación

1. Explicar el origen de la metodología *Aprendizaje Individualizado*.
2. Describir al menos tres características del *Aprendizaje Individualizado*.
3. Describir cuáles son las principales ventajas de esta metodología de aprendizaje.
4. Describir cuáles son las principales desventajas de esta metodología de aprendizaje.
5. Describir tres diferencias entre el *Aprendizaje Individualizado* y el *Sistema tradicional*.
6. Explicar cómo las preguntas de las y los alumnos determinan la extensión y profundidad de la asesoría.
7. Discutir sobre los factores que han promovido la aceptación de los sistemas de aprendizaje a distancia en comunidades universitarias.

REFERENCIAS

Ausubel (1987). *Psicología, un punto de vista cognoscitivista*. Trillas. México.

Boloudakis, M., Retalis, S., & Psaromiligkos, Y. (2018). Training Novice teachers to design moodle-based units of learning using a CADMOS-enabled learning design sprint. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1059–1076. <https://doi.org/10.1111/bjet.12678>

Cooper, G. (1998). *Research into cognitive load theory and instructional design at UNSW*.: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.470.3428&rep=rep1&type=pdf>

Dockterman, D. (2018). Insights of 200+ years of personalized learning. *Nature Partner Journals. science Education*, 15.1-6

Keller, F. (1968). "Good-bye, teacher..". *Journal of applied behavior analysis*. 1(1), 79–89. Recuperado el 9 de julio de 2020 en <https://doi.org/10.1901/jaba>.

Kim, D., Jung, E., Yoon, M., Chang, Y., Park, S., Kim, D., & Demir, F. (2021). Exploring the structural relationships between course design factors, learner commitment, self-directed learning, and intentions for further learning in a self-paced MOOC. *Computers & Education*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104171>

Kirschner, P., Sweller, J., Clarke, E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of Constructivist, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*. 41, (2), 75-86.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: a user's manual*. Prentice Hall. p. 10

Mercenario, G. y Navarro, G. (2006). Una estimación Tobit del uso del tiempo por los estudiantes universitarios. *Estudios de Economía Aplicada*, 24(6), 335-360.

Perrenoud, P. (2007). *Pedagogía diferenciada: de las intenciones a la acción*. Popular, Madrid.



Qunyan, M. (2021). Fostering Group Autonomy Through Collaborative Learning in an Online Environment. *Studies in Self-Access Learning Journal*, 12(1), 79–91. <https://doi.org/10.37237/120106>

Serres, M. (2017). Pulgarcita. México, FCE, Tezontle.

Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.



UNIDAD 3

DISEÑO DE UN CURSO EN EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

OBJETIVO

Aplicar los principios del *Aprendizaje Individualizado* para el diseño del Esquema General de un Curso (EGC).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los factores a considerar en el diseño de un curso en el *Aprendizaje Individualizado*.
- Describir las ventajas de diseñar un curso aplicando la metodología del *Aprendizaje Individualizado*.
- Explicar el Esquema General de un Curso (EGC) usando la metodología del *Aprendizaje Individualizado*.
- Aplicar la metodología aprendida para elaborar el EGC.

Actividades

1. Leer el material de estudio correspondiente a esta Unidad: "Elementos para el diseño del EGC".
2. Realizar la actividad detallada en la autoevaluación, en caso de que no se sienta segura o seguro de sus respuestas, revise nuevamente el material. Después solicite realizar la evaluación de la Unidad.

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DEL EGC

Introducción

Para diseñar un curso usualmente se utiliza el diseño instruccional, que tiene por objetivo sistematizar el contenido de un curso para obtener un mejor aprendizaje del alumnado y no tanto para que la o el profesor lo pueda enseñar mejor. El diseño instruccional es muy variado debido a que depende de la teoría de aprendizaje en que está basado, el diseño que se presenta aquí es con base en los principios de la enseñanza individualizada y en la experiencia de las y los profesores del SAI de la UAM-Azcapotzalco. Este diseño se muestra a continuación para un curso con la metodología del *Aprendizaje Individualizado* utilizando una herramienta denominada *Esquema General del Curso* (EGC).

Este esquema se realiza tomando en consideración que la fuente de conocimiento no es la o el profesor, por lo que en este sistema de estudio no hay clases en donde se expone el conocimiento por lo que a la alumna y el alumno le surgen naturalmente las siguientes preguntas: ¿Dónde voy a obtener el conocimiento? ¿Cómo voy a aprender? La respuesta es que la o el profesor está obligado a preparar una Guía de estudio por escrito para detallar el contenido del curso y en dónde puede aprenderse.

La base puede ser un texto impreso o texto virtual, apuntes de la profesora o el profesor, textos de otras y otros profesores, antologías especialmente preparadas para el curso, videos de puntos específicos o resolución de problemas, videos incluso en otro idioma para que se continúe con la preparación idiomática, software y aplicaciones (apps) accesibles que resultan excelentes complementos para el curso. También se pueden utilizar los screencasters y presentaciones con asistencia de video que se utilizan mucho para exposiciones panorámicas, películas y animaciones de diversos temas cuyo uso es simple a través de una URL, recursos digitales y tradicionales que se pueden utilizar para que la alumna o el alumno pueda adquirir el conocimiento, como los repositorios de revistas, libros y artículos de acceso libre. Sin embargo, aquí es muy importante hacerles ver el respeto a los derechos de propiedad intelectual.



Es necesario dejar en claro que la clase con la profesora o el profesor no es el único lugar en donde pueden aprender; confirmar este simple hecho es de gran ayuda para sus estudios. El tiempo empleado en explicar estas características es importante.

Elementos para el diseño

Al escribir una guía para un curso se utilizan los principios de aprendizaje, algunos autores como Gagné, Briggs y Wager (1992) tienen metodologías para el diseño de cursos que se pueden consultar si se desea profundizar en este aspecto. En general, se puede decir que todos los autores independientemente de su filiación conductista, cognoscitiva o constructivista buscan aclarar varios aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje: ¿Cuál es la finalidad del curso? ¿Cuál es el contenido del curso? ¿Se divide en temas o se estudia todo como un continuo? ¿Cuáles son los materiales que se utilizarán? Y otros aspectos que enunciamos más adelante, se aclaran en el diseño general tomando como ejemplo un curso del SAI.

Los elementos en los que se basa el diseño del curso son:

1. Escribir claramente los objetivos de aprendizaje en cada Unidad.
2. Determinar el contenido y los alcances del curso.
3. Dividir el contenido del curso en pequeñas Unidades.
4. Establecer los tiempos de estudio.
5. Establecer los medios de comunicación con las alumnas y los alumnos.

Los cuales se detallan a continuación.

1. Describir claramente los objetivos de aprendizaje en cada Unidad.

El enunciado de los objetivos es muy discutido entre las y los profesores universitarios, hay quienes piensan que los objetivos conductuales están más ligados a la repetición e instrucción sin comprensión más que al aprendizaje conceptual crítico o al aprendizaje significativo. Por otro lado, enunciar claramente lo que se desea obtener ha mostrado sus bondades, orienta a las y los profesores así como a las y los alumnos para saber qué es lo que se espera en un determinado curso.

Una crítica usual a los objetivos de aprendizaje es que las palabras empleadas en los mismos tienen un significado para la o el profesor y otro (tal vez incomprensible) para el alumnado pero sin duda, es conveniente que la o el alumno conozca el objetivo y al finalizar el estudio de la Unidad logre, si lo hizo correctamente, comprender los términos completamente. Es importante redactarlos lo más claro posible, aunque se sale del alcance de este texto la redacción de objetivos se puede recomendar que inicialmente cada profesora y profesor retome los objetivos o metas que se han plasmado en el plan del curso y trate de analizarlos y redactarlos para que cada Unidad tenga los suyos. Básicamente un objetivo de aprendizaje debe ser medible con referencia a lo que las y los alumnos son capaces de lograr y cuáles conceptos comprenden y jerarquizan al final del curso o la Unidad.

No se van a discutir los objetivos de aprendizaje desde un punto de vista taxonómico, incluso las academias de docentes en las universidades usualmente no lo discuten, lo que se debe hacer es que un conjunto de profesoras y profesores elabore preguntas, problemas y actividades que serán sometidos al escrutinio docente, en particular, para ser aprobados como preguntas válidas y de nivel adecuado para las evaluaciones de las y los alumnos. De tal manera que, aunque una profesora o un profesor no enuncie un objetivo de aprendizaje con todas las características que se pueden especificar como por ejemplo el destinatario, la conducta esperada, el tiempo y especificaciones de aprobación, sí es importante que enuncie los objetivos de tal manera que pueda transmitir a las y los alumnos lo que se espera de ellos.



Una forma que se ha utilizado para especificarlos, que no es ortodoxa, pero ayuda a la comprensión de los objetivos es la de establecer objetivos genéricos y ejemplificarlos con ayuda de preguntas de un libro de texto o preguntas de exámenes anteriores.

2. Establecer claramente el contenido y alcances del curso.

Cada curso es distinto y aunque el nombre del mismo le da una indicación al alumnado sobre el contenido y alcance, no están completamente claros hasta que se inscriben. Debe quedar patente lo que se va a trabajar en el curso, tanto para la o el profesor como para quien lo cursa. Recordemos que no es posible enunciar los objetivos de aprendizaje si no se conoce el contenido que se debe dominar y tampoco se podría tener una idea completa del curso si no se detalla el contenido, pero lo más importante para el diseño es que para dividirlo en Unidades pequeñas con objetivos de aprendizaje específicos es necesario describir el contenido con más detalle. En un programa específico, existen contenidos que son esenciales para desarrollarse profesionalmente o para continuar con éxito sus estudios y otros, aunque son interesantes, no son indispensables, sino extracurriculares.

Lo anterior lo debe de tomar muy en cuenta la o el profesor para reflexionar acerca de cuáles contenidos se van a evaluar y cuáles no. Por ello, es necesario establecer el objetivo general del curso -si es una que se está proponiendo en algún plan de estudios- o conocer el objetivo general detallado en el programa del curso.

3. Dividir el contenido del curso en pequeñas Unidades.

La psicología cognoscitiva postula las bondades de desglosar el curso en pequeñas Unidades, éstas deben poder ser estudiadas en corto tiempo y con objetivos de aprendizaje concretos de tal manera que el alumnado los pueda dominar en el tiempo propuesto. Por ejemplo, para un curso trimestral proponemos que el contenido se divida entre seis y nueve unidades de estudio.

A cada Unidad se le debe asignar un número y se debe verificar que cubran la totalidad del curso. Se debe de tener mucho cuidado que la partición del curso en pequeñas Unidades no genere bloques de conocimiento "aislados", sin relevancia o difícilmente sin conexión con el resto del contenido.

Es aconsejable que el número de Unidades sea tal, que la mayoría del alumnado pueda concluir las en un trimestre trabajando a un ritmo normal, considerando inclusive una Unidad de repaso o una Unidad integradora. En el SAI, algunos cursos presentan un número total de Unidades (de aprendizaje y de repaso) similar al número de semanas del periodo escolar. Este no es un buen parámetro porque las y los alumnos del SAI no asisten a todas las sesiones del curso. La asistencia disminuye en las semanas que usualmente se realizan exámenes en los cursos tradicionales. Un número conveniente de Unidades varía entre seis y ocho.

Si las Unidades son pequeñas en extensión serán fácilmente evaluables y para la o el alumno será más fácil volverlas a estudiar si llegara a repetir la evaluación. También, se deberá incluir en cada Unidad, citas bibliográficas adecuadas (libros de texto o de consulta, apuntes, revistas, etc.) para garantizar que se pueda llevar a cabo el aprendizaje. Como este es un EGC no es necesario dar todos los detalles, sino los más importantes, que se expondrán en cada Unidad.

Finalmente se debe de aclarar que si bien con frecuencia, el contenido general de un curso ha sido fijado previamente, la o el profesor con auténtico dominio del mismo, con conocimientos de lo que es el proceso de enseñanza-aprendizaje y con la visión integral del currículum, es quien, en última instancia, es el responsable de decidir qué conocimientos específicos, habilidades y conductas responden al objetivo aprendizaje del curso. Bajo este enfoque, es posible que aquel material que sólo se utiliza en la enseñanza por tradición no resista este análisis y sea desechado por irrelevante.



Un aspecto que ha demostrado ser de importancia en el establecimiento de las Unidades es el comenzar suavemente un curso. Hay que observar la lista de Unidades y cerciorarse que se ha dividido el material de tal forma que el curso se inicie con sutileza y empiece a tomar fuerza paulatinamente. El éxito de la alumna o el alumno en la primera Unidad es motivante y lo estimula a continuar con la segunda Unidad y así sucesivamente. Una opción que siguen las y los profesores es que a la primera Unidad se le asignan más sesiones, ya que la o el alumno está reconociendo el terreno y se tiene que acostumbrar a las características del curso y de la o el profesor.

Estudiar por sí mismo es difícil y se sabe que la deserción es grande si no hay motivación constante. La primera Unidad debe ser relativamente sencilla, aunque no trivial. Un contraejemplo es el siguiente: en un curso del SAI, en una ocasión, se presentó como Unidad 1 ¡Todo el contenido del curso anterior! El profesor argumentó que las y los alumnos lo debería dominar y que era un repaso. Aquí se aplicó la regla contraria de iniciar suavemente y motivar al alumnado a seguir. Se debe revisar el contenido de la primera Unidad y si no es menor que el de las demás, redúzcala para que lo sea o bien asígnele más tiempo. Al inicio es mucho mejor trabajar en una zona donde las y los alumnos tengan que realizar un pequeño esfuerzo para aprobar, que en una zona en donde realicen nulo esfuerzo o que, por el contrario, el esfuerzo sea tan grande que deserten del curso.

4. Establecer los tiempos de estudio.

Una vez que se ha logrado establecer un objetivo y desglosar el curso en Unidades, se tiene la posibilidad de asignarle un tiempo máximo disponible si la o el alumno desea terminar, por ejemplo, en 12 semanas, tomando en cuenta contenido, material a estudiar, problemas y actividades complementarias como ver un video o resolver ejercicios. De este modo se puede señalar un cierto nivel de profundidad del material a estudiar. Por ejemplo, si se va a utilizar un libro de texto, en cada Unidad se deben de indicar las páginas a consultar para alcanzar el objetivo de aprendizaje, especificando secciones sin ir más allá en esta etapa. También se deberá establecer la correspondencia entre Unidad, objetivo, tiempo y material de estudio.

El tiempo, al usar la metodología de *Aprendizaje Individualizado* es importante porque el alumnado debe aprender el contenido dentro del tiempo establecido y porque si conoce la distribución de tiempo puede organizar sus actividades para optimizar el aprovechamiento y alcanzar la meta.

5. Establecer los medios de comunicación con la o el alumno.

La comunicación que se establece con la o el profesor puede establecerse a través de varios canales: correo electrónico, WhatsApp, Facebook, mensajería de aula virtual, entre otros. La o el profesor debe estar atento a los medios que más utilizan las y los alumnos para establecer comunicación rápidamente. En 1970, la Open University estableció como estándar que el tiempo de respuesta para dar retroalimentación al alumnado de enseñanza a distancia no debía sobrepasar las 24 horas, llevándose a cabo por teléfono o incluso por correo postal. En la actualidad con las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) se puede reducir este tiempo a pocas horas e incluso minutos; cada profesora o profesor tiene su estándar y al usar la metodología del *Aprendizaje Individualizado* debe de procurar que sea lo más rápido posible porque en esta modalidad es importante mantener el interés de las y los alumnos dándoles la atención correcta que los motive y evite la deserción. En modalidad a distancia, la alumna y el alumno al que se le da respuesta a sus preguntas en menos de 12 horas y se le da seguimiento a su desarrollo con mensajes de análisis de su desempeño, tiene menos probabilidades de desertar que si su retroalimentación fuera lenta. Desde luego que no dar retroalimentación es una forma segura de aumentar la deserción.

Reglas generales para elaborar el esquema general del curso

El EGC es el instrumento en el que se plasma la planificación de su curso, y sirve de guía para elaborar las Unidades, que son el material fundamental con que contará la o el alumno para planear y lograr su aprendizaje. En el EGC, se



debe de utilizar un lenguaje claro que le permita recordar en cualquier momento lo que describe, incluso hay que considerar que cualquier profesora o profesor puede leer este material y le debe significar lo mismo. Este EGC lo puede tener la o el alumno como parte del material que recibirá si la o el profesor lo considera necesario, pero se le debe de explicar que el EGC es una panorámica del curso, no es el material de consulta diaria. Es como la primera toma de un filme en el que el director nos sitúa, para orientarnos en el desarrollo de la trama. Aquí se deben de indicar claramente los cambios de temas a través de indicaciones explícitas o por medios tipográficos.

Al estructurar el esquema, se debe proveer los medios para que se logre el aprendizaje. El aprendizaje es entre otras cosas una función de un repaso a intervalos apropiados. Por esta razón es conveniente, aunque no obligatorio, utilizar Unidades de repaso. Si el material está relacionado íntimamente y la segunda Unidad requiere y usa el material de la primera, el repaso es automático. Usted determinará de acuerdo con la naturaleza de su curso si se requieren Unidades de repaso. Algunas veces se prefiere hacer sólo una de ellas al final y se denomina Unidad de integración. La Unidad de integración tiene la función de mostrar el curso como un todo y demostrar la interconexión entre las diferentes Unidades.

Como se dijo anteriormente, en los cursos usando la metodología del *Aprendizaje Individualizado*, la comunicación oral, las experiencias personales de la o el profesor o el análisis de distintos puntos de vista se transmiten mejor con base en la interacción personal. Algunas veces es difícil, ya que las o los alumnos toman el curso como un aprendizaje combinado (*b-learning*, por sus siglas en inglés) en donde acuden poco con la o el profesor y prefieren las actividades de aprendizaje en línea u optan por asistir sólo a presentar evaluaciones, incluso se puede pedir la autoevaluación por escrito. En ambos casos y preferentemente en el último, el detallar el contenido de la Unidad jugará un papel muy importante para marcar el ritmo a la alumna y el alumno. El curso se debe apoyar en textos, videos ya sea propios o realizados por otras personas, si están en inglés recomendar la traducción automática, páginas web o con la plataforma para trabajar a distancia. Se debe de considerar que la solución de tareas o cuestionarios en el aula virtual o incluso la solución de evaluaciones a distancia son importantes. Las tareas específicas se enunciarán en la Unidad respectiva. Después de haber comprendido la secuencia anterior, en la Tabla 2 se muestra un ejemplo de un EGC como referencia, para un plan trimestral, en la UAM-Azcapotzalco.

Tabla 2. Esquema General del Curso (EGC) SAI de Introducción a la electrostática y Magnetostática que se imparte en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.

Nombre e identificación del curso	Introducción a la electrostática y Magnetostática Clave de UEA 1111083
Tiempo de estudio en semanas. Estos tiempos corresponden a los tiempos máximos de estudio, para terminar en tiempo con el trimestre. Hay alumnas y alumnos que lo terminan antes y otros después.	12 semanas, 60 días, 36 sesiones de trabajo que corresponden a las 33 clases presenciales en 11 semanas más una semana de evaluación.
Libro de texto / Apuntes / Material de estudio.	Introducción a la electrostática y Magnetostática con estrategias para resolver Problemas. Pérez R. A., Bastien, M.G. M., Becerril, H.H.S., Rodríguez, S.A. 1ª ed. UAM, México, 2021. Este texto será abreviado como Texto IEM y se incluye en el material del curso. Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young H. D., Freedman R. A., Física Universitaria, Vol. 2, 13ª edición, Pearson Ed., México 2015.



Objetivo general	Resolver problemas relativos a situaciones en las que intervienen los conceptos de carga eléctrica, de campos eléctricos y magnéticos y de circuitos simples que incluyan resistores y capacitores.
Temas generales de estudio / programa sintético	<ol style="list-style-type: none"> 1. Campo eléctrico. 2. Potencial eléctrico. 3. Capacitancia. 4. Corriente eléctrica. 5. Campo magnético
Unidades de estudio, semanas/sesiones.	El curso se dividió en 7 Unidades para su estudio.
<p>Unidad 1 Objetivos*:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer los aspectos fundamentales de la carga y conocer la Ley de Coulomb. • Calcular la fuerza eléctrica entre cargas puntuales y distribuciones simétricas. • Calcular el campo eléctrico para cargas puntuales y distribuciones continuas simétricas. <p>2 semanas (6 sesiones) *Tomados del programa analítico del curso..</p>	<p style="text-align: center;">FUERZA Y CAMPO ELÉCTRICOS</p> <p>Texto IEM: Capítulo 1, pp. 11-16 y pp. 30-41 Secciones: 1.1-1 a 1.1.3 1.2.1 a 1.2.4 y 1.3.1 a 1.3.5 Alternativamente Sears: Capítulo 21, pp. 792 a 803. Secciones 21.1 a 21.3:</p>
<p>Unidad 2 Establecer la Ley de Gauss y a través de ella calcular el campo eléctrico de cargas y distribuciones simétricas. 1.6 semanas (5 Sesiones)</p>	<p style="text-align: center;">LEY DE GAUSS</p> <p>Texto IEM: Capítulo 1 pp. 17-30 y 42-53. Secciones 1.2.5 a 1.2.8.9 Alternativamente Sears: Capítulo 22, de las secciones 22.1 a la 22.5, pp. 836-855.</p>
<p>Unidad 3 Determinar la relación del potencial eléctrico y la energía potencial eléctrica con el trabajo y el campo eléctrico 1.6 semanas (5 Sesiones)</p>	<p style="text-align: center;">POTENCIAL ELÉCTRICO</p> <p>Texto IEM: Capítulo 2 pp. 67-98 Secciones 2.1 2.2 y 2.3 Alternativamente Sears: Capítulo 23, de la sección 23.1 a la 23.4, específicamente dejar fuera la 23.5.</p>
<p>Unidad 4 Describir la capacidad de almacenar energía eléctrica.</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Determinar el potencial eléctrico debido a un conductor cargado. b) Definirá un condensador y su capacitancia. c) Calculará la capacitancia equivalente de condensadores combinados en serie y paralelo para un máximo de dos mallas. d) Calculará la energía almacenada en un condensador cargado. e) Calculará la capacitancia de un condensador con dieléctrico. <p>1.3 semanas (4 Sesiones)</p>	<p style="text-align: center;">CAPACITANCIA</p> <p>Texto IEM: Capítulo 3 pp. 99-132 Secciones 3.1 3.2 y 3.3 Alternativamente Sears: Capítulo 24 del texto. Secciones de la 24.1 a la 24.4.</p>



Unidad 5

Analizará el movimiento de cargas eléctricas en un medio conductor y el cambio de su energía potencial en un circuito eléctrico.

- Describirá el movimiento de los portadores de carga y definirá corriente eléctrica.
- Describirá la densidad de corriente.
- Analizará la resistencia eléctrica.
- Enunciará la Ley Ohm y la Ley de Joule y las aplicará en la solución de problemas sencillos.
- Analizará diferentes fuentes de energía eléctrica y definirá fuerza electromotriz.
- Analizará las reglas de Kirchhoff y las aplicará a la solución de circuitos simples de corriente continua, de no más de dos mallas.
- Resolverá circuitos eléctricos de no más de dos mallas que involucren resistencias eléctricas y condensadores.

1.3 semanas (4 Sesiones)

Unidad 6

Definir el campo magnético y la fuerza de Lorentz. Determinar la fuerza en una espira conductora.

- Introducirá el concepto de campo magnético.
- Esquematizará las líneas de campo magnético.
- Empleará la fuerza de Lorentz para explicar el comportamiento de una carga eléctrica dentro de un campo magnético.
- Calculará la fuerza magnética que experimenta una corriente eléctrica en presencia de un campo magnético y/o de otra corriente eléctrica.

1.6 semanas (5 Sesiones)

Unidad 7

Aplicará la ley de Biot Savart y la ley de Ampere.

- Enunciará la ley de Biot-Savart. Calculará el campo magnético producido por un alambre recto y anillo de corriente.
- Aplicará la ley de Biot-Savart. Calculará el campo magnético producido por un alambre recto y anillo de corriente.
- Enunciará la ley de Ampere.
- Calculará el campo magnético producido por un cilindro de longitud infinita, que lleva una corriente distribuida uniformemente

1.3 semanas (4 Sesiones)

Tiempo Máximo de estudio

CORRIENTE ELÉCTRICA

Texto IEM: Capítulo 4 pp. 133-164

Secciones: 4.1 4.2 y 4.3

[Alternativamente](#)

Sears: Capítulo 25. Secciones de la 25.1 a la 25.5. Exceptuando el 25.6 específicamente.

FUERZA MAGNÉTICA

Texto IEM: Capítulo 5 pp. 165-174.

Secciones: 5.1.1 a 5.1.9

[Alternativamente](#)

Sears: Capítulo 27, Secciones de la 27.1 a la 27.5, de las páginas 1,019 a la 1,035.

LEY DE AMPERE

Texto IEM: Capítulo 5 pp. 174-179 y 194-197

Secciones: 5-1-9 a 5-1-10

[Alternativamente](#)

Sears: Capítulo 27 de las secciones 27.6 a la 27.8

Total 11 semanas, 33 sesiones

El alumno dispone de 36 sesiones



Tres Conferencias-Resumen

En la **segunda sesión del curso:**

Naturaleza eléctrica de la materia. Fuerza eléctrica. Campo eléctrico. Ley de Gauss.

Décima sesión del curso:

Potencial eléctrico y Trabajo. Diferencia de Potencial. Capacitancia. Resistividad.

Vigésima segunda sesión:

Campo magnético.
Detección del campo magnético.
Fuerza sobre partículas cargadas en un alambre. Fuerza en un alambre.
Motor eléctrico.

Material de apoyo

27 videos del docente cuyas URL se indican en la página del curso en CAMVIA

Videos de Academia Kahn y otros profesores Facultad de Ciencias UNAM, MIT y UCLA, estos dos últimos con transcripción al español. Igualmente, las URL se indican en el aula virtual de CAMVIA

Cuestionarios en el aula virtual Cuestionarios de Google Classroom

Libro gratuito "La Montaña" de Física, Vol. 2. Este libro contiene aplicaciones novedosas y actuales del material que aquí se estudia. Se puede bajar con licencia GNU del sitio

<https://www.motionmountain.net/La-Montana-Del-Movimiento-Vol-I.pdf>

Comunicación

Foros del aula virtual

Correo electrónico

Sesiones de Google Meet / Presenciales

Con este EGC podemos desarrollar cada Unidad, es decir, el material que va a tener la o el alumno a su disposición y con el que va a preparar su evaluación. En el SAI, se tienen 33 sesiones de trabajo repartidas en once semanas y el alumnado, dispone además de la semana de exámenes globales para continuar con su estudio. Esta programación varía y cada profesora o profesor decide de acuerdo con su experiencia cuántas sesiones la o el alumno debe dedicar a: estudio, conferencias integradoras, asesoría, autoevaluación y evaluaciones. El SAI es un sistema semipresencial y el material se estudia fuera de la sesión de trabajo, por lo que la primera vez que se programa un curso se debe tener en cuenta las variaciones que se presenten a través del periodo lectivo que, como se mencionó en el caso de la UAM, es un trimestre.

Las y los profesores que han impartido cursos bajo el *Sistema de Aprendizaje Individualizado* no dudan en modificar cualquier sección del material que lo requiera, en cualquier momento. De igual forma, se eliminará el material que ha experimentado es superfluo. La meta en la modificación deberá ser siempre incrementar la claridad y la motivación hacia el aprendizaje.

Se puede decir que los aspectos del contenido han sido muy bien estudiados por el cognoscitismo y la teoría del procesamiento de la información, por ejemplo es conveniente conocer que David Ausubel, psicólogo cognoscitivista postuló que para mejorar la comprensión, no se debe olvidar que la o el alumno ya tiene, de antemano, cierto conocimiento y por ello también se pueden construir "puentes" para llegar al nuevo conocimiento y relacionar



de una manera significativa (no sólo memorística) los nuevos conceptos (Ausubel,1987). También propuso los resúmenes generales que se imparten previo al estudio detallado y que sirven como un sistema de referencia para comprender el conocimiento nuevo.

Un ejemplo de lo que significa “saber lo que se espera de uno” es que alrededor del mundo las y los alumnos tratan de conseguir evaluaciones de cursos anteriores para conocer el tipo de preguntas que van a responder, el nivel del curso o de alguna área en específico, la complejidad verbal o espacial, si son de opción múltiple o de desarrollo, etc. Así que ¿por qué no darles estas evaluaciones desde un principio? De esta manera les ahorramos tiempo y les ayudamos a entender claramente lo que se espera de ellos. La mayoría de las o los profesores del SAI cuenta con bancos de evaluaciones anteriores y los reparte libremente entre las y los alumnos para que no pierdan tiempo en conseguirlos. La buena profesora o el buen profesor es capaz de generar nuevas preguntas y problemas de evaluación en cada curso que imparte. Una de las características del SAI es que hace visible lo que en los cursos tradicionales no lo está y que es un tanto “reservado” a la profesora y el profesor; como las evaluaciones anteriores y no se está proponiendo que las nuevas evaluaciones deban consistir en modificar un número o utilizar un sinónimo en las evaluaciones anteriores. El EGC es la base para la elaboración de su guía SAI que se detallará en la siguiente Unidad.

Autoevaluación

Realice un bosquejo de lo que sería su Esquema General del Curso (EGC), es decir, divida su curso en pequeñas Unidades que se puedan estudiar en un plan trimestral y establezca objetivos para cada una de ellas.

REFERENCIAS

Ausubel (1987). Psicología: un punto de vista cognoscitivista. Trillas, México.

Gagné, R. M.; Briggs, L.J. and Wager, W.W. (1992). Principles of instructional design, 4a. ed. Forth Worth, Tx., Harcourt Brace J. College Publishers.



UNIDAD 4

DISEÑO DE UNA UNIDAD Y DE UNA GUÍA SAI

OBJETIVO

Desarrollar una Unidad SAI y la Guía SAI correspondiente, con base en el EGC elaborado.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar con sus propias palabras, qué es una Unidad de un curso SAI.
- Identificar las partes más importantes de la Unidad.
- Escribir una Unidad a partir del EGC.
- Escribir la Guía del curso correspondiente a una Unidad.

Actividades

1. Lea cuidadosamente el material de estudio “Desarrollo de una Unidad y Guía SAI” y el ejemplo anexo, “Primera Unidad de TERMODINÁMICA”.
2. Resuelva la autoevaluación de la Unidad. Si tiene dudas con alguna pregunta, repase nuevamente el material y vuelva a resolver la autoevaluación. En caso necesario, acuda con su asesor.
3. Realice el examen presencial y/o en línea. Si no aprueba, debe presentar de nueva cuenta una evaluación diferente, para asegurar que domina el material y que aprueba la Unidad con excelencia.

DESARROLLO DE UNA UNIDAD Y GUÍA SAI

Modelo del SAI

Para comprender cómo se debe desarrollar una Unidad es conveniente tener en cuenta, una vez más, la forma en que se enmarca este modelo de enseñanza-aprendizaje. En una sesión del SAI no se tiene una clase como en el modelo tradicional, sino que se discuten los conceptos que no se comprendieron cuando la o el alumno le dedicó tiempo a la lectura y posteriormente al análisis de ésta, que se hizo v. gr. fuera de la Universidad, la o el alumno la puede realizar en casa o donde desee y en el tiempo que decida. Las recomendaciones de la profesora o el profesor del SAI incluyen que antes de asistir a la sesión lea y analice el material para que llegue con dudas o a realizar su autoevaluación, no a obtener información. En este tipo de sesiones, no se trata de que la o el alumno llegue a escuchar por lo que la o el profesor cuida no dar la primera explicación, pues entonces el vínculo de dependencia no se romperá. En caso de que la o el alumno no tenga dudas, la profesora y el profesor le hace preguntas sobre lo que aprendió en los materiales, apoyos didácticos y material audiovisual (MAD), que se le haya proporcionado para ese contenido.

En el SAI, la o el profesor tiene la responsabilidad de guiar al alumnado para que rompa el vínculo de dependencia de forma eficiente, y esa es la base para escribir la unidad. Para diseñar una Unidad se debe hacer referencia al diseño instruccional. Utilizaremos el modelo de Gagné, Briggs y Wager (1992), que es de gran utilidad para explicitar una forma de escribir la Unidad. También es útil la información para diseñar guías en entornos abiertos de Tobón (2007).

Objetivo de la unidad

El fin de la Unidad es facilitar a la alumna y el alumno la respuesta para las siguientes cuestiones: cuáles conocimientos, con qué profundidad, en qué texto básico, en cuánto tiempo.



En primer lugar, se debe de tomar en cuenta el desglose del curso en diferentes Unidades, para un mejor aprovechamiento de los contenidos. En el caso de los cursos de Ingeniería, el desglose o partición en las diferentes UEA introductorias de Ingeniería han respondido a una partición clásica europea del siglo pasado y es la forma en que se escriben los capítulos en los libros de texto. La segmentación de los temas de un curso en el SAI resulta ser diferente a otros sistemas.

Las características dadas para este tipo de sistemas, por Keller y Sherman (1974), que se utilizan para elaborar la Unidad son:

- Enfatizar la comunicación escrita.
- Desglosar materiales o apoyos didácticos, material audiovisual, tradicionales y virtuales en Unidades de enseñanza-aprendizaje.
- Establecer objetivos claros.
- Establecer el tiempo de dedicación que una alumna o un alumno le debe de otorgar al estudio de un tema, con la finalidad de obtener un aprendizaje significativo.

De acuerdo a estos lineamientos se diseña una Unidad.

Estructura de una Unidad en SAI

El diseño de una Unidad está en función del desglose realizado, lo que tiene su fundamento en el principio psicológico de aprendizaje que indica que se aprende mejor si se va aprendiendo poco a poco sin perder el panorama general del curso. El desglose está fundamentado en la facilidad con la que la o el alumno puede comprender el material, como ya vimos en la Unidad anterior.

De acuerdo con lo anterior, para diseñar una Unidad utilizamos los siguientes elementos:

1. **Datos generales.** Lo primero que se muestra en la Unidad son los datos generales del curso: nombre completo de la o el profesor, nombre completo del curso, clave, nivel, etc.
2. **Objetivos de aprendizaje.** Es necesario explicar en qué consistirá el aprendizaje de la Unidad, es decir, cómo se determinará que se ha logrado el objetivo. Es necesario indicarles cómo debe mostrar su suficiencia, sea expresada en habilidades o conocimientos. Se busca encaminar a la alumna o el alumno en la dirección correcta en el tema de estudio en la Unidad e indicar los detalles que debe aprender, tales como definiciones, ecuaciones a utilizar, tipo de problemas a resolver, etc.
3. **Inducción.** Enseguida se encuentra la sección de inducción, bienvenida o motivación de la Unidad, la cual se puede realizar por diferentes vías. Su objetivo es crear en la o el alumno una inquietud por estudiar la Unidad y esto se puede lograr mediante algún ejemplo relacionado al tema, pero que cause curiosidad. También podrían utilizarse experiencias personales, alguna pregunta retadora, un ejemplo o alguna actividad que la o el alumno realice en ese momento y que le provoque o active su imaginación. Una característica es que debe ser breve y no distraiga del contenido principal.
4. **Actividades.** Se tienen que presentar claramente las **actividades de aprendizaje** donde se pormenoriza el orden y los contenidos de los temas que se abordan, mediante la lectura o el estudio de un determinado texto, preparado específicamente para cierta audiencia (en nuestro caso, un subconjunto propio del formado con alumnas y alumnos de CBI de la UAM-Azcapotzalco). En las actividades se señala la profundidad con que se debe estudiar el texto, 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). Se enuncian instrucciones precisas de las actividades. En los recursos, se tiene que dar una breve descripción de cada uno de ellos para evitar



sorpresas al estudiar un material. En la Unidad es necesario especificar la forma de acceder a los materiales, esto es casi siempre posible cuando el material es digital.

En las actividades a realizar, se precisan las instrucciones, por ejemplo, leer cuidadosamente determinadas páginas o secciones del material, poniendo atención a los ejemplos, realizar determinadas preguntas del material o establecer algunas específicas, contestándolas por escrito, resolver la autoevaluación sin utilizar el material del tema y, por último, resolver la evaluación de la Unidad.

En el material complementario o adicional se pueden agregar artículos relacionados al tema, sobre todo cuando se quiere tener un debate o una mesa redonda entre un grupo de alumnas y alumnos y profesoras y profesores.

Algunos puntos importantes que se pueden agregar al material escrito son los siguientes, aunque considere que son optativos:

- a) Destacar los **conocimientos previos**. Cuando no sea claro que la Unidad anterior es el material previo, se requiere explicar. Por ejemplo, en cierta Unidad se utilizará alguna técnica matemática que la o el alumno requiere dominar o ciertos conceptos matemáticos, físicos, químicos y computacionales, para obtener el máximo provecho de la presente Unidad y cumplir con los objetivos lo cual se debe de indicar en esta sección.
- b) Destacar **errores frecuentes** que las alumnas y los alumnos han presentado en estos cursos. Prácticamente cualquier aspecto de los discutidos en el nivel universitario han sido estudiados desde la didáctica de esa ciencia y se conocen cuáles son los errores de comprensión más frecuentes. Esto es necesario porque, además de ayudar a la comprensión del material, permite una metacognición a la alumna y el alumno sobre sus dificultades y le permite madurar su conocimiento. Algunos términos usados para este punto son: “preguntas frecuentes” o “no se confunda” u otras frases que llamen la atención del alumnado.

5. **Contenido.** En este punto resaltamos que se le debe de presentar el contenido de la Unidad a la o el alumno en una forma que le motive a su estudio. Se puede realizar de varias maneras:

- En este libro, las Unidades contienen material de estudio elaborado exprofeso y se estudia completamente.
- Enunciar simplemente las páginas del texto que se ha escrito específicamente para el curso, detallando secciones y si es el caso, preguntas a resolver.
- También se puede enunciar la sección o páginas que se estudiarán de un libro de texto que no se haya escrito por la o el profesor del curso y que incluso no se haya diseñado para un curso SAI.
- Finalmente, en otros cursos se pueden utilizar artículos, películas, videos de YouTube o cualquier otro material digital para llevar a cabo el proceso de aprendizaje.

6. **Autoevaluación.** En la Unidad se establece una autoevaluación para que la o el alumno conozca su fortaleza (o debilidad) en el material estudiado. Una autoevaluación le indica si cumplió con los objetivos de la Unidad, para lo cual puede acceder a una o varias autoevaluaciones, para comprobar que ya se tiene todos y cada uno de los conocimientos bien afianzados. Las diversas evaluaciones de la Unidad están en correspondencia con las autoevaluaciones, aunque no se trata de modificar numéricamente el enunciado o reescribir la misma pregunta. Generalmente el contenido de la autoevaluación proviene de exámenes anteriores.

7. **Tiempo.** Se le debe indicar a la alumna o el alumno cuánto tiempo debe de tardar en estudiar todos los temas de la Unidad, para que lo tome en cuenta. Si bien es cierto que en este Sistema cada quien avanza a su propio ritmo, considerando sus aptitudes, intereses, motivaciones y ocupaciones, no puede quedarse estudiando una Unidad por tiempo indefinido. Este rubro agrega un componente al proceso de enseñanza-aprendizaje: la capacidad de asimilación que debe tener la o el alumno, para transitar por cada Unidad con



cierto ritmo indispensable. Esto implica una cierta organización. Es indispensable que la alumna o el alumno comprenda que la organización del tiempo en este modelo es muy importante. Se requiere avanzar, como ya vimos en la Unidad 2 a un cierto ritmo, constante y correctamente.

Finalmente, aclaramos que el orden mostrado aquí es una sugerencia y se puede cambiar, así como las secciones a incluir dado que el SAI no es un sistema cerrado e inflexible, y esa es precisamente la razón de que se haya retomado desde principios de este siglo como “aula invertida” pues se adapta a las circunstancias actuales del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La Guía SAI

Es importante establecer que el conjunto de las Unidades y las explicaciones que la o el profesor considere pertinentes para el curso se conocen como GUÍA DEL CURSO SAI y es indispensable que la o el alumno disponga de este material desde el inicio del curso. Esta es una de las características fundamentales que definen a este sistema, que se cuente con el material de estudio desde el inicio del curso.

La Guía consta de entre seis y nueve Unidades, cada una de ellas, como ya lo establecimos más arriba tiene como fin último, facilitar a las y los alumnos la respuesta para las siguientes cuestiones: cuáles conocimientos, con qué profundidad, en qué texto básico y en cuánto tiempo.

Una vez terminada la Guía, tendrá las siguientes características:

1. Cuenta con actividades para transitar por la información y la formación que corresponden a cada curso, así como por los contenidos educativos del currículum en su conjunto.
2. Los materiales de lectura y comprobación de conocimientos están adecuadamente establecidos y siempre al alcance de las y los alumnos.
3. Los contenidos académicos de las Unidades y de las autoevaluaciones, están concebidos y escritos en función de las y los alumnos.
4. Una alumna o un alumno puede llevar el curso con cualquier profesora o profesor del SAI si cuenta con la *Guía de Estudio*, esto implica que diferentes profesoras y profesores pueden utilizar la misma Guía para el curso.

Veamos ahora un ejemplo de una Unidad de un curso (Termodinámica): en el Apéndice A se encuentra la Guía de Estudio completa (Aragón, et al., 2012) para que pueda observar el material que recibe una alumna o un alumno y con el que puede cursar la UEA. Usted puede revisar esta Unidad y verá que está escrita siguiendo la estructura que hemos desarrollado. La Guía dispone de un texto virtual, el cual puede verse una parte el siguiente videoclip: <https://drive.google.com/file/d/1HLrhqCpl98awIKSQskdqQhmvDxKLSM1p/view?usp=sharing>

EJEMPLO DE UNA UNIDAD DE LA GUÍA DE UN CURSO

TERMODINÁMICA

PRIMERA UNIDAD

Actividades

- A. Estudiar las secciones 1.1 hasta 2.5 del Libro virtual: *Termodinámica y Guía para el Sistema de Aprendizaje individualizado* (Aragón, G et al. (2012)). Considere las secciones 2.3 y 2.4 así como los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones y Actividades* son sólo de lectura.



- B. Asegúrese que comprende el planteamiento y la lógica de los cálculos presentadas en los ejemplos 8-15 del Libro de Texto.
- C. Resolver al menos diez de los ejercicios impares, del 13-29 del Libro de Texto.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá ser capaz de realizar lo siguiente.

Objetivos

- I. Explicar en no más de 200 palabras cada uno de los seis incisos siguientes:
 - A. ¿Cómo funcionan los ciclos de *Otto* y *Diesel*?
 - B. ¿Por qué la temperatura se clasifica como variable intensiva? El funcionamiento de dos distintos instrumentos para medir temperatura. Cómo transformar unidades de temperatura entre las escalas: *Celsius*, *Fahrenheit* y *Kelvin*.
 - C. El concepto de equilibrio térmico mediante la Ley Cero de la Termodinámica.
 - D. ¿Por qué se clasifica a la presión como variable intensiva? La relación existente entre: *presión absoluta*, *atmosférica* y *manométrica*. Equivalencias entre MPa, kPa, bar y atmósfera. El funcionamiento de dos dispositivos para medir la presión.
 - E. La relación entre los tres conceptos siguientes: volumen, *V* variable termodinámica extensiva (unidades m³), *v* volumen específico (*v* en $\frac{m^3}{kg}$) y densidad (ρ en $\frac{kg}{m^3}$); variables termodinámicas intensivas.
 - F. Los siguientes cinco conceptos: *estado termodinámico*, *proceso* y *trayectoria termodinámica*, *proceso abierto* y *proceso cerrado*.

II. También usted deberá:

Graficar procesos termodinámicos en diagramas pV, pT y VT. En procesos cerrados y mediante la correcta selección de alguna de las siguientes ecuaciones, efectuar los cálculos pertinentes para determinar algún valor de la quinteta (p, V, v, T, ρ).

$$pV = \text{cte}_1 \quad (pv = \text{cte}_1): \quad \frac{p_f}{p_i} = \frac{V_i}{V_f} = \frac{v_i}{v_f} \quad (1)$$

$$p = \text{cte}_2 \quad T: \quad \frac{p_f}{p_i} = \frac{T_f}{T_i} \quad (2)$$

$$p = \text{cte}_3 \quad T: \quad \frac{V_f}{V_i} = \frac{T_f}{T_i} \quad (3)$$

en las cuales el subíndice (i) identifica al estado inicial y (f) al estado final de un proceso termodinámico.

Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor a 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista:

1. i. Transformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin:

$$-50 \text{ }^\circ\text{C}, \quad 130 \text{ }^\circ\text{C}, \quad 30 \text{ }^\circ\text{F}, \quad 220 \text{ }^\circ\text{F}, \quad -20 \text{ }^\circ\text{F} \quad \text{y} \quad 1300 \text{ }^\circ\text{F}$$

ii. ¿Existe una temperatura que tanto en la escala Fahrenheit y la Celsius origine la misma lectura?

2. Un kg. de un gas con volumen de **0.001 m³** y presión de **0.1 MPa** se encuentra en un cilindro-pistón. El gas se expande isotérmicamente y obtiene un volumen de **0.002 m³**. Después su presión se reduce a la mitad



isocóricamente. Finalmente, el gas se dilata, a presión constante, hasta un volumen de 0.004 m^3 . Determinar los valores de la quinteta $\langle p, V, v, T, \rho \rangle$ para cada uno de los estados.

3. Un tanque contiene 0.013 m^3 de aire a 200 kPa de presión y tiene incluido un pistón que le permite cambiar su volumen. Se empuja el pistón hasta que el volumen del aire sea de 0.05 m^3 .
 - i. Si durante la compresión la temperatura no cambia ¿Qué valor final tiene la presión del gas?
 - ii. Y si la presión no cambia ¿Qué valor final tiene la temperatura?
4. La presión atmosférica de una cierta ciudad se reporta oficialmente como de 560 mmHg .
 - i. ¿A cuántas atmósferas, kPa y bar equivale a esta presión??
 - ii. Ahora, si de un cilindro que contiene determinado gas obtenemos como lectura manométrica el valor cero. ¿Significará eso que el cilindro está evacuado? Explique.
5. Un determinado gas se encuentra dentro de un cilindro pistón. Mediante un proceso isotérmico triplica su presión, después sin cambiar de presión aumenta de temperatura en tal forma que al final de este segundo proceso pueda, manteniendo su densidad constante, obtener el estado inicial. Grafique el ciclo anterior en tres diagramas: pV , pT y PV . Determinar los valores de la quinteta $\langle p, V, v, T, \rho \rangle$ para cada uno de los estados.
6. Una masa fija de vapor de agua a 60 kPa y $m=0.120 \text{ kg}$ y $T=373$ se encuentran en un cilindro-pistón y se comporta como gas ideal. Mediante un proceso isobárico su volumen queda en un quinto de la inicial. Después mediante tres procesos consecutivos, en serie, retorna a su estado inicial. El primero de estos tres procesos es isocórico, le sigue un isobárico a 20 kPa y el tercero, un isométrico. Grafique el problema en un diagrama pV . Calcule los valores $\langle p, V, T \rangle$ en los cuatro estados donde el vapor de agua cambia de proceso y el área interior determinada por estos procesos.

Tiempo máximo para terminar esta Unidad

7.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de cinco sesiones de 1.5 horas.



TRES DIFERENTES VERSIONES DE EXÁMENES PARA LA UNIDAD DE UN CURSO

PRIMERA UNIDAD

Examen A

1. Transformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin:

-50 °C; 130 °C; 30 °F; -20 °F; 1300 °F

¿A qué temperatura la escala Fahrenheit y Celsius dan la misma lectura?

2. Un kg. de un gas tiene un volumen de **0.001 m³** a la presión de **0.1 MPa** isotérmicamente obtiene **0.002 m³** Después su presión se reduce a la mitad isocóricamente. Finalmente, el gas se dilata, en un proceso isobárico, hasta **0.004 m³**. Determine los valores de la quinteta $\langle p, V, v, T, \rho \rangle$ en cada uno de los estados importantes.

3. Un tanque cilíndrico tiene un pistón que le permite cambiar el volumen de su interior. El tanque contiene aire con **0.13 m³** y **200 kPa**. Se empuja el pistón hasta que el volumen del aire sea **0.05 m³**.

a. Si durante todo el cambio de volumen la temperatura no cambia ¿Qué valor final tiene la presión?

b. Pero si en lugar de la temperatura fuera la presión la que no cambia ¿Cuál es la temperatura?

4. Si la presión atmosférica en una ciudad es de **560 mmHg** ¿Cuántos **kPa** son? ¿Cuántos bar y atmósferas?



Examen B

- Un tanque cerrado de forma cilíndrica con **0.6096 m** de diámetro y **0.9144 m** de altura está lleno de un gas ideal con densidad **244.133 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$** . Calcular:
 - El volumen total de la sustancia.
 - Su masa.
 - Volumen específico.
 - Su peso específico, si el lugar tiene una gravedad de **9.81 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$** .

- Dos kg de **O₂** tienen un volumen de **0.01 m³** a una presión de **0.2 MPa**. Después de una compresión isotérmica obtiene **0.05 m³**. Luego su presión se aumenta al doble isocóricamente. Finalmente, el **O₂** se expande a presión constante hasta **0.02 m³**. Determinar los valores de la quinteta (p, V, v, T, ρ) en cada estado.

- Actúan un manómetro de columnas paralelas con una sustancia manométrica con densidad de **817.442 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$** . Se observa que la diferencia de altura entre dos columnas es de **0.508 m**. ¿Cuál es la diferencia de alturas que proporcionará este manómetro y uno que emplee **Hg**? (Suponga la densidad del mercurio igual a **13600 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$**)

- Trasformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin (K):
-50 °C; 130 °C; -20 °F; 30 °F; 1300 °F



Examen C

1. Tres kg de He a **300 K** aumentan, isotérmicamente, su volumen. Posteriormente duplica su temperatura isocóricamente. Finalmente, a presión constante, reduce su volumen a la mitad. Graficar en un diagrama pV cada uno de estos procesos. Determinar la temperatura en cada estado.
2. Un manómetro de columnas paralelas opera a nivel de mar con un fluido de $900 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$. La diferencia de nivel entre sus columnas es de **0.381 m** ¿Cuál es la diferencia de presión?
3. ¿La escala de temperaturas Rankine emplea una unidad mayor o menor que la escala Kelvin? ¿Un grado Fahrenheit es una unidad mayor o menor que un grado Celsius?
4. Un recipiente rígido y cerrado contiene 40 litros de N_2 a una presión de **150 kPa** y temperatura de **5 °C**. Cuando la temperatura del nitrógeno alcanza **40 °C** ¿Cuál será su presión?



AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuáles son las partes de que consta una Unidad de un curso SAI?
2. ¿Cuáles son las tres características de una Inducción?
3. ¿Para qué le sirve a la alumno o el alumno que le indiquemos cuáles son los objetivos de una Unidad?
4. Explicar con sus propias palabras qué ventajas tiene para la o el alumno que se le den claramente los objetivos de aprendizaje de cada unidad.
5. ¿Cuáles son los puntos que se deben tomar en cuenta, al establecer las actividades sugeridas para alcanzar los objetivos de una Unidad SAI?
6. ¿En qué casos conviene agregar material de estudio adicional a una unidad SAI?
7. ¿Para qué sirven las preguntas de estudio en una unidad SAI?
8. Explicar con sus propias palabras, qué objetivo tiene el examen de autoevaluación.
9. Elaborar una Unidad de su curso y la parte de la guía correspondiente.

REFERENCIAS

Aragón González, G. Canales Palma, A., León Galicia, A., (2012). *Termodinámica y Guía para el Sistema de Aprendizaje Individualizado*. Libro virtual. México. Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco.

Gagné, R. M.; Briggs, L.J. and Wager, W.W. (1992). *Principles of instructional design*, 4a ed. Forth Worth, Tx., Harcourt Brace J. College Publishers.

Keller, P.S. y Sherman J. G. (1974) «The Keller Plan Handbook», *Essays on a Personalized System of Instruction*, Menlo Park, California.

Tobón M. (2007) *Diseño instruccional en un entorno de aprendizaje abierto*. Univirtual. Pereira⁶.

⁶ Este es un enfoque de un autor latinoamericano y de enseñanza abierta especialmente conveniente al SAI, muy posterior a la propuesta que se realizó en 1974 por Gagné y Briggs, y que ahora utiliza diferentes teorías del aprendizaje, como el cognoscitvismo, la teoría del procesamiento de la información y el constructivismo.



UNIDAD 5

LA INTERACCIÓN CON EL ALUMNADO EN EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

OBJETIVO

Comprender la importancia de la comunicación con la o el alumno en un grupo utilizando el modelo de *Aprendizaje Individualizado*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Explicar las razones por las que la comunicación es un factor fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado*.

Actividades

1. Leer cuidadosamente el material de estudio correspondiente a la Unidad “La interacción con el alumnado en el modelo de *Aprendizaje Individualizado*” y reflexionar sobre las actitudes propias de comunicación en la asesoría.
2. Resolver la autoevaluación de la Unidad. Si tiene dudas con alguna pregunta, repase nuevamente el material y vuelve a resolver la autoevaluación. En caso necesario, acuda con su profesora o profesor.
3. Realizar el examen presencial y/o en línea. Si no aprueba, debe presentar de nueva cuenta una evaluación diferente, para asegurar que domina el material y que aprueba la Unidad con excelencia.

LA INTERACCIÓN CON EL ALUMNADO BAJO EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

La Comunicación Profesoras y Profesores-Alumnas y Alumnos

Esta es una unidad de reflexión sobre la asesoría que brinda la o el profesor al alumnado en el modelo de *Aprendizaje Individualizado*, no hay respuestas únicas a la mayoría de las cuestiones de la asesoría, aquí se muestran algunas ideas basadas en estudios sobre la naturaleza de la interacción con la o el alumno cuando se trabaja una asesoría.

La comunicación con el alumnado es parte fundamental de un curso bajo el modelo del *Aprendizaje Individualizado*, la atención personalizada o la interacción día a día con las y los alumnos es una de las características que distinguen a este sistema y que lo diferencia de otros sistemas alternativos de enseñanza (colaborativo, a distancia, abierto, aula invertida, etc.). Esta interacción es constante durante todo el trimestre: desde el primer día en la presentación de la o el profesor y del curso, durante el proceso, cuando guía a la alumna o el alumno en su estudio aclarando dudas y sugiriendo los caminos y métodos más adecuados para una mayor eficiencia en su estudio y al final, cuando evalúan su trabajo.

La interacción con el alumnado bajo este modelo, por su naturaleza, es constante. Día a día se tiene que atender a quien lo requiera, principalmente se acercan a la o el profesor para pedir asesorías sobre el material de trabajo, revisión de tareas y autoevaluación, presentar exámenes y revisión de los mismos, por eso la comunicación con las o los alumnos en este tipo de aprendizaje tiene un papel tan relevante o más que en otros sistemas, incluyendo el tradicional. La asesoría es parte fundamental de un curso utilizando este modelo, por eso se dedica buena parte de esta unidad a la forma de interactuar con las y los alumnos durante una asesoría.



La primera sesión con las y los alumnos

El primer encuentro con el alumnado reviste características especiales ya que es el momento en el que la o el profesor crea un clima propicio para la comunicación y aprendizaje en forma tal que sean motivados a seguir en el curso, se debe de tener en cuenta que esta es la única ocasión en la que se tiene al grupo completo ante la o el profesor; por lo cual se debe de aprovechar el momento. Es necesario informarles que se encuentran en un curso bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado* y también se les debe de explicar cómo va a ser el proceso de enseñanza-aprendizaje y, sobre todo, ser muy precisos al explicar la forma de evaluar el curso, es decir, se requiere exponer las características básicas que se vieron en la Unidad 2. Se debe de considerar la posibilidad de que hay quienes se inscriben en el grupo sin saber que se trabaja de manera muy diferente a lo acostumbrado. Una buena forma de comenzar es hacer una actividad que refleje las características del trabajo en este tipo de curso, por ejemplo se puede escribir una página donde se explique lo que es el *Aprendizaje Individualizado*, entregarla a las alumnas y los alumnos, digital o físicamente, dejar que la lean, la subrayen y posteriormente, discutir lo que comprendieron y responder a sus dudas. Esto es un buen inicio ya que la o el alumno, discute y comprende un material, que es lo que se le va a pedir a lo largo del curso; además, se manda el mensaje de que ellas y ellos son responsables de su aprendizaje asumiendo una actitud activa y no una actitud pasiva “escuchando al profesor” (Gafney y Whitaker, 2015).

El inicio de un curso bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado* se distingue del inicio de uno tradicional en que la actividad comienza desde la primera sesión, el aprendizaje y comprensión de las características del curso se lleva a cabo por medio de la lectura y de la resolución de dudas y comentarios, no de la explicación de la o el profesor; la actividad que se realice el primer día debe ser un ejemplo de cómo se desarrollará. También puede describir los procesos con los que la y el alumno va a interactuar y con cuáles no. Por ejemplo, aclarar que la clase o conferencia que dicten las y los profesores no serán parte de las actividades, las sesiones programadas se utilizarán para aclarar dudas, dar asesorías o discutir individualmente o en pequeños grupos las preguntas que hayan surgido en el estudio del material que hayan estudiado o videos que tengan que ver con los temas del curso y por supuesto, para revisión de tareas y exámenes, pero debe hacerse énfasis en que no habrá clases formales para explicar tal o cual tema.

En la primera sesión suelen aparecer muchas dudas, lo cual es normal. Una de las dudas más comunes es ¿Qué sucede si no acredito una Unidad?, la respuesta es que no hay castigo, se puede repetir la evaluación, lo que se llama *reciclar*; pero conviene aclarar que si reciclan muchas veces, reducen las posibilidades de terminar en el tiempo establecido. Otra de las preguntas es ¿Qué sucede si no termino?, el modelo de *Aprendizaje Individualizado* ofrece esa ventaja de que puede continuar en el siguiente ciclo escolar; a partir de la Unidad en que se quedó. Por su parte, a la o el profesor se le asignan las mismas horas frente a grupo que un grupo tradicional del mismo curso y como responsable debe estar presente las horas que indican los horarios, dispuesto a atender a las y los alumnos que lo soliciten. Es probable que tengan dudas sobre la validez de la calificación al llevar un curso en esta modalidad, si no se plantea esta duda, de todos modos, es conveniente aclararla. Desde el punto de vista académico, no hay diferencia entre una calificación obtenida en un curso bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado*, con una obtenida en un curso tradicional. En todo este entorno de inquietudes debemos hacer conciencia que la mayoría de los conocimientos que tenemos, no fueron adquiridos por la explicación que se dio en un salón de clases sino que son conocimientos adquiridos de manera informal o bien de manera autodidacta, es decir, nadie les explicó la mayoría de los conocimientos que tienen y, sobre todo, se debe de hacer hincapié que este curso hace uso y potencia la habilidad de autoaprendizaje, esto es, comprender por sí mismo el contenido del curso. Es muy importante despejar esta inquietud pues puede ser una causa de deserción o incluso de aversión a esta modalidad. A la duda de si podré terminar un curso en el tiempo establecido, se puede responder utilizando como ejemplo una Unidad y su desglose para explicar que la carga de trabajo está previamente analizada para que, dedicándole el tiempo de estudio normal, es decir, el mismo tiempo que se utiliza en un curso tradicional, la alumna o el alumno puede terminar cómodamente el trimestre.



La profesora y el profesor como “asesor” y no como fuente del saber

Si la o el profesor no da clase, entonces ¿qué hace?, la respuesta a esta pregunta es que hace mucho más: es un guía para el aprendizaje, que resuelve dudas a la o el alumno y le da estrategias para seguir avanzando en el curso, las o los asesora cuando encuentran obstáculos de comprensión, para que sigan aprendiendo por sí mismos. Este sistema requiere profesoras y profesores convencidos de que el alumnado puede aprender, que no requieren una clase para lograrlo, simplemente una asesoría. Las principales características que son deseables que tenga la o el profesor, enmarcados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, son: crear empatía, ser persuasivos y ser pacientes. Puntos que se explican a continuación.

Crear empatía

La o el profesor deben tratar de comprender el punto de vista con el que la alumna o el alumno realiza un ejercicio. Para dar una asesoría es importante desarrollar empatía con ellas y ellos, entrar a su mundo y comprender los problemas desde su perspectiva. En una asignatura en donde la relación se lleva a cabo de manera personal, es muy probable que la o el profesor conozca los problemas de trabajo y académicos de sus alumnas y alumnos y por ello, le es más fácil entender la situación en la que se encuentran. Hay que tener en cuenta que las alumnas y los alumnos pueden ser de reciente ingreso en esa institución de educación superior y apenas están “abriendo el cascarón”. Por ejemplo, en la UAM-Azcapotzalco, además de cambiar el modelo de estudio, se debe de tomar en cuenta el ciclo de estudio, que es trimestral y que estos son intensos y rápidos y quizá, no lo han comprendido aún.

Ser persuasivas y persuasivos

Se puede persuadir al alumnado para que desarrollen las actividades que consideramos son en su beneficio. Para ello, recuerde que el nombre es muy importante cuando se quiere dar comodidad a una persona, interesarse en la o el alumno y aprender su nombre, significa que nos hemos preocupado por saber con quién estamos tratando, el alumnado recibe el mensaje de que nos interesamos por ellas y ellos. Para una alumna o un alumno es fundamental saber que está en un curso en donde aprobar no es imposible y hay que mostrarle un camino que pueda seguir para aprobar con trabajo constante. No se trata de bajar el nivel del curso para que, sin hacer prácticamente nada aprueben, pero tampoco se trata de elevar artificialmente el nivel del curso, el nivel general de un curso debe ser el mismo que tenemos cuando impartimos un curso en modalidad presencial. No olvidemos que conocemos nuestra materia y debemos mostrarle a la alumna o el alumno que podemos guiarlo en su aprendizaje.

Ser comprensivas y comprensivos

En este momento la o el profesor se muestra como una persona receptiva a las dudas, capaz de resolverlas y explicarlas con paciencia, el modelo de *Aprendizaje Individualizado* requiere estar resolviendo dudas y poder pasar rápidamente de un tema a otro. No es raro que las y los profesores que apoyan en estos cursos se queden más tiempo de lo que indica su horario atendiendo a sus estudiantes, es decir, es una persona que no se molesta porque sus alumnas y alumnos no entiendan, está para apoyarlos para lo cual debemos hacer un esfuerzo, como decía el filósofo y pedagogo G. Bachelard, para tratar de comprenderlos y comprenderlas y no formar parte de las y los profesores “que no comprenden” (Bachelard, 2004).

En el tiempo correspondiente a las “clases”, la o el profesor responde a las dudas planteadas y da asesoría sobre las dificultades específicas de cada alumna o alumno, trata de mostrarle el panorama general o estrategias para resolver problemas a la vez que resuelve la duda. La asesoría personalizada tiene mejores resultados que resolver una duda en clase; sin embargo, una buena parte no se atreven a presentar sus dudas personalmente, por eso se debe mostrar empatía con esas alumnas y esos alumnos que requieren motivación para saber que son importantes y que sus dudas serán bienvenidas sin importar el “nivel” de la pregunta. Algunos podrían menospreciar una pregunta por ser muy simple o de bajo nivel, esa no debe ser la actitud de la o el profesor que apoya en los cursos bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado*, la respuesta apropiada sería algo así como “esta duda requiere que



domines un material que ya deberías saber y te recomiendo este material de apoyo” y enseguida, mostrarle en donde lo puede conseguir.

Ser pacientes

A las alumnas y los alumnos, durante los doce años previos de educación pre-universitaria rara vez se les pidió estudiar por cuenta propia, así que una de nuestras labores es la de mostrarles que se puede aprender por sí mismo sin necesidad de estar en un aula escuchando a la o el profesor. También es conveniente ayudarlas y ayudarlos a concientizar la enorme cantidad de conocimientos que adquieren en la educación informal. Hay alumnas y alumnos que deben recibir animación para realizar el esfuerzo para desarrollar sus habilidades de autoestudio, que son indispensables en el mundo laboral actualmente. Como ejemplo, se puede mencionar que, en la UAM-Azcapotzalco, en las instalaciones del SAI, usualmente se consigue de modo natural la colaboración entre las y los jóvenes, de tal manera que las explicaciones las pueden discutir con sus compañeras y compañeros y que ésta, es fomentada por la o el profesor.

La asesoría proceso fundamental del *Aprendizaje Individualizado*

El intercambio de información con el alumnado permite saber si el trabajo que está haciendo es correcto o necesita algún ajuste, alguna mejora o un planteamiento completamente nuevo. La asesoría aclara lo que se espera de ellas y ellos, si ésta falla cualquier problema empeora a medida que pasa el tiempo. Siempre hay una parte del alumnado que, por muchas razones, no se acercan o comunican con su profesora o profesor; por lo tanto, no aclaran dudas mucho menos solicitan una asesoría; como se mencionó en párrafos arriba, en el modelo de *Aprendizaje Individualizado* la duda es bienvenida.

Un aspecto que se ha identificado en las Universidades en donde el modelo de *Aprendizaje Individualizado* no ha tenido éxito, es el tipo de asesoría que se le da al alumnado, si la o el profesor no maneja adecuadamente la retroalimentación, su deficiencia tiene un gran costo, la efectividad, la satisfacción y la productividad de la alumna y el alumno en este modelo de aprendizaje dependen de la asesoría. Una respuesta negativa, con disgusto, sarcasmo o desdén impide que capten la parte académica del mensaje y sólo decodifique la agresión verbal de que fue objeto. Esto da origen a una actitud defensiva y, en casos extremos, a la deserción.

Estamos proponiendo una asesoría profesional, sin menospreciar a nadie, la idea central que resume una asesoría es: “tratar a todas y todos como quisieras que te traten” una crítica o una asesoría, así sea a una duda que no se debería tener en nivel universitario, no tiene que ser intimidante ni déspota. Si usted requiere hacer una crítica especialmente dura, considere los siguientes aspectos:

- **Sea específica o específico.** Para la o el alumno es desmoralizante escuchar que está haciendo algo mal sin saber qué ni por qué. Esto le impide cambiar para mejorar por lo que podemos centrarnos en los detalles aclarando lo que hizo bien, lo que hizo mal y cómo puede mejorarlo.
- **Ofrezca una solución.** La crítica, para que sea una retroalimentación efectiva, debe ofrecer un camino para corregir el problema. De lo contrario, ofrecemos un camino cerrado que frustra, desmoraliza y quita motivación. La crítica debe abrir posibilidades y alternativas para mejorar.
- **Muestre estrategias.** Es mejor mostrar la panorámica antes que los detalles, sobre todo en el abordaje de la solución de problemas o desarrollo de habilidades como escribir un ensayo. Detallar la solución de una cuestión hace que el alumnado la comprenda, pero si no se le da la estrategia, no será capaz de resolver por sí mismo una situación nueva. Hemos escuchado alguna vez la reflexión de las y los alumnos “A la profesora o el profesor le entiendo perfectamente cuando resuelve el problema pero cuando intento resolver uno diferente por mí mismo no puedo”, esto es el resultado de no mostrar una estrategia, sino utilizar una solución específica.
- **Personalice.** Las críticas resultan más eficaces si se expresan personalmente y en privado, lo que facilita den una respuesta o una aclaración.



- **Sea profesional.** Cada alumno o alumna es diferente, una pedagogía muy exitosa es la “pedagogía diferenciada” de Perrenoud (2007). Tome en cuenta las condiciones específicas de cada uno de ellas y ellos, qué tan lejos vive, dónde trabaja, cuántas horas le dedica al estudio y dónde estudia no para regalar una calificación, sino para enfocar su asesoría y realizar una crítica del modo más profesional que pueda.

Finalmente, con respecto a la retroalimentación es necesario recordar que es difícil reflexionar para las y los alumnos sobre el hecho de que sus dificultades y problemas no se deben enteramente a sus propias ineficiencias, sino que también el sistema educativo les ha enseñado a estudiar de una cierta forma que es diferente a la que se requiere en la universidad. Colocar a la alumna y el alumno en el centro de su proceso educativo resulta enriquecedor para ellos.

La profesora o el profesor como “evaluador”

Para evaluar el contenido de un curso bajo este modelo, la o el alumno presenta una evaluación, que se revisa presencialmente, lo que le permite de inmediato conocer sus errores al interactuar directamente con la o el profesor y pueden emprender el estudio de la siguiente Unidad, siempre y cuando haya acreditado la evaluación de la Unidad anterior puede iniciar con las actividades correspondientes de la Unidad siguiente.

Si resuelve y explica satisfactoriamente la evaluación, es porque ha logrado un buen dominio de los temas de la Unidad, independientemente de lo que haya hecho la primera, segunda o tercera vez que lo intentó. Es claro que antes de intentar otra evaluación tiene que comprender, a través de preguntas, los aspectos que no logró dominar. En la revisión de la evaluación, le explicarán a la profesora y el profesor la forma en que lo resolvió, requiere saber en qué fallaron y por qué es necesario volver a estudiar o resolver cuestiones y problemas. Finalmente, le recordamos que la atención que le otorguemos aumenta su confianza para explicar la resolución de los problemas.

Realice preguntas específicas

Formule preguntas directas acerca de tópicos específicos, esto les ayuda a responder; pedir información específica, es mejor que una pregunta abierta al inicio de la asesoría. Finalmente, una muestra de que una autoevaluación fue realizada profesionalmente es que la o el alumno se convenza de que efectivamente no fue capaz de mostrar el dominio del material de estudio y que debe mejorar su comprensión mediante las propuestas de la o el profesor.

Por otro lado, la interacción con el alumnado se refiere no sólo al canal de comunicación, sino al tipo de asesoría que podemos ofrecer. Algunas profesoras y algunos profesores responden una pregunta con preguntas porque desean desarrollar su pensamiento crítico; en cambio, otras y otros prefieren ser concretos y contestar claramente la pregunta, por supuesto entre estos extremos están la mayoría de los y las profesores que según la situación utilizan menos o más preguntas para desarrollar la respuesta. El tipo de asesoría que usted brinde a su alumna o alumno es importante para el desarrollo del autoaprendizaje.

Autoevaluación

1. Diga las razones de porqué una buena comunicación con la o el alumno es fundamental en un curso bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado*.
2. Explique por qué se considera a la asesoría como un proceso fundamental en un curso bajo el modelo de *Aprendizaje Individualizado*.
3. Ante una pregunta que considere fuera de lugar, de bajo nivel o que es algo muy fácil, ¿cuál es la mejor actitud que debe tomar la o el profesor en un curso utilizando el modelo de *Aprendizaje Individualizado*?
4. ¿Qué puntos importantes debe tratar en la primera sesión del curso?
5. ¿Qué interpretación le da a la expresión “en el *Aprendizaje Individualizado* son bienvenidas las dudas”?



6. Ante la inquietud de las alumnas y los alumnos, si van a terminar o no el curso en el periodo establecido ¿Qué debemos informar para despejar esta duda?
7. ¿Qué actitud podríamos adoptar para ser persuasivos con las y los alumnos?
8. ¿Qué actividad se sugiere hacer en la primera sesión, para mostrar a las alumnas o los alumnos cómo es el trabajo en un curso bajo el modelo del *Aprendizaje Individualizado*?

REFERENCIAS

Bachelard, G. (2004). La formación del espíritu científico. 25a ed., S XXI, México.

Gafney J. D. H.; Whitaker, J.T. (2015) Making the most of your first day of class. *Phys.Teach.* 53, 137-139.

Perrenoud, P. (2007). Pedagogía diferenciada: de las intenciones a la acción. *Popular*, Madrid.



CONCLUSIONES

Este libro está diseñado para que cualquier profesora y profesor pueda elaborar materiales didácticos para ser impartido en la modalidad de *Aprendizaje Individualizado* (AI). Se consideran aspectos como son la interacción profesora y profesor-alumno y alumna o la Guía, como parte importante del material.

También realza aspectos muy importantes que deben de tener en cuenta las o los alumnos al tomar un curso semipresencial o a distancia en el SAI, y que la o el profesor tiene que estar asesorando, para que se logren los objetivos de un curso con excelencia resulta, entre ellos, un aspecto fundamental la organización del tiempo.

Además, proporciona la información suficiente para entender cuáles son los principios de enseñanza-aprendizaje en este sistema de estudios, aclara que la o el profesor trabajará de manera diferente mientras que la o el alumno debe ser el centro del aprendizaje y, que en esta forma de trabajar se consigue la excelencia del aprendizaje de tal forma que finalmente las o los alumnos obtengan una independencia en su aprendizaje.

Si bien es cierto que el SAI es un Sistema de Aprendizaje que fue propuesto hace mucho tiempo, la forma en que está diseñado permite acercarlo a la forma de trabajo actual de aprendizaje a distancia a través de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), debido a que se puede ofrecer de manera semipresencial o en forma remota.

El diseño de este Libro permite que la o el profesor aprenda en la misma forma -individualizada- en que las y los alumnos trabajan en el SAI, debido a que es lo que se vive durante el tiempo que dura el curso.

Finalmente, se puede decir que el Libro, va a permitir a la profesora y el profesor que quiera impartir un curso en el SAI conocer la forma de trabajar como profesora y profesor-alumna y alumno en este sistema.



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Area Moreira Manuel (2013). ¿Qué uso hacen de las aulas virtuales los docentes universitarios?. España: RED: Revista de Educación a Distancia. N° 35, 13. Recuperado el 1 de julio de 2020 en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4954651>

Area Moreira Manuel, Víctor M. Hernández Rivero, Juan José Sosa Alonso (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. España: Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación. N° 47, 2016, págs. 79-87. Recuperado el 1 de junio de 2020 en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5400275>.

Area Moreira Manuel (2018). ¿Dónde estamos y a dónde vamos? RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (2018), 21(2), pp. 25-30. Recuperado el 1 de julio de 2020: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/21801/18110>

Córica José Luis (2020). Resistencia docente al cambio: Caracterización y estrategias para un problema no resuelto. Fundación Latinoamericana para la Educación a Distancia, FLEAD (Argentina)
DOI: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.23.2.26578>

Gómez Marín, Restrepo Restrepo, Becerra Agudelo (2021). Fundamentos pedagógicos para la creación y producción de recursos educativos abiertos (REA). <https://doi.org/10.22395/angr.v19n38a3>

Keller, F. (1967). Engineering Personalized Instruction in the Classroom. *Revista Interamericana De Psicología/ Interamerican Journal of Psychology*, 1, (3). DOI: <https://doi.org/10.30849/rip/ijp.v1i3.445>

Keller, F. (1968). "Good-bye, teacher...". *Journal of applied behavior analysis*, 1(1), 79–89. Recuperado el 9 de julio de 2020 en: <https://doi.org/10.1901/jaba.1968.1-79>

Lyle, G. & Spencer, R. (2003). *The Personalized System of Instruction: Review and Applications to Distance Education. International Review of Research in Open and Distance Learning*. 4, (2). Recuperado el 9 de julio de 2020 en: https://www.researchgate.net/publication/26468339_The_Personalized_System_of_Instruction_Review_and_Applications_to_Distance_Education

Marroquín Ermilo, Grabinsky Jaime, González Carmen, Bastián Mauricio (2007). El sistema de aprendizaje individualizado en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. Publicado por la UAM Azcapotzalco.

Moreno T. (2021). La retroalimentación un proceso clave para la enseñanza y la evaluación formativa. Publicado por la UAM Cuajimalpa.

Speller Paulo. (1978) El Sistema de Instrucción Personalizada (SIP) : Perspectiva en América Latina. *Revista Latinoamericana de Psicología*. https://www.academia.edu/71041370/El_Sistema_de_Instrucci%C3%B3n_Personalizada_SIP_perspectivas_en_Am%C3%A9rica_Latina



APÉNDICE A

GUÍA PARA EL MODELO DE APRENDIZAJE INDIVIDUALIZADO

Esta Guía aparece en Aragón et. Al (2012):

TERMODINÁMICA (1113046)

PRIMERA UNIDAD

Actividades

- A. Estudiar las secciones 1.1 hasta 2.5 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. Termodinámica Básica para ingenieros. Considere las secciones 2.3 y 2.4 así como los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones* y *Actividades* son sólo de lectura.
- B. Asegúrese que comprende el planteamiento y la lógica de los cálculos presentadas en los ejemplos 8-15 del Libro de Texto.
- C. Resolver al menos diez de los ejercicios impares, del 13-29 del Libro de Texto.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá ser capaz de realizar lo siguiente.

Objetivos

- I. Explicar en máximo 200 palabras cada uno de los seis incisos siguientes:
 - a. ¿Cómo funcionan los ciclos de *Otto* y *Diesel*?
 - b. ¿Por qué la temperatura se clasifica como variable intensiva? El funcionamiento de dos distintos instrumentos para medir temperatura. Cómo transformar unidades de temperatura entre las escalas: *Celsius*, *Fahrenheit* y *Kelvin*.
 - c. El concepto de equilibrio térmico mediante la Ley Cero de la Termodinámica.
 - d. ¿Por qué se clasifica a la presión como variable intensiva? La relación existente entre: *presión absoluta*, *atmosférica* y *manométrica*. Equivalencias entre MPa, kPa, bar y atmósfera. El funcionamiento de dos dispositivos para medir la presión.
 - e. La relación entre los tres conceptos siguientes: volumen, *V* variable termodinámica extensiva (unidades m^3), *v* volumen específico (v en $\frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$) y densidad (ρ en $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$); *variables termodinámicas intensivas*.
 - f. Los siguientes cinco conceptos: *estado termodinámico*, *proceso* y *trayectoria termodinámica*, *proceso abierto* y *proceso cerrado*.

II. También usted deberá:

Graficar procesos termodinámicos en diagramas pV , pT y VT . En procesos cerrados y mediante la correcta selección de alguna de las siguientes ecuaciones efectuar los cálculos pertinentes para determinar algún valor(es) de la quinteta (p, V, v, T, ρ) .



$$pV = \text{cte} \quad (pV = \text{cte}_1): \quad \frac{P_f}{P_i} = \frac{V_i}{V_f} = \frac{v_i}{v_f} \quad (1)$$

$$p = \text{cte}_2 \quad T: \quad \frac{P_f}{P_i} = \frac{T_f}{T_i} \quad (2)$$

$$p = \text{cte}_3 \quad T: \quad \frac{V_f}{V_i} = \frac{T_f}{T_i} \quad (3)$$

en las cuales el subíndice (i) identifica al estado inicial y (f) al estado final de un proceso termodinámico.

Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor de 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

1. i) Transformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin:

$$-50 \text{ }^\circ\text{C}; \quad 130 \text{ }^\circ\text{C}; \quad 30 \text{ }^\circ\text{F}; \quad 220 \text{ }^\circ\text{F}; \quad -20 \text{ }^\circ\text{F} \quad \text{y} \quad 1300 \text{ }^\circ\text{F}$$

ii) ¿Existe una temperatura que tanto en la escala Fahrenheit y la Celsius origine la misma lectura?

2. Un kg. de un gas con volumen de **0.001 m³** y presión de **0.1 MPa** se encuentra en un cilindro-pistón. El gas se expande isotérmicamente y obtiene un volumen de **0.002 m³**. Después su presión se reduce a la mitad isocóricamente. Finalmente, el gas se dilata, a presión constante, hasta un volumen de **0.004 m³**. Determinar los valores de la quinteta $\langle p, V, v, T, \rho \rangle$ para cada uno de los estados.

3. Un tanque contiene **0.013 m³** de aire a **200 kPa** de presión y tiene incluido un pistón que le permite cambiar su volumen. Se empuja el pistón hasta que el volumen del aire sea de **0.05 m³**.

i. Si durante la compresión la temperatura no cambia ¿Qué valor final tiene la presión del gas?

ii. Y si la presión no cambia ¿Qué valor final tiene la temperatura?

4. La presión atmosférica de una cierta ciudad se reporta oficialmente como de **560 mmHg**.

i. ¿A cuántas **atmósferas, kPa** y **bar** equivale a esta presión?

ii. Ahora, si de un cilindro que contiene determinado gas obtenemos como lectura manométrica el valor cero ¿Significará eso que el cilindro está evacuado? Explique.

5. Un determinado gas se encuentra dentro de un cilindro pistón. Mediante un proceso isotérmico triplica su presión; después sin cambiar de presión aumenta de temperatura en tal forma que al final de este segundo proceso pueda, manteniendo su densidad constante, obtener el estado inicial. Grafique el ciclo anterior en tres diagramas: pV , pT y PV . Determinar los valores de la quinteta $\langle p, V, v, T, \rho \rangle$ para cada uno de los estados.

6. Una masa fija de vapor de agua a **60 kPa** y **m=0.120 kg** y **T=373 K** se encuentran en un cilindro-pistón y se comporta como gas ideal. Mediante un proceso isobárico su volumen queda en un quinto de la inicial. Después mediante tres procesos consecutivos, en serie, retorna a su estado inicial. El primero de estos tres procesos es isocórico, le sigue un isobárico a **20 kPa** y el tercero un isométrico. Grafique el problema en un diagrama pV . Calcule los valores $\langle p, V, T \rangle$ en los cuatro estados donde el vapor de agua cambia de proceso y el área interior determinada por estos procesos.



Tiempo máximo para terminar esta Unidad

7.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de cinco sesiones de 1.5 horas.



SEGUNDA UNIDAD

Actividades

- Estudiar la sección 2.9 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. Termodinámica Básica para ingenieros. Lo comprendido entre el ejemplo 18 y ejercicio 33, y los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones* y *Actividades* son sólo de lectura.
- Comprender el planteamiento y el desarrollo de los cálculos presentados en los ejemplos 16 al 26 del Libro de Texto.
- Resolver los ejercicios 31-36 del Libro de Texto.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá poder llevar a cabo lo que a continuación se especifica.

Objetivos

- Emplear la ecuación de gas ideal para procesos cerrados en las formas:

$$pV=mRT; \quad \frac{p_f V_f}{T_f} = \frac{p_i V_i}{T_i} \quad (4)$$

donde (f) e (i) distinguen las variables en el estado final e inicial, respectivamente, con el fin de calcular algún valor (es) de la sexteta $\langle p, V, v, T, \rho, m \rangle$.

- Podrá calcular algún valor de la sexteta $\langle p, V, v, T, \rho, m \rangle$ en procesos abiertos mediante la ecuación de gas ideal en las formas,

$$pV=mRT; \quad \frac{p_f V_f}{T_f} = \left(\frac{m_f}{m_i} \right) \frac{p_i V_i}{T_i} \quad (5)$$

y de la ecuación

$$m_T = \Delta m = m_f - m_i \quad (6)$$

en donde Δm es el cambio de masa en el sistema.

Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor a 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

- En el interior de un cilindro-pistón hay diez litros de un gas ideal a **100 kPa**, **20 °C**. Isobáricamente obtiene **12 litros** de volumen; para después, a volumen constante, aumentar en **20%** su presión. Posteriormente, un proceso isotérmico lo lleva a **100 kPa**. Por último, debido a un proceso isocórico su presión llega a **144 kPa**.
 - Grafique en un diagrama pV los procesos anteriores.
 - Determine $\langle p, V, T \rangle$ en cada estado.
 - ¿Están sobre una línea recta los tres estados: 1, 3 y/o 5?
- Un gas ideal a **300 K** se encuentra en el interior de un tanque A de **12 m³**. Mediante válvulas, inicialmente cerradas, el tanque A se comunica con dos tanques vacíos, B y C. Al abrirse las válvulas, el tanque A cede gas a los otros dos tanques hasta que, finalmente, los tres tienen presión igual a $\frac{1}{5.25}$ de la presión inicial en el tanque A. Justo en ese momento, la temperatura final en ambos tanques B y C, es de **100 K** y la del



tanque A **200 K**. Si la capacidad volumétrica del tanque B es el doble que la del tanque C. Determinar los volúmenes de los tanques B y C.

3. Al interior de un cilindro-pistón tenemos **120** gramos de aire a **27 °C y 2 MPa**. Isobáricamente obtiene 12 veces su volumen inicial; para después expandirse isotérmicamente. Posteriormente, se comprime continuamente a **200 kPa**. Por último, isotérmicamente lo comprime hasta que el gas obtiene su estado inicial.
 - a) En tres diagramas: pV , VT y pT muestre los procesos anteriores.
 - b) Determine $\langle p, V, T \rangle$ en cada estado.
4. Un kg. de gas ideal satisface numéricamente la ecuación: $p = \frac{100R}{V} - \frac{RV}{2}$. Determine la máxima temperatura que alcanza este gas.
5. Dados los cuatro estados termodinámicos siguientes:

(0.1 m³, 200 kPa); (0.2 m³, 600 kPa); (0.3 m³, 400 kPa); (0.5 m³, 100 kPa);

Ordénelos de menor a mayor temperatura.

6. Un cilindro-pistón tiene un puerto que permite regular la salida de masa. Al interior del cilindro-pistón se encuentra un kg. de aire a **600 °C y 120 kPa**. Mediante calor la presión alcanza 5.5 veces la inicial, su volumen es invariable. Pero durante este proceso el puerto de salida se ajusta para permitir el escape de $\frac{1}{8}$ de la masa inicial. Después, el pistón se desplaza isobáricamente hasta que la temperatura del aire aumenta 3.2 veces. Mientras tanto, en este proceso se deja escapar un octavo de la masa. Finalmente, el volumen aumenta isotérmicamente en cuatro veces y nuevamente se deja escapar un octavo de masa,
 - i. Determine $\langle p, V, T, m \rangle$ en cada uno de los cuatro estados importantes. Grafique el problema en un diagrama pT .
 - ii. Ahora, suponiendo que en todo momento el puerto de salida se mantuvo cerrado determinar $\langle p, V, T, m \rangle$ de dichos estados y obtener el diagrama pT correspondiente.

Tiempo máximo para terminar esta Unidad

4.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de tres sesiones de 1.5 horas.



TERCERA UNIDAD

Actividades

- Estudiar las secciones 3.1 hasta 3.9 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. Termodinámica Básica para ingenieros). Las secciones 3.3, 3.5 y los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones* y *Actividades* son sólo de lectura.
- Comprender el planteamiento, desarrollo y cálculos presentados en los ejemplos 27-32 del Libro de Texto.
- Resolver los ejercicios 37-41 del Libro de Texto Virtual.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá poder llevar a cabo lo que a continuación se especifica.

Objetivos

- Calculará el calor transferido durante procesos isobáricos e isocóricos mediante las ecuaciones,

$$\begin{aligned} Q_{if} &= mc_p (T_f - T_i) \\ \text{ó} \\ Q_{if} &= mc_v (T_f - T_i) \end{aligned} \quad (7)$$

en donde c_p y c_v son constantes y satisfacen:

$$c_p - c_v = R \quad (8)$$

- Aplicará las ecuaciones anteriores y en su caso la ecuación de gas ideal (ecuación (5)) para determinar en procesos cerrados algún valor de la sexteta $\langle p, V, v, T, \rho, m, Q_{if} \rangle$.
- Aplicará la ecuación del proceso adiabático:

$$pV^\gamma = \text{cte}; \quad \gamma = \frac{c_p}{c_v} \quad (9)$$

o bien sus ecuaciones equivalentes:

$$\frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^{\gamma-1} \quad (10)$$

$$\frac{p_f}{p_i} = \left(\frac{V_i}{V_f} \right)^\gamma \quad (11)$$

$$\frac{T_f}{T_i} = \left(\frac{p_i}{p_f} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} \quad (12)$$

para determinar algún valor de la terna $\langle p, V, T \rangle$.

- Calculará valores de la sexteta $\langle p, V, v, T, \rho, m, Q_{if} \rangle$ en procesos combinados: isocórico, isobárico, adiabático e isotérmico, salvo que en este último no se calculará el calor.



Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor a 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

1. Helio está en un cilindro pistón a **300 kPa**, **0.001 m³** y **260 K**. Isobáricamente duplica su volumen, para después -en un cambio isocórico- sextuplicar su presión. Finalmente, durante un proceso isotérmico reduce su volumen a la mitad.
 - A. Grafique en un diagrama pV el enunciado anterior.
 - B. Determine los calores salvo el del último proceso.
2. Un kg. de etileno (C₂H₄) expande su volumen al doble mediante un proceso isotérmico a **300 K**. Luego alcanza su presión inicial mediante un proceso isocórico. Por último, sin cambiar de presión alcanza su estado inicial.
 - i) Grafique el proceso en diagramas: pV, pT y VT.
 - ii) Calcule los calores transferidos en los dos últimos procesos.
3. Aire con una masa de **1 kg.** está un cilindro pistón a **300 K**. Su presión cambia adiabáticamente hasta que $\frac{p_2}{p_1} = 12$. Luego, isobáricamente aumenta de volumen en cuatro veces. Para después -en otro cambio adiabático- alcanzar su presión inicial. Finalmente, isobáricamente regresa a su estado inicial.
 - I. Grafique en un diagrama pV los procesos anteriores.
 - II. Calcular la terna $\langle p, V, T \rangle$ en cada estado.
 - III. Determine los calores.
4. Un kg. de un gas recibe **1 kJ** como calor y su temperatura se eleva en **10 K**. ¿Cuál es el calor específico del proceso?

Tiempo máximo para terminar esta Unidad

4.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de tres sesiones de 1.5 horas.



CUARTA UNIDAD

Actividades

- Estudiar el capítulo 4 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. El párrafo que comienza con el encabezado *Observaciones* es sólo de lectura.
- Comprender el planteamiento, desarrollo y cálculos presentados los ejemplos 33-36 del Libro de Texto.
- Resolver los ejercicios impares entre la lista del 43 al 57 del Libro de Texto.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá poder llevar a cabo lo que a continuación se especifica.

Objetivos

- Calculará el trabajo transferido durante procesos isobáricos, isotérmicos y adiabáticos mediante

$$W_{if} = \int_{V_i}^{V_f} p dV \quad (13)$$

En particular, empleará para el proceso isobárico:

$$W_{if} = mp_i (v_f - v_i) = mR(T_f - T_i) \quad (14)$$

Para el proceso isotérmico:

$$W_{if} = mRT_i \ln \frac{V_f}{V_i} = mRT_i \ln \frac{p_i}{p_f} \quad (15)$$

Para el proceso adiabático:

$$W_{if} = mc_v (T_f - T_i) = \frac{mR(T_f - T_i)}{1 - \gamma} = \frac{p_f V_f - p_i V_i}{1 - \gamma} \quad (16)$$

- Aplicará las ecuaciones (14-16) y las ecuaciones de las tres unidades anteriores para determinar algún(os) valor de $\langle p, V, v, T, \rho, m, Q_{if}, W_{if} \rangle$:

- Determinará la eficiencia térmica de ciclos termodinámicos mediante alguna de las ecuaciones:

$$\eta = \frac{W_{\text{Total}}}{Q_{\text{Admitido}}} = \frac{Q_{\text{ADMITIDO}} + Q_{\text{CEDIDO}}}{Q_{\text{ADMITIDO}}}$$
$$\eta = 1 + \frac{Q_{\text{CED}}}{Q_{\text{ADM}}} \quad (17)$$
$$\eta = 1 + \frac{q_{\text{CED}}}{q_{\text{ADM}}}$$

en donde, $q = \frac{Q}{m}$.

Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor de 90 minutos al menos dos problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

- Un kg de etileno (C_2H_4) expande su volumen al doble mediante un proceso isotérmico a 300 K. Luego alcanza su presión inicial mediante un isócoro. Por último, sin cambiar de presión alcanza su estado inicial.



- i) Grafique el proceso en los diagramas: pV , pT y $V T$.
 - ii) Calcular los trabajos en los tres procesos.
 - iii) Suponga que el calor en el proceso isotérmico es igual al valor del trabajo isotérmico: Calcule los dos calores restantes.
 - iv) Muestre que la suma de los tres calores es igual que la de los tres trabajos.
2. Un ciclo con sustancia de trabajo H_2 inicia con una expansión isobárica y continúa con una isotérmica. Después mediante un isobárico y un isotérmico llega a su estado inicial. La temperatura en el estado **1** es 100 °C la presión en el estado **2** es doce veces la presión en el estado **3** y el volumen en el estado **2** es ocho veces el volumen en el estado **1**. Calcular la eficiencia térmica de este ciclo. Suponga que en el proceso isotermo el calor intercambiado es igual al trabajo.
3. Un gas ideal, $R = \frac{3}{5}c_p$ es sometido a un ciclo que se inicia con un proceso isobárico, continúa con uno adiabático y termina mediante un isocórico. Durante el primer proceso disminuye el volumen del gas a la mitad y en el segundo la presión cae a un tercio. Calcular los trabajos en función de la temperatura inicial por kilogramo de masa y la eficiencia del ciclo.

Tiempo máximo para terminar esta Unidad

4.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de tres sesiones de 1.5 horas.



QUINTA UNIDAD

Actividades

- Estudiar el capítulo 5 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. La sección 5.5 y los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones* y *Actividades* son sólo de lectura.
- Comprender el planteamiento y el desarrollo de los cálculos presentados en los ejemplos 37-45 del Libro de Texto.
- Resolver los ejercicios impares comprendidos entre la lista del 59 y 71 del Libro de Texto.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá poder llevar a cabo lo que a continuación se especifica.

Objetivos

- Determinará los cambios de energía interna de un gas ideal mediante:

$$\Delta U = mc_v(T_2 - T_1) \quad (18)$$

Para procesos isotérmicos $\Delta U = 0$.

- Aplicará la primera ley de la termodinámica:

$$\Delta U = Q_{12} - W_{12} \quad (19)$$

para efectuar balances de energía y determinar calor(es) o trabajo(s) transferidos durante procesos termodinámicos conocidos y arbitrarios.

- Aplicará la primera ley de la Termodinámica para analizar las conversiones de energía en ciclos como son: Carnot, Otto, Diesel, y Brayton.

Autoevaluación

Resolver en un tiempo no mayor de 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

- Adiabáticamente un kg. de H_2 a $20^\circ C$ comprimirá su volumen hasta un tercio del inicial. Después isobáricamente obtendrá su volumen inicial. Por su parte **1 kg.** de aire recibirá isotérmicamente **$140.46 \frac{J}{kg}$** y con ello su volumen será seis veces mayor a su volumen inicial. Luego a semejanza del hidrógeno, el aire se expandirá isobáricamente. Ahora bien, durante la expansión isóbara del H_2 y aire, se permitirá que ellas intercambien calor: Calcular el calor, trabajo y cambio de energía interna del aire en los cuatro procesos.
- Un recipiente de paredes adiabáticas está dividido justo a la mitad por una pared móvil que también es adiabática. Una mitad del recipiente contiene **1 kg.** de Propano a **100 kPa** y **$15^\circ C$** ; en la otra mitad está hecho el vacío. Determinar el calor y el trabajo del Propano después de quitar la pared móvil. El gas adquiere su equilibrio a **$8^\circ C$** .
- Un kg. de aire a **$300^\circ C$** está confinado en un cilindro-pistón, duplica su volumen en forma isobárica. Luego duplica su presión en un proceso isométrico; en seguida cuadruplica su temperatura en un proceso isobárico. Después, sin variar de volumen, obtiene la presión del estado inicial; por último, sin cambiar presión, su volumen aumenta en la mitad. Determine el trabajo, el calor y la energía interna en cada uno de los procesos anteriores.



4. Vapor de agua en un cilindro pistón a 460 °K , 0.3183 m^3 y 2 MPa , es llevada isobáricamente a 0.43 m^3 . Posteriormente en un proceso isócoro obtiene 0.4 MPa . Después isobáricamente llega a 1300 °C . Calcular los calores, trabajos y energía interna en cada proceso.

Tiempo máximo para terminar esta Unidad

4.5 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de tres sesiones de 1.5 horas.



SEXTA UNIDAD

Actividades

- Estudiar los capítulos 6 y 7 del Libro de Texto Virtual: G. Aragón González et al. La sección 6.3 y los párrafos que comienzan con los encabezados *Observaciones* y *Actividades* son sólo de lectura.
- Comprender el planteamiento y el desarrollo de los cálculos presentados en los ejemplos 46, 50-56 del Libro de Texto.
- Resolver los ejercicios 72-76 del Texto Virtual.

Después de realizar las tres actividades anteriores usted deberá poder llevar a cabo lo que a continuación se especifica.

Objetivos

- Podrá explicar oralmente y por escrito con no más de 100 palabras los enunciados de Clausius y Kelvin-Planck sobre la factibilidad de construir dispositivos que operen en ciclos e intercambien calor y trabajo.
- Empleará operativamente la entropía como una variable termodinámica.
- Calculará cambios de entropía con apoyo de las siguientes ecuaciones:

$$\Delta s = c_v \ln \frac{T_f}{T_i} + R \ln \frac{V_f}{V_i}; s = \frac{S}{m} \quad (20)$$

$$\Delta s = c_p \ln \frac{T_f}{T_i} - R \ln \frac{p_f}{p_i}; s = \frac{S}{m} \quad (21)$$

- Aplicará el hecho siguiente: " El cambio total de entropía de un sistema aislado siempre es no negativo" (Segunda ley de la Termodinámica).

Autoevaluación

Resolver correctamente en un tiempo no mayor a 90 minutos al menos tres problemas, seleccionados al azar, de la siguiente lista.

- Calcular el cambio de entropía para **2 kg.** en los procesos siguientes: isobárico ($\frac{V_f}{V_i} = \frac{1}{3}$); isocórico ($\frac{p_f}{p_i} = 12$); isotérmico ($\frac{p_f}{p_i} = 12$) y adiabático ($\frac{T_i}{T_f} = 100$).
- En un recipiente rígido de paredes adiabáticas se encuentra dividido, fija adiabática, justo a la mitad, mediante una pared adiabática. En una mitad se encuentra un gas a **700 kPa**, en la otra mitad está hecho el vacío. La pared es removida. ¿Cuál de los dos gases siguientes: Hidrógeno y Helio genera mayor cambio de entropía?
- Se transfiere **100 kJ** en forma de calor a un cierto gas A de otro gas B. Ahora, el gas A cede esta misma cantidad de calor a otro gas C. Calcular el cambio de entropía de cada uno de los gases. Determinar el cambio de entropía total de cada pareja de gases.
- Una máquina de Carnot opera entre un depósito de temperatura de **700 °C** y un depósito de temperatura de **20 °C**. Suponiendo que esta máquina genera **50 kJ** en forma de trabajo. Dibuje el ciclo anterior en diagramas TS y pV. Calcular el calor suministrado, la eficiencia de la máquina y el calor rechazado.



Tiempo máximo para terminar esta Unidad

3 horas

Trabajo semanal equivalente al de un curso tradicional, de dos sesiones de 1.5 horas



PRIMERA UNIDAD

Examen A

1. Transformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin:

-50 °C; 130 °C; 30 °F; -20 °F; 1300 °F

¿A qué temperatura la escala Fahrenheit y Celsius dan la misma lectura?

2. Un kg. de un gas tiene un volumen de **0.001 m³** a la presión de **0.1 MPa** isotérmicamente obtiene **0.002 m³**. Después su presión se reduce a la mitad isocóricamente. Finalmente, el gas se dilata, en un proceso isobárico, hasta **0.004 m³**. Determine los valores de la quinteta (p, V, v, T, ρ) en cada uno de los estados importantes.

3. Un tanque cilíndrico tiene un pistón que le permite cambiar el volumen de su interior. El tanque contiene aire con **0.13 m³** y **200 kPa**. Se empuja el pistón hasta que el volumen del aire sea **0.05 m³**.

A. Si durante todo el cambio de volumen la temperatura no cambia ¿Qué valor final tiene la presión?

B. Pero si en lugar de la temperatura fuera la presión la que no cambia ¿Cuál es la temperatura?

4. Si la presión atmosférica en una ciudad es de **560 mmHg**. ¿Cuántos **kPa** son? ¿Cuántos bar y atmósferas?



Examen B

- Un tanque cerrado de forma cilíndrica con **0.6096 m** de diámetro y **0.9144 m** de altura está lleno de un gas ideal con densidad **$244.133 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$** . Calcular:
 - El volumen total de la sustancia.
 - Su masa.
 - Volumen específico.
 - Su peso específico, si el lugar tiene una gravedad de **$9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$** .

- Dos kg. de O_2 tienen un volumen de **0.01 m^3** a una presión de **0.2 MPa**. Después de una compresión isotérmica obtiene **0.05 m^3** . Luego su presión se aumenta al doble isocóricamente. Finalmente, el O_2 se expande a presión constante hasta **0.02 m^3** . Determinar los valores de la quinteta (p, V, v, T, ρ) en cada estado.

- Actúan un manómetro de columnas paralelas con una sustancia manométrica con densidad de **$817.442 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$** . Se observa que la diferencia de altura entre dos columnas es de **0.508 m**. ¿Cuál es la diferencia de alturas que proporcionará este manómetro y uno que emplee Hg? (Suponga la densidad del mercurio igual a **$13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$**)

- Trasformar las siguientes temperaturas a grados Kelvin (K):
 $-50 \text{ }^\circ\text{C}$; $130 \text{ }^\circ\text{C}$; $-20 \text{ }^\circ\text{F}$; $30 \text{ }^\circ\text{F}$; $1300 \text{ }^\circ\text{F}$



Examen C

1. Tres kg. de He a **300 K** aumentan, isotérmicamente, su volumen. Posteriormente duplica su temperatura isocóricamente. Finalmente, a presión constante, reduce su volumen a la mitad. Graficar en un diagrama pV cada uno de estos procesos. Determinar la temperatura en cada estado.
2. Un manómetro de columnas paralelas opera a nivel de mar con un fluido de $900 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}$. La diferencia de nivel entre sus columnas es de **0.381 m** ¿Cuál es la diferencia de presión?
3. ¿La escala de temperaturas Rankine emplea una unidad mayor o menor que la escala Kelvin? ¿Un grado Fahrenheit es una unidad mayor o menor que un grado Celsius?
4. Un recipiente rígido y cerrado contiene 40 litros de N_2 a una presión de **150 kPa** y temperatura de **5 °C**. Cuando la temperatura del nitrógeno alcanza **40 °C** ¿Cuál será su presión?



Examen A

1. Un recipiente de dos litros está provisto de una llave y contiene O_2 a **300 K** y presión atmosférica. Ahora bien, el recipiente es calentado hasta llegar a **400 K** manteniendo la llave abierta. La llave se cierra y el recipiente se enfría a su temperatura inicial.
 - A. ¿Cuál es la presión final del O_2 en el recipiente?
 - B. ¿Cuántos gramos de O_2 permanecen en el recipiente?

2. Helio tiene un volumen de **0.001 m^3** a la presión de **0.1 MPa** y temperatura de **100 °C** mediante cierto proceso el gas obtiene el volumen de **0.002 m^3** y **500 kPa**. Determinar la temperatura final del gas.

3. Dos tanques A y B están conectados mediante una válvula, inicialmente cerrada. El tanque A contiene un gas a **500 kPa** y **600 °C**. El tanque B con volumen **0.3 m^3** está inicialmente vacío. La válvula es abierta momentáneamente y después de cerrarla se observa que la presión del gas en el tanque A es de **400 kPa** y su temperatura es de **500 °C**. En cuanto al tanque B el gas tiene una presión de **150 kPa** y **270 °C**. ¿Cuál es el volumen del tanque A?



Examen B

1. En un tanque hay **0.6 kg.** de N_2 a **200 kPa** y **50 °C**. Por medio de una válvula convenientemente dispuesta se le une a un segundo tanque con un volumen de **0.5 m³** el cual se encuentra completamente vacío. Se abre la válvula y se deja que alcancen un completo equilibrio. Determinar la presión final.

2. O_2 tiene un volumen de **0.01 m³** a la presión de **0.5 MPa** y temperatura **150 °C**, el gas se comprime y obtiene un volumen de **0.005 m³** y una temperatura de **350 °C**. Determinar la presión final del gas.

3. Un tanque contiene N_2 a **600 kPa** y **40 °C**. Después de extraer del tanque un kg. de gas, la presión y la temperatura deben cambiar a:
 - A. 400 kPa y 30 °C.
 - B. 340 kPa y 10 °C.
 - C. 360 kPa y 40 °C.
 - D. Ninguna de las anteriores.



Examen C

1. Un tanque contiene **5 kg.** de N_2 a **500 kPa** y **30 °C**. Debido a una fuga el N_2 adquiere **420 kPa** y **30 °C**. Determinar la masa que escapó.
2. Un gas se comporta idealmente y mantiene entre su presión y volumen la relación $p=cte.V$. Además se sabe que a **0.1 m³** le corresponden **15 kPa**. Graficar el proceso en un diagrama TV. Cuando el volumen inicial aumenta al triple, determine la razón de temperaturas correspondientes.
3. Un recipiente rígido A con volumen **3 m³** contiene N_2 a **300 kPa** y **50 °C**. Este recipiente se encuentra conectado a otro recipiente rígido B con N_2 a **100 kPa** y **10 °C**. Después de que la válvula que separa los contenidos es abierta la presión y temperatura resultantes son **140 kPa** y **20 °C**. ¿Cuál es el volumen del recipiente B?



Examen A

1. 20 kg. de H_2 llevan a cabo tres procesos en serie: un adiabático, un isobárico y un isocórico. En estos dos últimos el cambio de temperatura del primero es igual (salvo el signo) al del otro. Determine los dos calores posibles.
2. Durante el tiempo de compresión un ciclo de Otto, que opera con aire, reduce su volumen a la décima parte. Calcular la temperatura al final de la compresión T_2 así como el cociente de volúmenes. Suponga al aire como gas ideal con $\gamma=1.4$ y $T_1= 50\text{ }^\circ\text{C}$.
3. Un kg. de N_2 a 2 atmosferas, 4 m^3 y $300\text{ }^\circ\text{C}$ adiabáticamente lleva su presión a 1 atmósfera. Después, a volumen constante alcanza su presión inicial. Calcular $\langle p, V, v, T, \rho, m, Q_{if} \rangle$ en cada uno de los procesos.



Examen B

1. Durante el tiempo de compresión, de un ciclo Diesel una máquina comprime aire hasta $\frac{1}{15}$ de su volumen inicial. Suponga al aire como gas ideal con $\gamma=1.4$ y $T_1=50\text{ }^\circ\text{C}$.
 - a) Calcular la temperatura al final de la compresión T_2 .
 - b) La temperatura final después de la expansión si la máxima temperatura alcanzada en el ciclo es $T_3=2000\text{ K}$.
 - c) Los calores intercambiados durante este ciclo.

2. Un kg. de O_2 se comprime adiabáticamente de 1 atmósfera, $10\text{ }^\circ\text{C}$ hasta 2 atmósferas, después isobáricamente es enfriado hasta $10\text{ }^\circ\text{C}$. Calcular $\langle p, V, v, T, \rho, m, Q_r \rangle$ en cada uno de los procesos. Hacer los mismos cálculos si los últimos procesos son isobárico e isocórico.

3. Dos kilogramos de un gas reciben 200 kJ a volumen constante. Si la temperatura del gas aumenta en $100\text{ }^\circ\text{C}$, determine el C_v del proceso.



Examen C

1. Dos kilogramos de un gas reciben **300 kJ** a presión constante. Si la temperatura del gas aumenta en **100 °C**, determine el C_v del proceso.
2. Neón con **11.652 kg**. adquieren durante un proceso isobárico **12 kJ** de calor. Después mediante un adiabático obtienen la temperatura de **325 K**. Determine $\frac{T_i}{T_f}$, $\frac{V_i}{V_f}$, $\frac{P_i}{P_f}$ en cada uno de los procesos.
3. En un ciclo Otto se tiene: $\frac{V_1}{V_2}=10$; $\frac{P_3}{P_2}=3$; $\gamma=1.34$; $c_v=0.7162 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$. Si $P_1=100 \text{ kPa}$ y $T_1=305 \text{ K}$. Calcular los calores admitido y rechazado.



Examen A

1. Un cilindro-pistón contiene **2 kg.** de aire a **300 K**, **1 atmósfera**. El aire se comprime adiabáticamente hasta obtener una presión de **6 atmósferas**. Calcular el trabajo y los cocientes: $\frac{p_f}{p_i}$; $\frac{V_i}{V_f}$.
2. Aire a **300 K**, se comprime adiabáticamente de manera tal que $p_f = 10 p_i$. Después, isobáricamente aumenta en cuatro veces su volumen. Posteriormente adiabáticamente alcanza su presión inicial. Por último, mediante una compresión isobárica regresa a su volumen inicial. Dibuje en un diagrama pV los procesos anteriores. Calcular la eficiencia de este ciclo (ciclo Brayton)
3. Un gas con $\gamma = \frac{7}{5}$ aumenta su presión isocóricamente de manera tal que $p_f = 4 p_i$. Después isobáricamente triplica su volumen. Posteriormente, isocóricamente alcanza su presión inicial. Por último, mediante un proceso isobárico regresa a su volumen inicial. Dibuje en un diagrama pV los procesos anteriores. Calcular los trabajos y la eficiencia del ciclo.



Examen B

1. Propano a **300 K** se comprime adiabáticamente de manera tal que $p_2 = 12 p_1$. Después isocóricamente aumenta en seis veces su presión. Posteriormente, se expande adiabáticamente hasta alcanzar su presión inicial. Por último, mediante una compresión isobárica regresa a su volumen inicial. Dibuje en un diagrama pV los procesos anteriores. Calcular los trabajos y la eficiencia del ciclo.

2. Un kg. de N_2 a una presión de 2 atmósferas y temperatura **300 °C** se expande adiabáticamente hasta que su presión es la mitad de la inicial y después se calienta a volumen constante hasta que el gas alcanza su presión inicial. Calcular el trabajo total.

3. Aire con una masa de **1 kg.** está dentro de un cilindro pistón a **300 K**. Su presión cambia adiabáticamente hasta que $p_f = 12 p_i$. Luego, isobáricamente aumenta de volumen en cuatro veces. Para después -en otro proceso adiabático- alcanzar su presión inicial. Finalmente, isobáricamente regresa a su estado inicial.
 - a) Grafique en un diagrama pV los procesos.
 - b) Calcular la terna (p, V, T) en cada estado.
 - c) Determine la transferencia de calor en cada proceso.
 - d) Calcular la eficiencia del ciclo.



Examen C

1. Durante el tiempo de compresión una máquina Diesel, comprime aire a dieciocho veces de su volumen inicial. Calcule el trabajo de compresión. Suponga que la temperatura inicial del aire es de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
2. Un sistema cerrado, sustancia de trabajo O_2 pasa adiabáticamente de 1 atmósfera, $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta 2 atmósferas. Después isobáricamente obtiene $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcular el trabajo y calor intercambiados por kilogramo de masa en estos procesos. Hacer los cálculos si los procesos son primero isocórico y luego isobárico. Puede alcanzarse el primer y último estado con una isoterma ¿Cuál sería el trabajo en este caso?
3. En un ciclo Otto se tiene: $\frac{V_1}{V_2}=10$; $\frac{P_3}{P_2}=3$; $\gamma=1.34$; $c_v=0.7162 \frac{\text{kJ}}{\text{kg K}}$. Si $p_1=100 \text{ kPa}$ y $T_1=305 \text{ K}$. Calcular la eficiencia térmica del ciclo, el calor admitido y los calores cedidos.



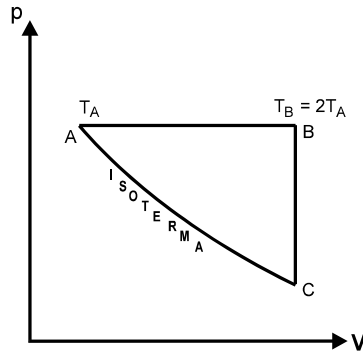
Examen A

1. Un recipiente cerrado contiene **2 kg.** de vapor de agua a **140 kPa** y **1500 °C**. Después de un proceso isotérmico el agua ocupa **0.7856 m³**. Calcular: Q , ΔV y W .
2. Un gas ideal es sometido al siguiente ciclo. Una expansión en la cual el cambio de energía interna es **-150 kJ**, y una compresión que rechaza **35 kJ** de calor. Calcular la cantidad de trabajo durante la compresión.
3. Un cilindro-pistón contiene **2 kg.** de N_2 a **300 °C**. El N_2 se expande y obtiene **150 K**. Durante la expansión, se permite transferencia de calor del medio circundante al N_2 numéricamente igual a **150 kJ**. Calcular la cantidad de trabajo durante la expansión.



Examen B

1. Una determinada masa de gas es sometido a los procesos que se muestran en el diagrama siguiente:



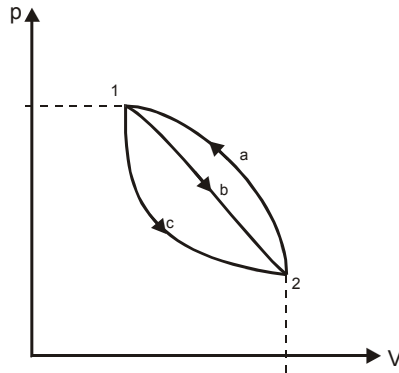
Determinar la eficiencia térmica de este ciclo en función de γ .

2. Un cilindro-pistón contiene **2 kg**. de aire a **300 K**. El aire se comprime hasta una temperatura de **460 K**. Durante la compresión, hay una transferencia de calor del aire al medio circundante, igual **120 kJ**. Calcular la cantidad de trabajo durante la compresión.
3. Un kg. de un gas ideal es sometido al siguiente ciclo: inicia con un proceso isotérmico (1-2), luego un proceso isobárico (2-3) y finaliza con un proceso isocórico (3-1). Si $p_2 = 5 p_1$ y $V_3 = 3 V_2$. Encuentre su eficiencia térmica sólo en función de la sustancia.

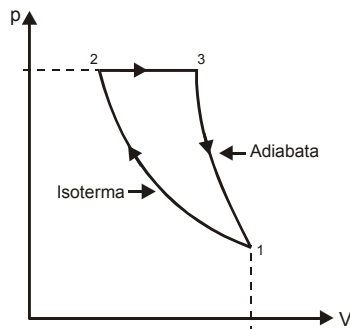


Examen C

1. Durante el proceso 1-b-2 mostrado en la figura un gas acepta **80 kJ** de calor y cede **30 kJ** de trabajo.
 - i) ¿Cuánto calor debe suministrarse para obtener del gas **10 kJ** de trabajo durante el proceso 1-c-2.
 - ii) Ahora, si en el proceso 2-a-1 al gas recibe **60 kJ** en forma de trabajo, calcular el calor en el proceso 2-a-1.



2. Aire con $T_1=20\text{ °C}$ y $p_1=0.2\text{ MPa}$ efectúa el ciclo siguiente:



Si $p_2=1.2\text{ MPa}$, calcular la eficiencia del ciclo.

3. Un kg. de un gas ideal para el cual $c_v=\frac{3}{2}R$ ocupa un volumen de **4 m³** a una presión de **8 atmósferas** y temperatura de **400 K**. El gas será expandido hasta alcanzar una presión final de **1 atmósfera**. Calcular el volumen y temperatura final; el trabajo, el calor intercambiado, así como el cambio de energía interna del gas, para cada uno de los siguientes procesos: a) isotérmico; b) adiabático; c) expansión libre (sobre el vacío).



Examen A

1. O_2 se calienta de **300 K** a **1500 K**. Suponga que durante este proceso la presión disminuye de **200** a **150 kPa**. Calcular el cambio de entropía del O_2 por kilogramo.
2. Una máquina de Carnot opera entre un depósito de temperatura a **100 °C** y otro a **50 °C**. Si la máquina recibe **1000 kJ** del depósito de temperatura alta, encontrar el trabajo, el calor rechazado y la eficiencia térmica del ciclo.
3. Diez kg. de un gas ideal se expanden hasta ocupar un volumen 3 veces mayor que su volumen inicial. Calcular el cambio de entropía si el proceso es isotérmico. Realizar lo mismo, pero cuando el proceso es isobárico.



Examen B

1. Cuáles variables termodinámicas varían cuando un gas ideal es sometido un proceso isotérmico.
2. Un kg. de gas ideal está inicialmente en el estado (p_1, V_1, T_1) . Encontrar el cambio de entropía del sistema cuando el gas cuadriplica su volumen inicial empleando cada uno de los procesos siguientes:
 - a) isotérmico.
 - b) adiabático.
 - c) isobárico.
3. Una máquina térmica realiza un trabajo total de **21.5 kJ** y recibe **90 kJ** de calor igual. Calcular la eficiencia de la máquina, el calor rechazado y el admitido.



Examen C

1. Graficar los procesos fundamentales: isotérmico, isoentrópico, isocórico e isobárico en diagramas: pV , TV , TS y pT .
2. Dos muestras de un mismo gas ideal inicialmente a la misma temperatura T_0 y presión p_0 se comprimen hasta que su volumen se reduce a la mitad, en un caso, isotérmicamente y en el otro, adiabáticamente. Calcular el cambio de entropía para el proceso que obtenga la presión final mayor.
3. Un cilindro pistón contiene un kilogramo de aire a una presión de **400 kPa** y a una temperatura de **600 K**. El aire se expande en un proceso isoentrópico. Calcular el trabajo que produce el aire.



