



Diagnóstico del nivel de conocimientos de estudiantes que ingresan a Metodología Científica II de la carrera de Biología de la FES Iztacala, UNAM

Martínez García Martha^{1*}, Álvarez Rodríguez Carmen¹, Fregoso Padilla Martha María de Lourdes², Molina González María Graciela², Trujillo Hernández Antonia², Salazar Rojas Víctor Manuel¹

¹UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. División de Investigación y Posgrado. Av. de los Barrios 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Méx. C.P. 54090. México.

²UNAM, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Carrera de Biología. Av. de los Barrios 1. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Méx. C.P. 54090. México.

*Autor para correspondencia: marmartinezgar@hotmail.com

Recibido:

29/mayo/2016

Aceptado:

9/agosto/2016

Palabras clave

Diagnóstico, evaluación, aprendizaje

Keywords

Diagnostic test, evaluation, learning

RESUMEN

En la carrera de Biología de la FES Iztacala, se impartió el módulo de Metodología Científica II, de 1994 a 2015, bajo un sistema de enseñanza modular. El cuerpo colegiado del módulo, interesado en conocer la eficiencia del proceso de enseñanza aprendizaje en este sistema, planteó la aplicación de un instrumento estandarizado con el objetivo de evaluar nivel de conocimiento sobre el contenido del programa en 10 bloques temáticos, dirigida a toda la generación de estudiantes a partir del 2013. Participaron 1076 estudiantes durante los años 2013 a 2015. Los datos se analizaron para obtener los promedios de calificación por grupo y generación y se analizó por un método de agrupamiento. Los resultados de la evaluación mostraron que la calificación aprobatoria (60.3%) se alcanzó hasta el 2015. Los participantes se agruparon en 4 perfiles de ingreso al módulo denominados: Teórico+Práctico+, Teórico+Práctico-, Teórico-Práctico+ y Teórico-Práctico-. La información generada permitirá al profesorado establecer las estrategias didácticas a utilizar en las asignaturas equivalentes que se imparten actualmente.

ABSTRACT

The module 'Scientific Methodology II' was part of the BS Biology program at FES Iztacala, UNAM (Iztacala Department of Higher Studies, National Autonomous University of Mexico) from 1994 to 2015. From 2013 on, the Faculty of the module proposed the application of a standardized diagnostic test to assess the contents of the module in 10 subject areas. In the years 2013 to 2015, 1076 students took the test. The obtained data were analyzed to obtain group and class averages, and a grouping algorithm was applied. Results from the test showed that the passing grade (60.3%) was obtained only in 2015, while the participants were grouped in four entry profiles: Theoretical+Practical+, Theoretical+Practical-, Theoretical-Practical+, and Theoretical-Practical-. This information will enable the Faculty to fine tune the didactical approach of the equivalent subjects that are taught at present.



Introducción

En el sistema productivo de México, la investigación científica es parte integral, tanto para aprovechar el conocimiento universal como para producir innovaciones. De ahí que resulta necesario promover un desarrollo científico y tecnológico vinculado a un sistema educativo de calidad. El impulso de la ciencia y la tecnología son aspectos fundamentales para el desarrollo de un país (SEP, 2013); sin embargo, México no ha logrado dar avances importantes en estos rubros, por lo que entre los principales desafíos que deberá enfrentar están: a) consolidar la capacidad científica y tecnológica, b) fortalecer la educación superior y c) difundir el conocimiento científico y tecnológico (FUSDA, 2007).

Para promover con la educación profesional el desarrollo de la ciencia se requiere personal de alto nivel, con vocación para enseñar y que lleve a cabo esta actividad. Durante su formación académica el científico adquiere los conocimientos acerca de su campo, las teorías y los métodos que se usan para generar conocimiento *de novo* (Valdez, 2005). Según Astolfi (1997), hay tres modelos o ideologías predominantes de enseñanza (transmitivo, de condicionamiento y constructivista), que sirven de base a las prácticas de los maestros conscientemente o no, cada uno dispone de una lógica y de una coherencia que habrá de caracterizarlo. El constructivismo sostiene que la ciencia es una construcción y no una simple copia de la realidad y que tiene mucho de invención (Delval, 2013). La evidencia acumulada en el área de enseñanza de las ciencias sugiere que la comprensión de ideas centrales en una disciplina, así como el desarrollo de prácticas científicas demanda la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento (National Research Council, 2015).

Dentro del constructivismo, el modelo curricular basado en un sistema modular, se caracteriza fundamentalmente por vincular la investigación, la docencia y la extensión en un solo proceso que es la formación del profesional; garantiza el aprendizaje de los conocimientos científicos y la metodología de la investigación, tiene en cuenta la capacidad de los estudiantes para realizar multiprocesos, destaca la pertinencia universidad - sociedad, desde la óptica de la transformación social. Conceptualmente el currículo no se reduce al plan de estudios, sino que tiene otros componentes de vital importancia como: fundamentos, diagnóstico, perfiles, competencias, contenidos, metodología y evaluación (Thompson et al., 2013). Desde esta perspectiva, la enseñanza de la Biología debe

modificarse de manera que los alumnos tengan múltiples oportunidades para observar fenómenos, realizar experimentos, analizar datos, generar modelos, construir argumentos y comunicar sus ideas.

Es importante que desde la licenciatura los alumnos entren en contacto con la ciencia y que además apliquen los principios teóricos de ésta, ya que esto les brinda la oportunidad de iniciarse en una carrera de investigación científica. Por ello en el contexto de los planes y programas de estudio, la carrera de Biología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES Iztacala), presentó una forma diferente para la enseñanza de la Biología, el Plan Modular, de allí como resultado de un análisis profundo y sistematizado de los planes "Tradicional" y "Modular" se buscó implementar estrategias de aprendizaje más activo, con base en una formación teórico-práctica más sólida y con una fase terminal enfocada a la inserción del profesional de la biología al mercado laboral y productivo, el Plan Modular Unificado (López et al., 1999). El sistema de enseñanza modular está centrado en que el alumno aprenda por iniciativa propia y el profesor se torna en asesor que guía dicho proceso. Para lograr lo anterior, se trabaja por módulos, cuyos objetivos de aprendizaje giran alrededor de un problema concreto, en él se estipulan las actividades que el alumno realizará, en el marco teórico que debe dominar, el tiempo aproximado de duración y los criterios de evaluación.

En este plan de estudios la columna vertebral son los Módulos de Metodología Científica, en el caso particular de los módulos de Metodología Científica I y II los objetivos que se persiguen son que el alumno adquiera los conocimientos necesarios para plantear y resolver un problema de investigación biológica a través de la investigación documental, la ejecución del experimento, el procesamiento de los resultados, su análisis, interpretación y su difusión. Estos módulos se caracterizan por ser formativos, con una estructura para la enseñanza integrativa, con actividades de aprendizaje que permite a los estudiantes alcanzar objetivos educacionales de capacidades, destrezas y actitudes (http://biologia.iztacala.unam.mx/bio_antec.php).

Este plan desde su concepción en 1994 y hasta su última generación 2015, careció de un instrumento de evaluación masificado y sistemático que permitiera conocer el nivel de aprendizaje a lo largo de estos módulos formativos como punto de partida para diseñar o rediseñar estrategias de enseñanza y/o reforzar los conocimientos de los módulos.



La evaluación en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje tiene como objetivo reconocer los aprendizajes que el estudiante logra y la enseñanza que imparte el docente. Esto requiere de seguimiento antes, durante y al terminar la actividad educativa, lo anterior permite conocer, medir y tomar decisiones, así como inducir la reflexión del profesor sobre su propuesta didáctica y la posibilidad de mejorar los procesos de enseñanza (Frola, 2008).

Una de las estrategias didácticas para evaluar los procesos de construcción del conocimiento es a través del desarrollo de proyectos (Bautista et al., 2013), lo cual permite integrar distintos contenidos científicos, entre los que se encuentran: organización del proyecto, planteamiento de hipótesis, análisis de información, marco teórico, experimentación, reporte final del trabajo y colaboración con el equipo de trabajo.

Así, el modelo educativo de enseñanza para Metodología Científica se estableció en un contexto modular, sin embargo, quedó sin abordarse de forma sistemática el campo disciplinar de la evaluación, el cual actualmente, se posiciona en un papel central dentro de las reformas educativas internacionales (Reyes et al., 2014).

Especialistas del área educativa señalan que las universidades mexicanas solían utilizar pruebas de logro académico informales, sin someterse en su mayoría a pruebas estadísticas de rutina (Backhoff y Tirado, 1993). En este módulo la evaluación diagnóstica se llevaba a cabo como un esfuerzo individual por algunos profesores, sin ninguna sistematización. En los últimos años, el profesorado del módulo viene desarrollando trabajo de investigación educativa encaminada a establecer indicadores para la evaluación del proceso de enseñanza.

La academia de profesores que imparten Metodología Científica II, aplicó una herramienta diagnóstica a los estudiantes que ingresan al módulo, en el segundo semestre de la Carrera de Biología con el propósito de evaluar el nivel de conocimientos sobre investigación científica experimental e identificar los perfiles de ingreso de los estudiantes, bajo el sistema de enseñanza modular.

Metodología

Participantes

La muestra fue de 1076 estudiantes distribuidos en 13 grupos por año, durante 2013, 2014 y 2015, que ingresaron al segundo semestre, donde se ubica el Módulo de Metodología Científica II (MMCII) dentro del

plan Modular Unificado de la Carrera de Biología de la FES Iztacala-UNAM (Tabla 1).

Tabla 1. Muestra poblacional de estudiantes del MMCII de la Carrera Biología de tres años (N= 1076).

Grupo	2013	2014	2015
2201	31	35	36
2202	27	33	37
2203	32	31	36
2204	23	37	40
2205	32	37	38
2206	31	32	34
2207	0	34	33
2251	19	22	28
2252	19	20	29
2253	29	27	32
2254	28	23	27
2255	23	31	27
2256	0	23	0
Total	294	385	397

Instrumento diagnóstico

El instrumento consistió en un cuestionario de 37 ítems de opción múltiple con cuatro opciones y una sola respuesta correcta, clasificados en 10 bloques temáticos (Tabla 2). El instrumento fue previamente validado mediante una revisión técnica de acuerdo a los criterios establecidos por el Departamento de Evaluación de la FES Iztacala y de Aguilar y García (2011) y una prueba piloto (datos no mostrados).

Tabla 2. Bloques temáticos abordados en el instrumento diagnóstico.

BLOQUE	TEMA
1	Método Científico
2	Protocolo
3	Problema Biológico
4	Objetivos
5	Diseño Experimental
6	Equipo de Laboratorio
7	Conversiones
8	Disoluciones
9	Informe de Investigación
10	Referencias Bibliográficas

Aplicación

El instrumento de diagnóstico se aplicó al inicio de cada semestre par, durante tres años consecutivos de 2013 a 2015 por un profesor diferente al responsable académico de cada grupo, durante las últimas 2 h de su clase. Se explicó a los alumnos cuál era el objetivo y la utilidad de los datos que se obtuvieran del instrumento aplicado. Los profesores encargados de esta actividad recibieron una guía de instrucciones para la aplicación del cuestionario, que incluía recomendaciones de la lectura del cuadernillo de preguntas y la forma de llenado de la hoja de respuestas. A cada estudiante se le proporcionó lápiz, goma, cuadernillo de preguntas y una hoja de respuestas.

Colección y análisis de datos

Una vez resuelto el cuestionario, los datos se vaciaron en un formato y hoja de calibración en Excel, diseñado por los autores, organizada por *ítems* y por bloques. Con los resultados de cada bloque se llenó una base de datos para obtener el resultado o calificación final. Se estimó el desempeño de las tres generaciones calculando los promedios de calificación del cuestionario por generación.

Se realizó un análisis numérico de los grupos del MMCII de la carrera de Biología mediante un análisis de conglomerados (Sneath y Sokal, 1973) con distancia euclidiana y ligamiento promedio como medida de distancia y método de agrupamiento mediante el software JMP SAS Versión 12.2.0, 2015. El análisis numérico empleo las medias de los resultados obtenidos en los 10 bloques de contenidos temáticos por grupo. La información se arregló en una matriz de 36 x 10, donde las filas correspondieron a los grupos y las columnas a los bloques de contenidos temáticos.

Los resultados fueron comunicados a la planta docente de los módulos de Metodología Científica I y II vía impresa, quien, a su vez, los dio a conocer a los estudiantes participantes de forma individual y grupal.

Resultados y discusión

La enseñanza modular representa un reto para la evaluación, debido a la complejidad de los saberes que esto supone, en este sentido los esfuerzos se llevan cabo vía institucional al ingreso y al concluir la carrera de Biología en la FES Iztacala. Sin embargo, es también relevante conocer el nivel de aprovechamiento de los estudiantes en el transcurso de la carrera.

Al realizar la evaluación de los grupos que ingresan a MMCII, se observa que, durante los años 2013 y 2014, el promedio general del instrumento aplicado, estuvo por debajo de la calificación mínima aprobatoria sobre 100. En tanto que para el 2015 alcanzó la calificación de 60.30% (Figura 1).

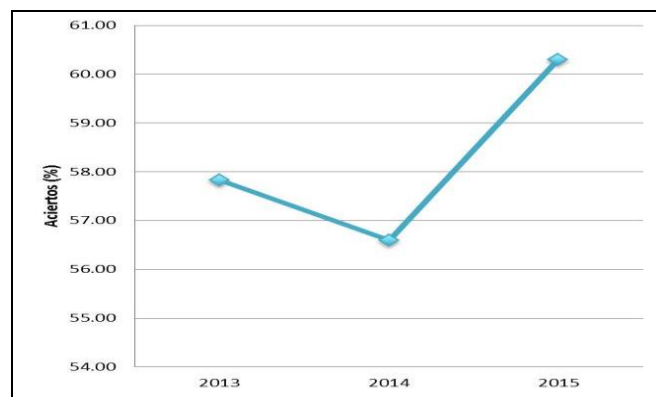


Figura 1. Desempeño de tres generaciones consecutivas de estudiantes que ingresaron al MMCII de la Carrera de Biología, FES-Iztacala UNAM.

El instrumento alcanzó la categoría de aciertos entre 56.5 al 60% en el periodo evaluado, lo que ubica a los estudiantes en un nivel bajo de conocimientos, aunque para un instrumento diagnóstico se considera aceptable bajo los criterios de Dirección General del Departamento de Evaluación de la UNAM (Aguilar y García, 2011). Es necesario considerar, que los participantes en la prueba apenas han cursado un semestre de educación superior en la Universidad y superan apenas los bajos niveles alcanzados al egreso del bachillerato, en el área de las ciencias naturales (22-23%) y matemáticas en cálculo (38%) (Backhoff y Tirado, 1993). Este pobre desempeño se presenta de forma reiterada en los años de evaluación sistemática en el país (Backhoff y Tirado, 1993; INEE Planea Media Superior, 2015). Por lo cual, una parte de la población estudiantil al inicio del segundo semestre, mantiene algunas de las deficiencias en los conocimientos que se debieron aprender en el bachillerato y que son fundamentales para la carrera universitaria.

El resultado de la aplicación en el 2014 representó el menor porcentaje de aciertos, esto pudo deberse a diferentes factores en los que se incluyen: un incremento en la matrícula del 10% (datos proporcionados por la carrera de Biología, FES Iztacala) paso de 11 a 13 grupos por generación (Tabla 1), lo que redujo la disponibilidad del espacio, material, además de la atención del profesor a cada estudiante, haciendo

menos eficiente el proceso de enseñanza-aprendizaje en particular en un módulo teórico-práctico, lo cual concuerda con lo señalado por Izar et al. (2011). A partir del 2014, los profesores del módulo de Metodología Científica fueron informados del rendimiento de su grupo, lo cual llevó posiblemente a la reflexión sobre la estrategia pedagógica empleada, además, aunque se mantiene la matrícula aumentada, se redujo a 12 grupos, lo que conlleva a tener mayor disponibilidad de espacio, todos estos factores consideramos influyeron positivamente, lo cual se vio reflejado para el 2015, al obtenerse el porcentaje de aciertos más alto (Figura 1).

El análisis detallado de los resultados del cuestionario aplicado, donde se abordaron 10 bloques temáticos (Tabla 2), muestra que para el 2013, las áreas más fortalecidas fueron los bloques sobre Método Científico, Objetivos, Protocolo, Conversiones, Disoluciones e Informe de Investigación. Para los años 2014 y 2015, las áreas fortalecidas fueron: Problema Biológico, Equipo, Diseño Experimental y Referencias Bibliográficas (Figura 2). A raíz de que se dieron a conocer los resultados de la aplicación del 2013, probablemente la planta docente, en primera instancia, se enfocó en fortalecer las áreas con menor nivel de manejo del conocimiento, no obstante, esto modificó el desempeño de los estudiantes en los años subsecuentes, ya que en los bloques donde al inicio mostraron los niveles más altos, no se lograron mantener en el nivel alcanzado previamente.

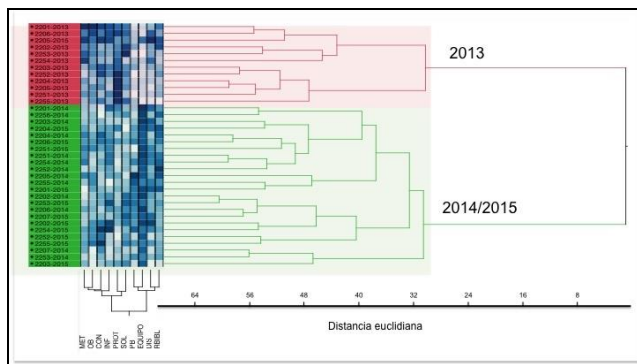


Figura 2. Dendrograma de los contenidos evaluados y resultados observados por año en 13 grupos del MMCII de la Carrera de Biología FES Iztacala, UNAM.

Construido con los promedios obtenidos en los 10 bloques temáticos por grupo y distancias de similitud. La intensidad de menor a mayor del color azul en los recuadros de los bloques, indica el valor porcentual obtenido de menos a más respectivamente. El conglomerado rojo integra los resultados alcanzados en 2013; mientras que el conglomerado verde representa

los resultados observados en los años 2014 y 2015. Método (MET), Protocolo (PROT), problema biológico (PB), Objetivos (OB), Diseño experimental (DIS), EQUIPO DE LABORATORIO (EQUIPO), Conversiones (CON), Disoluciones (SOL), Informe de Investigación (INF), Referencias Bibliográficas (RBIBLI).

En los tres años de la aplicación del instrumento diagnóstico, se detectaron cuatro perfiles de ingreso con base en dominio de los conocimientos mostrados, los cuales se denominaron: Teórico+Práctico+ (T+P+), a estudiantes con un nivel aceptable de conocimientos teóricos y prácticos; Teórico+Práctico-(T+P-), estudiantes con aceptable nivel de conocimientos teóricos y con un menor conocimiento del equipo de laboratorio; Teórico-Práctico+ (T-P+), estudiantes que presentaron mayor conocimiento del equipo de laboratorio y Teórico-Práctico- (T-P-), aquellos que presentan deficiencias tanto en el conocimientos teóricos y prácticos.

Los perfiles de ingreso para el 2013, fueron T+P+ y T+P- los cuales presentaron puntajes débiles en común en Problema Biológico y Equipo; el segundo perfil se distinguió porque presentó mayor debilidad en los bloques temáticos de Objetivos y Diseño Experimental. En el 2014 y 2015, la mayor parte de la población quedó incorporada en el perfil T-P+ destacado por un aumento en el puntaje de los bloques Equipo y Problema Biológico que en relación al del 2013, en donde se obtuvieron valores bajos. A menor escala se observa una tendencia a homogenizar las fortalezas en los diferentes bloques, se reducen las diferencias entre los grupos de mayor y menor desempeño en el bloque de Diseño Experimental, principalmente.

El 12% de los grupos de 2014-2015 se agruparon en un perfil atípico T-P- que solo mejora ligeramente en el bloque de Equipo y disminuyó en todos los demás, inclusive aún por debajo de los perfiles de menor desempeño del año 2013. Son tres grupos los que conforman este perfil: en los cuales se encuentra uno de los de nueva aparición, el cual tenía el horario mixto en diferentes salones; el segundo donde se integró a la plantilla a una profesora de recién ingreso y en el tercero hubo cambio el equipo de profesores, estos factores pudieron influir negativamente en el rendimiento.

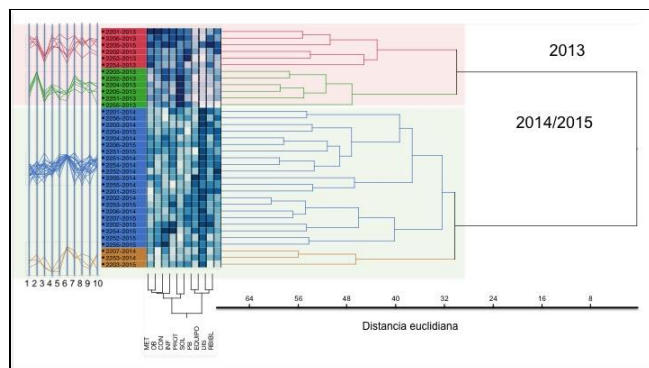


Figura 3. Dendrograma de los contenidos evaluados y perfil de comportamiento de los resultados observados por año en 13 grupos del MMCII de la carrera de Biología FESI UNAM.

Construido con los promedios obtenidos en los 10 bloques temáticos por grupo y distancias de similitud. La intensidad de menor a mayor del color azul en los recuadros de los bloques, indica el valor porcentual obtenido de menos a más respectivamente. El conglomerado rojo integra los resultados obtenidos en el año 2013. Mientras que el conglomerado verde representa un perfil de comportamiento de resultados similares observados en los años 2014 y 2015. 1= MET, 2=PROT, 3=PB, 4=OB, 5=DIS, 6=EQUIPO, 7=CON, 8=SOL, 9=INF, 10= RBIBLI.

Este estudio brinda información oportuna, válida y confiable sobre el nivel de conocimiento que muestran los estudiantes, se discuten algunos de los factores que pueden influir en el proceso de evaluación en el MMCII, cumple así uno de los objetivos de la evaluación educativa (Ávila, 2005).

La evaluación al interior del módulo es fundamental en una perspectiva de búsqueda de la mejora, tanto en lo que se refiere a las técnicas pedagógicas llevadas a cabo en las aulas como en cuanto a los procesos administrativos y de gestión (INEE, 2004). En este sentido se deben distinguir dos necesidades básicas a las que debe responder la evaluación (Pineda, 2000): la primera, la evaluación como comprensión del proceso de aprendizaje en el grupo, en la que el propósito principal es promover la reflexión y participación en el análisis y la segunda, la acreditación, que se relaciona con el requerimiento institucional de certificar si se obtienen los conocimientos que se marcan en los objetivos.

Conclusiones

La evaluación diagnóstica a los estudiantes que ingresan al MMCII, del segundo semestre de la carrera de Biología, a lo largo de tres años, permitió detectar cuatro tipos de perfil de ingreso, establecidos con base en el dominio de los conocimientos teóricos y su aplicación en temas relacionados con la investigación biológica experimental.

La comunicación de los resultados motivó la reflexión colegiada sobre la eficiencia del quehacer docente y el establecimiento de indicadores de actuación del profesorado, permitió detectar las áreas de oportunidad y mejora a través del reforzamiento de las temáticas endebles, realizar las modificaciones pertinentes a fin de obtener mejores resultados en evaluaciones futuras. El dar a conocer los resultados a los estudiantes puede favorecer un proceso metacognitivo que le permita seleccionar una estrategia personal para mejorar su desempeño académico.

Agradecimientos

Al Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza PAPIIME 205215, UNAM.

A los profesores del módulo de Metodología Científica II, en especial a la Memoria del Profesor José Martínez Aguilar.

Al profesor Eduardo López-Urrutia por su valiosa aportación a este trabajo.

Al P. de Ing. Electrónica Salvador Gutiérrez Herrera, UAM Unidad Azcapotzalco.

Referencias

Aguilar G. D., García P. I. A. M. (2011). Metodología de análisis del examen de diagnóstico académico (EDA). Recuperado el 25 de abril de 2013 de: /planeacion/sites/www.cch.unam.mx.planeacion/files/programas/EDA/metodologia_2011_final.pdf

Ávila Díaz, Antonio. (2005). Sistema Integral de Evaluación de Procesos y Proyectos Educativos. Subsecretaría de Servicios Educativos para el D.F.

Astolfi J. P. (1997). Tres modelos de enseñanza en aprender en la escuela. Ed. Dolmen, p. 127-135.

Backhoff E., Tirado F. (1993). Habilidades y conocimientos básicos del estudiante universitario: hacia los estándares nacionales. Revista de la Educación Superior, México: ANUIES, XXII. 88: 1-14.



- Bautista A. S. D., Cervantes G. S. P., Guerrero H. J., Velázquez L. K. J. (2013). Técnicas para la evaluación y la planeación en la calidad educativa. Ed. UNAM-PAPIME/ FES Acatlán, p. 5-17
- Delval J. (2013). El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias experimentales y sociales. Siglo XXI.
- Frola P. (2008). Competencias docentes para la evaluación. Diseño de reactivos para evaluar el aprendizaje. Ed. Trillas.
- FUSDA (2007). Educación, Ciencia y Tecnología para el desarrollo Nacional. Recuperado el 28 de marzo 2016, de: <http://www.fusda.org/Revista10-6EDUCACION.pdf>.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (2004). Documentos Institucionales: "Plan Maestro de Desarrollo 2004 - 2012". México.
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (2015). Planea Media Superior. Recuperado el 6 de noviembre de 2015 de: http://planea.sep.gob.mx/ms/informes_de_resultados/
- Izar J. M., Ynzunza C. B., López H. (2011). Factores que afectan el desempeño académico de los estudiantes de nivel superior en Rioverde, San Luis Potosí, México. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, 12. Recuperado el 25 de abril de 2016 de http://www.uv.mx/cpue/num12/opinion/Izar-desempeño_académico.html
- López T. A., Salcedo, A.M., Arriaga F. A., García S. N., Vargas M. R., Urbietta U. B., Mandujano P. M. (1999). La Licenciatura de Biología en la ENEP- Iztacala de la UNAM. *Revista de la Educación Superior XXVIII* (109): 41-65
- National Research Council (2015). What research says about effective instruction in undergraduate science and engineering? Washington, DC: The National Academies Press.
- Pineda M. A. (2000). Evaluación del aprendizaje. Ed. Trillas.
- Reyes L. S. P., Zúñiga B. A., Llerena de T.R. (2014). Procesos cognitivos y científicos: Un modelo de evaluación para las ciencias experimentales. México. CENEVAL. p. 7
- Secretaría de Educación Pública (SEP). (2013). Programa Sectorial de Educación 2013-2018. México.
- Sneath P. H. A., Sokal R. R. (1973). Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Thompson K.V., Chmielewski J., Gaines M. S., Hrycyna C.A., La Course W. R. (2013). Competency-Based Reforms of the Undergraduate Biology Curriculum: Integrating the Physical and Biological Sciences. *CBE—Life Sciences Education* 12:162-169
- Valdéz R. P. (2005). La enseñanza de la ciencia en México. *Ingenierías VIII* (26): 3-5