



La didáctica de la educación superior con apoyo de la impresión 3D y el desarrollo de software

Candia García Filiberto^{✉1}, Castillo Flores Martín¹, García Sánchez Enrique R².,
Rodríguez Mora Israel¹, Carmona Rendón Juan C.¹

¹Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla México.

² Facultad de Ciencias de la Electrónica, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla México.

✉ filiberto.candia@correo.buap.mx

Resumen

El propósito de este trabajo es presentar los desarrollos didácticos realizados en software de código abierto y prototipado rápido en 3D mediante la técnica de modelado por deposición fundida. La metodología empleada es experimental sustentada en el método científico deductivo, desde la perspectiva didáctica de Comenio, que prioriza la adquisición del conocimiento “con la memoria de la experiencia, antes que con la memoria de la palabra”. Este trabajo se inserta en la temática de la investigación educativa y el aprendizaje mediado por la tecnología virtual -como la simulación en 3D- antes de la experimentación física. En ambos desarrollos se prioriza al alumno como centro del fenómeno educativo y se busca disminuir en el aula el uso del método expositivo. No se abusa del constructivismo, se integran de manera equilibrada aspectos cognitivos y de la infraestructura. Actualmente se cuenta con el desarrollo de software libre y prototipos didácticos impresos en 3D, que apoyan la enseñanza de la ingeniería Civil, Mecánica y Mecatrónica.

Palabras clave: Didáctica, Material didáctico, Prototipo didáctico, Software de código abierto, Prototipado 3D.

Abstract

The purpose of this work is to present the didactic developments made in; Open Source software and rapid 3D prototyping using fused deposition modeling. The methodology used is experimental based on the deductive scientific method, from Comenius's didactic perspective, which prioritizes the acquisition of knowledge "with the memory of the experience, rather than with the memory of the word." This work is inserted in the theme of educational research and learning mediated by virtual technology - such as 3D simulation- before physical experimentation. In both developments, the student is prioritized as the center of the educational phenomenon and the use of the expository method is reduced in the classroom. Constructivism is not abused, cognitive and infrastructure aspects are integrated in a balanced way. Currently there is the development of free software and didactic prototypes printed in 3D, which support the teaching of Civil, Mechanical and Mechatronics engineering.

Keywords: Didactics, teaching material, Teaching prototype, Open source software, 3D prototyping.



1. Introducción

La línea de investigación “La formación docente en el escenario de la internacionalización y acreditación de las Instituciones de Educación Superior” [1] es el marco en cual se inserta el presente trabajo que es la divulgación de proyectos de investigación educativa que han sido desarrollados y mediados por la tecnología virtual entendida como el uso de la simulación 3D y la programación en código abierto. La línea de investigación recoge y valida la experiencia de los autores sobre el progreso de proyectos que favorecen la generación de material didáctico que será empleado en la enseñanza de los contenidos académicos de los programas de estudio en ingeniería.

El objetivo principal es mostrar la capacidad de una teoría didáctica endógena, bajo la cual se plantean como materiales didácticos pertinentes: el desarrollo de software de código abierto y la fabricación mediante prototipado rápido 3D de productos funcionales.

La metodología se ha determinado como experimental-exploratoria, con empleo del método científico deductivo para el razonamiento de las variables involucradas que se plantean como: alto contenido académico pragmático (independiente) requiere de mayor didáctica mediada por el desarrollo endógeno de material didáctico (dependiente). La hipótesis establece que, si existe un alto contenido académico práctico en los programas de estudio en ingeniería, entonces es necesaria una mayor didáctica endógena, que mejore la enseñanza de las técnicas de análisis y diseño industrial estructural.

En el desarrollo se realiza una síntesis de la teoría didáctica empleada en la enseñanza de las ciencias y tecnología. Para no abusar del empleo de la teoría del constructivismo (recomendación de organismos acreditadores como CACEI¹ y ABET²) e integrar elementos de la teoría cognitiva (recomendación de organismos internacionales como la UNESCO³ y PNUD⁴). Acciones que permitan emplear en la enseñanza de las ciencias y tecnología una didáctica equilibrada. Asimismo, se describen los alcances de la programación de software mediante código abierto y el diseño y fabricación de material didáctico mediante prototipado rápido en 3D.

Los resultados han sido hasta el momento satisfactorios y se ha realizado la programación de dos recursos didácticos en software de código abierto en Excel, que permiten graficar diagramas de interacción carga-momento en columnas y diseñar secciones rectangulares de vigas, ambas, para la asignatura de concreto, los cuales cuentan con registro de derechos de autor. Asimismo, se ha realizado el diseño y fabricación de una viga con apoyos variables y un marco hiperestático para el estudio de la deflexión, mediante la impresión 3D en apoyo a la asignatura de la mecánica de sólidos. También se cuenta con la suficiente experiencia que permite sistematizar el proceso y extender las propuestas didácticas hacia otras asignaturas o áreas de la ingeniería. En ambos casos se protegen los desarrollos realizados a través del programa institucional Ditco-BUAP de trámites de patente y derechos de autor. La validación de los trabajos realizados a partir de una didáctica endógena, se justifica, porque en la revisión bibliográfica se encontraron situaciones similares en la diversidad de contextos que permiten proponer prácticas pedagógicas flexibles que pueden ser fácilmente adaptables a los contextos descritos (enseñanza de la ciencia y tecnología mediante prototipos didácticos mediados por los medios digitales) y a otros más existentes en el país, como enseñanza por competencias [2].

Se ha concluido que para la enseñanza de la ciencia y tecnologías es indispensable desarrollar material didáctico mediado por la tecnología virtual, que atienda las recomendaciones de una didáctica centrada en el alumno que rescata los principios establecidos por Comenio [3] y atiende las recomendaciones de organismos internacionales de acreditación y certificación, sin abusar de la mecanización de los contenidos.

¹ Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C.

² Accreditation Board for Engineering and Technology.

³ Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

⁴ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.



1.1 Estado del arte

Una transformación social, implica una transformación educativa y esta requiere que los contenidos revolucionen de manera adaptativa ante los rápidos cambios de la economía y la tecnología. Entonces para que el curriculum sea compatible con una enseñanza, que facilite la comprensión y promueva la reflexión sobre las prácticas docentes, es necesario cambiar en forma y contenido los recursos didácticos [4].

Actualizar los planes de estudio con un enfoque basado en competencias es un requerimiento que solicita un profundo dominio de; los contenidos formativos, el perfil de egreso y el perfil ocupacional del área laboral que promueve la oferta educativa de cualquier Institución de Educación Superior (IES). Si bien es una recomendación actual de organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), para promover las acreditaciones nacionales como CACEI o internacionales como ABET o CACEI internacional. Es indispensable que esta actualización curricular vea más allá de las recomendaciones y políticas educativas centralizadas, es necesario que las IES den seguimiento a las necesidades de habilitación laboral de sus egresados. Solo así las IES con un proceso de actualización dialógico (Sociedad-Escuela-Empresa) podrán llevar a cabo un profundo proceso de “Formación Docente” que acompañe la modificación curricular. En una actualización curricular se debe considerar que sea clarificado el término competencia, ya que este no constituye el todo de los sistemas educativos, sobre todo si se emplea como un referente de calidad [5].

El significante “competencia” admite una pluralidad de cargas semánticas. Por tal razón la idea de formar un “profesional competente” puede aceptarse, sin grandes recelos, como máxima...En nuestro ámbito, la noción de una capacitación magisterial basada en competencias se retrotrae a la investigación norteamericana sobre la eficacia docente enraizada en la psicología conductista, que venía a identificar la enseñanza con una colección de habilidades prestas para ser objetivadas y entrenadas [6].

Estando asociado el concepto “competencia” al dominio de la técnica y a la mecanización de los procesos de producción. La enseñanza de los contenidos académicos debe tener una estricta relación a los procesos rígidos e inflexibles del sector productivo (el soldador siempre será soldador o el carpintero siempre será carpintero). Causando una problemática cuando se llevan a cabo cambios curriculares de un sistema educativo mediante certificaciones en competencias.

Debido a que también se simplifica el complejo sistema de la evaluación a un término de calificación con una escala numérica, que provoca la rápida descalificación de los egresados de la educación superior, en el sector laboral. Ya que los nuevos profesionistas serán evaluados a través de un checklist o una lista de cotejo que demuestra una mínima parte de su acumulado educativo. Minimizando su potencial y orillando con ello al egresado a un estado de frustración e insatisfacción.

Por ello reducir la enseñanza a un proceso de solución de problemas, por más que abjure del tecnicismo estrecho, tiende a olvidar que la educación no es “problemática” únicamente en el sentido de originar problemas prácticos demandadores de soluciones prácticas [6]. Siendo necesario que la función y formación docente sea reconceptualizada, desde una perspectiva local y multidisciplinaria, alterna a la formación en competencias, que se deriva de los actuales requerimientos de certificaciones y acreditaciones, tanto nacionales como internacionales.

Por lo tanto, la enseñanza de las ciencias y la tecnología demanda ser reconceptualizada con un enfoque sistémico, que integre el desarrollo de material didáctico, desde una didáctica endógena, que promueva la participación efectiva de docentes y alumnos en proyectos multidisciplinarios. La participación de nuevos actores y la introducción de nuevas tecnologías como los medios virtuales deben reforzar el papel profesional de los docentes y el conocimiento de los estudiantes. Junto con ello hay que enfrentar con urgencia todos los otros aspectos, que posibilitan al docente a realizar su tarea

en condiciones dignas de trabajo y desarrollo personal: remuneración adecuada, desarrollo profesional y aprendizaje permanente, evaluación de su desempeño y responsabilidad por los resultados del aprendizaje” [7].

2. Metodología

La metodología se ha determinado como experimental-exploratoria, con empleo del método científico deductivo para el razonamiento de las variables involucradas que se plantean como: alto contenido académico pragmático (independiente) requiere de mayor didáctica mediada por el desarrollo endógeno de material didáctico (dependiente). La hipótesis establece que, si existe un alto contenido académico pragmático en los programas de estudio en ingeniería, entonces es necesaria una mayor didáctica endógena, que mejore la enseñanza de las técnicas de diseño y análisis estructural.

Se considera importante que, en futuras investigaciones en cuanto a la metodología de la investigación, sea también multidisciplinar, y se opte por realizar un estudio de campo (figura 1) para observar el proceso de aprendizaje de las propuestas didácticas implementadas (desarrollo de software libre y prototipos didácticos impresos en 3D). Que los estudios piloto sean configurados por grupos de estudiantes, de nacionalidad mexicana y diferentes perfiles académicos en ingeniería [9]. El reto es realizar un análisis multivariado que ofrezca un marco teórico explicativo acerca de aprendizaje con nuevos materiales didácticos, con sus dimensiones internas y sus interrelaciones externas [10].

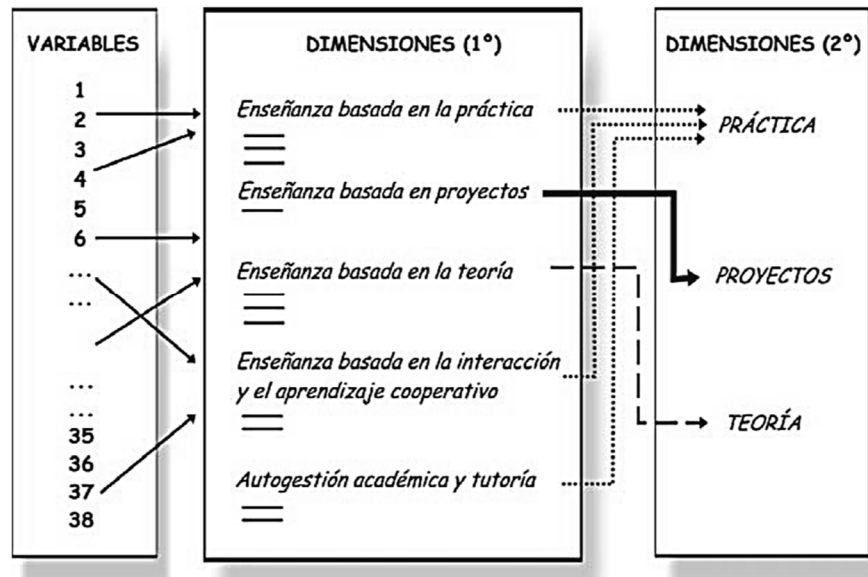


Figura 1. Esquema multidimensional de los elementos formativos de la enseñanza universitaria.

El proceso de interacción al desarrollar un programa didáctico mediante software de código abierto o un prototipo didáctico impreso en 3D, por la técnica de modelado por deposición fundida. Se sintetiza y muestra en la figura 2. Donde el inicio es el planteamiento teórico de la problemática y el final es el producto didáctico. Este proceso requiere de un amplio dominio del docente sobre el tema en estudio y la vinculación con el sector ocupacional. Un docente con visión reducida, origina un producto didáctico limitado en su enseñanza.

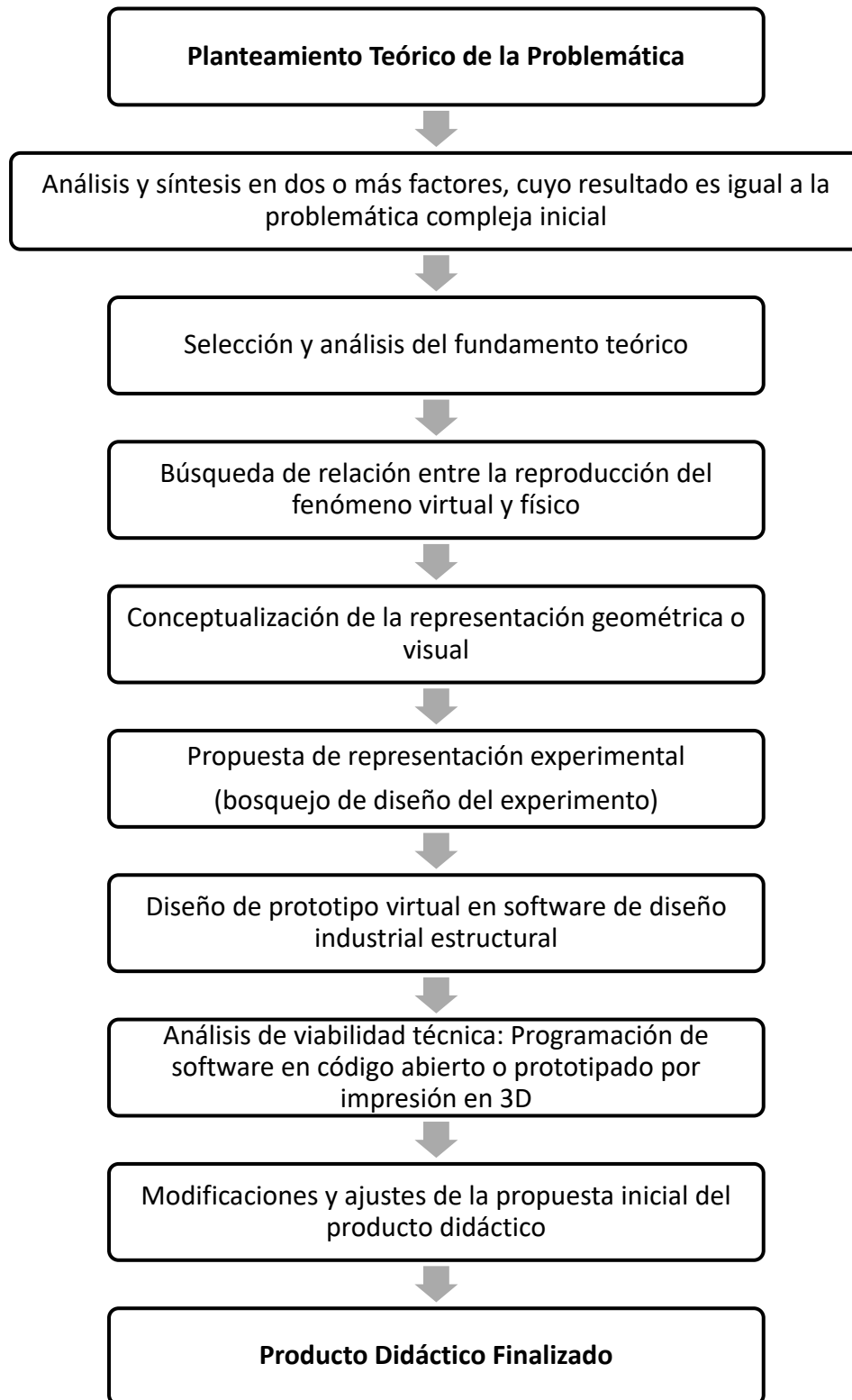


Figura 2. Esquema gráfico para el desarrollo de material didáctico.



3. Desarrollo y Resultados

En el desarrollo se realiza una síntesis de la teoría didáctica empleada en la enseñanza de las ciencias y tecnología. Asimismo, se describen los alcances como material didáctico de: la programación de software mediante código abierto y la fabricación de material didáctico mediante prototipado rápido en 3D, a través del modelado por deposición fundida.

3.1 Hacia una didáctica endógena

Con respecto a la didáctica, la UNESCO ha realizado grandes esfuerzos para cumplir una de las tareas más importantes del perfeccionamiento de los sistemas educativos: que consiste en reflejar en la didáctica de la manera más completa y fiel los adelantos modernos de la ciencia, la técnica, la cultura, etc.; lo que significa elevar el nivel teórico de las disciplinas escolares. Esto exige determinar en cada curso de la enseñanza escolar las ideas y aplicaciones fundamentales de la realidad laboral, en torno a las cuales se dispone el contenido de todo el curso [11]. Se ha considerado en primer lugar que, para Comenio, como más tarde para Rousseau, el hombre es perfectible indefinidamente y, en consecuencia, la educación puede contribuir a su desarrollo. Posteriormente la inclusión de la observación de la naturaleza y el respeto de sus leyes es el único método eficaz, para diseñar estrategias académicas estrechamente adaptadas a las aptitudes del niño que respetan su espontaneidad y su dignidad [14].

Una referencia importante en el presente documento es la aportación de la escuela rusa con respecto a la didáctica. Se destaca la idea de establecer un perfil para el estudiante, que involucre los contenidos académicos asociados a los procesos productivos y las técnicas necesarias para reproducir la instrucción sin mecanizarla y favorecer la enseñanza mediante la investigación [13]. A pesar del gran valor educativo que tiene la instrucción basada en el análisis de problemas (competencias) para dotar al alumno de un saber conscientemente asimilado, que le permite desarrollar su independencia cognoscitiva, los educadores soviéticos no la aplican a todas las situaciones ni la oponen a los métodos pedagógicos tradicionales, tales como el método de explicación e ilustración o el método reproductivo. La estrategia deseable la capacidad de combinarlos armoniosamente [11].

Una alternativa viable para el desarrollo de materiales didácticos es el método heurístico que estimula al estudiante a emular el comportamiento de un investigador experimentado. Se busca capacitar al estudiante para tomar iniciativas, fomentar la confianza en sí mismo, el sano juicio y, por ende, las aptitudes manipulativas mediante el contacto directo con aparatos y materiales. Se recalca la necesidad de buenos observadores, así como de la recopilación, archivo, análisis y utilización de los datos. Por lo tanto, cada lección debe exponerse en forma de investigación con el estudiante colocado en la postura del descubridor inicial [13]. Sin embargo, hay que formar al docente en este campo del conocimiento de la heurística, como complemento a la formación en competencias.

En el siglo XX la figura principal del descubrimiento considerado como método docente fue John Dewey, que se interesó, sobre todo, por el pensamiento reflexivo y gradual en la mente del estudiante que se esfuerza por descubrir lo que debe aprender. A este respecto, Dewey consideró que: "Nadie espera de un joven que descubra algo que sea original acerca de hechos y principios propios de las ciencias de la naturaleza y del hombre. Pero no es irracional esperar que el saber pueda presentarse en condiciones tales que, se trate de un descubrimiento genuino" [13].

Bruner reivindica también el hecho de que los estudiantes, al descubrir las regularidades de las relaciones y analogías antes desconocidas entre las ideas, tienen más confianza en sus propias capacidades, mientras el tema de investigación se les hace más comprensible, se asegura la transferencia adecuada de conocimientos y se reduce la brecha entre el conocimiento elemental y el avanzado. Del mismo modo, la comprensión de la estructura derivada del descubrimiento permite al estudiante "aumentar su capacidad de intuición ante los problemas". Las opiniones de Suchman son muy parecidas a las de Bruner, al considerar que el método heurístico [13]:



- a) Presenta ventajas intrínsecas
- b) Produce un estudiante autónomo cuya investigación se guía en gran medida por la curiosidad
- c) Capacita al estudiante para construir sus propias estructuras conceptuales, que son sólidas porque nacen de su propio pensamiento
- d) Coloca al estudiante en el centro de la vida científica
- e) Ayuda al estudiante a transformarse en un adulto creador

La postura de Piaget en la investigación didáctica: fue el de las ideas de adaptación, de desequilibración y reequilibración, un gran número de hechos relativos a la conservación de las cantidades, la representación del espacio y la formación de los conceptos matemáticos y físicos, etc. [12]. Promueve el esquema, que es el lugar psicológico por excelencia de la adaptación. Colocar situaciones susceptibles provocan la evolución adaptativa de la actividad y de los conocimientos de los alumnos [14]. Diversos rasgos o complejos culturales que actúan como principios organizadores generales, y entre ellos la percepción social del tiempo y del espacio. Así, como los complejos de la racionalidad y del materialismo-posmaterialismo, su estudio transpuesto a otros contextos permite sustentar las bases de una didáctica constructivista general del conocimiento representacional [15].

La investigación en didáctica de las ciencias está mostrando que “los estudiantes desarrollan mejor su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia cuando participan en investigaciones científicas, con tal de que haya suficientes oportunidades y apoyo para la reflexión” (Hodson, 1992). Dicho con otras palabras, lo que la investigación está mostrando es que la comprensión significativa de los conceptos exige superar el reduccionismo conceptual y plantear el aprendizaje de las ciencias como una actividad, próxima a la investigación científica, que integre los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales [16]. En una primera aproximación, el campo de la didáctica se considera como el estudio de las relaciones entre "SUJETO" (aquí el ALUMNO es el sujeto que aprende) y el "OBJETO" de aprendizaje, es decir, los contenidos de la DISCIPLINA que se debe enseñar (en lo que se refiere a nosotros se trata de las ciencias experimentales: biología, química, física). La didáctica se asocia con el "OBJETO", es decir, con la disciplina en cuestión. Está constituida por un conjunto de nociones, conceptos y prácticas experimentales, pero también por métodos involucrados por la naturaleza de esta disciplina [17].

Si el maestro debe tener como principal característica el trabajar con método, es decir concebir y realizar ordenadamente la actividad educativa en general, y la docente en particular. Es necesario considerar todos los métodos en relación con la realidad escolar que se vive, incluyendo en esa realidad, claro está, las posibilidades efectivas de mejoramiento y aplicarlos convenientemente, lo que implica su adaptación a situaciones nuevas y su reforma por asimilación de los progresos alcanzados en la ciencia de la educación y en la teoría de la enseñanza [18].

Siendo entonces requerido dirigir a la didáctica universitaria como una entidad que se construye y se transforma cuando existe conciencia sobre el estilo de aprendizaje del docente, acompañado de una serie de procesos vinculantes con el estilo didáctico que identifica una práctica. Es imprescindible humanizar el acto pedagógico para que deleve intenciones de cooperar, apoyar, comprender, motivar, y respetar la diversidad que emerge desde lo humano [19].

Siendo la didáctica un elemento esencial de todo sistema educativo, es necesario que esta sea, el complemento de los programas de formación docente y se considere tanto en la formación inicial como continua [20], configurando como características esenciales las reconocidas por Ingram [21]:

- ✚ Un nuevo enfoque de la formación inicial de docentes
- ✚ Integrar los contenidos o grupos de saberes
- ✚ Incentivar el desarrollo de nuevas formas de enseñanza
- ✚ Desarrollar una formación teórico-práctica
- ✚ Definir y actualizar permanentemente los contenidos
- ✚ Desarrollar la capacidad de enseñar activamente los conocimientos adquiridos

- ✚ Desarrollar la capacidad de diseñar y elegir estrategias
- ✚ Desarrollar la capacidad de diseñar y estimular procesos de elaboración colectiva e individual

3.2 Excel como plataforma de programación de software de código abierto

Debido a que, en muchos países, la plataforma Office y su componente Excel se encuentran instalados de forma casi generalizada en las computadoras personales y en los laboratorios de cómputo de la mayoría de IES. Es posible hacer uso de este tipo de soluciones a nivel de programación de algoritmos, sin necesidad de adquirir e instalar software adicional. Por lo tanto, para el desarrollo de programas Open Source se ha adoptado la programación basada en Excel, por la familiaridad que tienen una gran cantidad de usuarios de equipo de cómputo con este software.

Además, se puede utilizar más ampliamente la hoja electrónica Excel o su equivalente en otros sistemas operativos para la enseñanza de conceptos analíticos sin tener que recurrir a software adicional que incrementaría, tanto para el docente como para el estudiante, el costo por licenciamiento y el tiempo dedicado a aprenderlo. Esta característica puede ser usada para desarrollar problemáticas simples, recurriendo al empleo de pocos recursos de programación, hasta problemáticas mucho más complejas, en cuanto al ingreso de parámetros y formatos de salida y que requiere de más recursos de programación [22].

La capacidad y alcance de Excel para la programación en código abierto en las IES es amplia, debido a que cuenta de forma estándar con numerosas funciones matemáticas predefinidas, de manera que a través de la creación de tablas de valores XY es posible representarlas de manera gráfica (figuras 3 y 4). También se pueden evaluar funciones con solo escribirlas como texto, y representarlas de forma directa, sin necesidad de elaborar tablas utilizando para ello los nombres dinámicos. Si, además, se combinan con la utilización de otras herramientas de dicha hoja de cálculo y la correspondiente programación en el módulo Visual Basic for Applications (VBA), se puede automatizar la presentación de gráficas, representando incluso dos a la vez o sus derivaciones numéricas, e incluso desde otras aplicaciones de Office, tales como Word o PowerPoint.

Por todo ello la técnica de programación en Excel resulta de alto interés para ser utilizada en docencia, tanto por parte del docente, como por los estudiantes [23]. Asimismo, mediante el uso de la herramienta solver de la hoja de cálculo Excel, es posible que el alumno pueda configurar una solución compleja propia: cuando la tarea implica organizar los conocimientos que se poseen y expresarlos en una resolución procedimental. Además, permite comprobar directamente la calidad y características de la respuesta analítica e indirectamente el tipo de operaciones y habilidades implicadas en su elaboración: evaluando no solo el por qué responden, sino también el cómo han razonado la respuesta [24].

Materiales		Porcentaje de acero																		
Sistema	SI	r	F_{cr}	R_n	e															
f_c	25 MPa																			
$0.85f_c$	21.25 MPa																			
f_y	420 MPa																			
E	200000 MPa	0.00700	0.900	2.74	0.01543															
AYUDAS DE DISEÑO PARA SECCIONES RECTANGULARES SIN ACERO DE COMPRESIÓN																				
NTC-2017 APÉNDICE A DEL RCCDMX																				
$f_c = 25 \text{ MPa}$ $f_y = 420 \text{ MPa}$																				
T y Losa $F = 0.9$		Flexión $F = 0.9$						Flexión $F = \text{Variable}$												
r	R_n	r	R_n	r	R_n	r	R_n	r	F	R_n										
0.00000	0.00	0.00262	1.07	0.00431	1.73	0.00600	2.37	0.00769	2.98	0.00938	3.57	0.01107	4.14	0.01276	4.68	0.01445	5.20	0.01615	0.899	5.70
0.00003	0.01	0.00264	1.08	0.00433	1.74	0.00602	2.38	0.00771	2.99	0.00940	3.58	0.01109	4.15	0.01278	4.69	0.01447	5.21	0.01617	0.898	5.71

Figura 3. Software ADFlex, como ayuda en el diseño de secciones rectangulares de concreto.

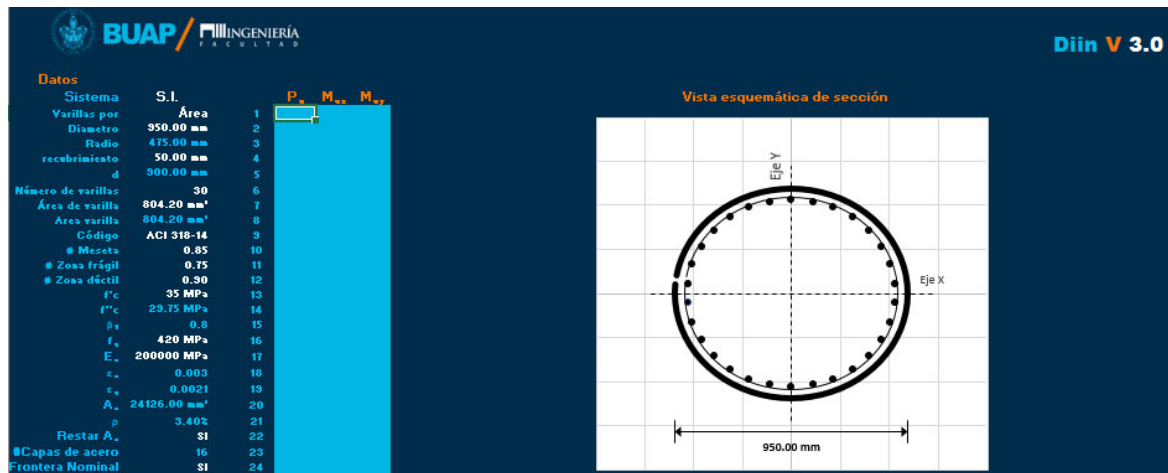


Figura 4. Software Diin, como ayuda en el diseño de columnas de concreto rectangulares y circulares.

3.3 Prototipado rápido

El Prototipado rápido en impresión 3D mediante la técnica de modelado por deposición fundida, se puede concebir como un conjunto de tecnologías, que permiten la obtención de productos como, por ejemplo; moldes de inyección para plásticos, electrodos de erosión, etc., en menos de 24 horas a partir de un archivo CAD. Consecuencia de esta rapidez de respuesta, es que el tiempo de desarrollo de un producto puede reducirse a la mitad, la quinta e incluso la décima parte, con el empleo de herramientas virtuales, que complementan el proceso.

El prototipado rápido (RP por sus siglas en inglés de Rapid Prototype) ofrece la posibilidad de efectuar, en un tiempo relativamente corto, diversas pruebas de geometrías distintas para una pieza, validar la geometría definitiva, e iniciar la producción en serie rápidamente, con unos costes de desarrollo lo más reducidos posibles. La complejidad de las piezas o la confidencialidad de los prototipos son también argumentos frecuentes a la hora de optar por el RP [25], ya que estos tienden al licenciamiento Open Source, y aprovechan las mejoras significativas del usuario final.

Por prototipado virtual se entiende el disponer del modelado sólido en una computadora (archivo) que permite realizar; simulaciones, cálculos y diversas pruebas mecánicas según: materiales, condiciones de trabajo, modificación de cotas y formas. Además, es capaz de incorporar el análisis por elementos finitos o renderizados virtuales con distintas texturas, materiales y animaciones, etc; pruebas que permiten depurar los modelos antes de su ejecución material o física [25].

Durante el proceso creativo la habilidad perceptivo-cognitivo de los estudiantes, se reduce mediante el empleo de los métodos tradicionales en 2D como plotters e impresoras convencionales, ya que el resultado de la virtualización de elementos 3D, se expresa con la falta de una dimensión. Al utilizar la técnica del prototipado se maximiza la percepción visual y se reduce la pérdida geométrica posible (figura 5 y 6). La técnica del prototipado rápido no es reciente, aunque actualmente evoluciona a un ritmo vertiginoso y los materiales que se han empleado en el desarrollo histórico de la técnica ha sido varios (papel, yeso, compuestos diversos, entre otros) si bien los que se han empleado aquí son poliméricos, la finalidad de su diseño permite en muchos aspectos funcionalidad limitada. Debido a que tanto el escaneo, como el prototipado en 3D, tienen elevadas cotas de precisión que les confieren un gran realismo, cuando son una réplica de la virtualidad [26].

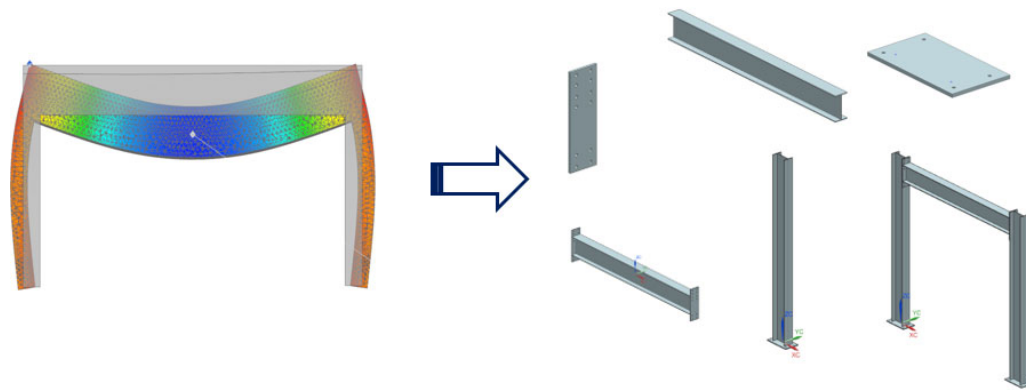


Figura 5. Marco hiperestático para el estudio de la deflexión.



Figura 6. Viga isoestática para el estudio de la deflexión.

4. Resultados

Resultados parciales, han sido reportados en [27], donde se menciona que: se ha comprobado por experiencia propia de los autores que el empleo de Diin V 1.0 en el salón de clases facilita la enseñanza por parte del docente y el aprendizaje y comprensión por parte del alumno, debido a que es posible interactuar con los estudiantes en la revisión de las modificaciones y recomendaciones de las normas. También se ha observado que los estudiantes se muestran más independientes y con mayor disposición hacia la comparativa de diseño entre normas. Se considera que favorece la iniciativa del estudiante (creando herramientas que le sean funcionales en la práctica profesional) mediante el empleo del Excel hacia la sistematización de otras áreas de la Ingeniería Civil como la dinámica estructural.

Asimismo, en [28], se ha reportado que enseñar mediante ayudas de diseño favorece el triángulo alumno-profesor-contenidos como unidad básica de análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos asincrónicos. También considera la existencia de una “actividad conjunta” que no exige la co-presencia ni en el espacio ni en el tiempo de los participantes en la situación: profesor y alumnos pueden hacer y hacen determinadas cosas conjuntamente (perfeccionamiento y actualización de las ayudas de diseño), aunque lo hagan de manera remota y asincrónica.

5. Conclusiones

Se concluye que para la enseñanza de la ciencia y tecnologías es indispensable desarrollar material didáctico mediado por la tecnología virtual, que atienda las recomendaciones de una didáctica centrada en el alumno que rescata los principios establecidos por Comenio y atiende las recomendaciones de organismos internacionales de acreditación y certificación, sin abusar del



constructivismo social, mediado por la teoría cognitiva de la adaptación y el positivismo. El desarrollo de la didáctica propia no solo establece un punto de apoyo para el aprendizaje de los alumnos también es capaz de encausar la formación docente universitaria, para mejorar la calidad de la enseñanza de la educación superior. Incrementando las posibilidades de una constante superación del docente y de su productividad académica.

El componente investigativo adquiere una connotación especial en los nuevos planes de formación profesional y continua, al propiciar que los estudiantes, desde los primeros años, desarrollen habilidades para el trabajo científico durante su estancia académica, vinculándose a través de alternativas virtuales a la solución de los problemas reales de su profesión. En términos más amplios puede entenderse que el desarrollo de material didáctico endógeno, favorece la habilitación profesional/laboral desde la escuela, entendida como la creación y transformación del conocimiento en nuevos productos, procesos y servicios que satisfacen las necesidades productivo-económicas.

Referencias

- [1] F. Candia & et al., La Formación Docente en el Contexto Internacional y el Desarrollo de Material Didáctico. Enseñanza-Aprendizaje de la Ciencias Básicas de la Ingeniería 2018. Aguilar Romero B. & et al., AMECI. pp. 75-88. 2019.
- [2] SNTE, Estrategias didácticas guía para docentes de educación indígena, Ciudad de México: SNTE.
- [3] Comenio, J. A. (2014). Didáctica magna. Recuperado el 06 de 04 de 2018, de <https://es.slideshare.net/jesusmanuelfloreshernandez9/didactica-magna-juan-amos-comenio-71842503>
- [4] L. & W. M. M. Darling-Hammond, El desarrollo profesional de los maestros. Nuevas estrategias y políticas de apoyo, Secretaría de Educación Pública, 2003.
- [5] D. M. Bartlett y I. L. G. Benavides, El fraude de la Reforma Educativa, Puebla: CIPAE, 2016.
- [6] J. & G. A. Romero, «¿Sirven las Políticas y Prácticas de Formación del Profesorado para Mejorar la Educación? Una Respuesta desde el Análisis de la Construcción Social de la Docencia,» Archivos Analíticos de Políticas Educativas, vol. 15, nº 19, 15 septiembre 2007.
- [7] M. López de Castilla, UNESCO, 2004.
- [8] UNESCO, «Foro Mundial sobre la Educación 2015 Declaración de Incheon y Marco de Acción ODS 4 – Educación 2030,» UNESCO, Incheon, 2015.
- [9] O. M. Baralo y G. D. Ramos, «Creación de un prototipo didáctico multimedia para la formación de personas mayores como profesores de E/LE,» ResearchGate, pp. 469-477, 2007.
- [10] D. M. de Miguel, Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias, Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo., 2006.
- [11] M. N. Skatkin y V. V. Kraievsky, «Investigaciones didácticas en la U R S S y métodos para introducir sus resultados en la práctica,» PERSPECTIVAS, pp. 301-315, 1978.
- [12] M. M. Rabecq, «JUAN AMOS COMENIUS apóstol de la educación moderna y de la comprensión internacional,» El correo, 1957.
- [13] W. Searles, «La heurística en la enseñanza,» Perspectivas, 1979.
- [14] G. Vergnaud, «Piaget y la didáctica,» Perspectivas, pp. 195-200, 1996.
- [15] L. Albala-Bertrand, «Por una didáctica constructivista socio-genética de la ciudadanía,» Perspectivas, 1996.
- [16] UNESCO, ¿Cómo promover el interés por la cultura científica?, Santiago: UNESCO, 2005.
- [17] UNESCO, Enseñar las ciencias experimentales, SANTIAGO DE CHILE: UNESCO, 2003.
- [18] UNESCO, Proyecto Principal de Educación UNESCO-América Latina, vol. 1, La Habana, 1959.
- [19] UNESCO, Didáctica, aprendizajes y competencias, vol. 17, Caracas: UNESCO, 2016.
- [20] UMCE, El rol de las universidades pedagógicas en la Formación Docente: Experiencias y Desafíos, Santiago de Chile: OREALC/UNESCO, 2004.
- [21] I. Flores y L. M. Saravia, La formación de maestros en América Latina, Perú: UNESCO, 2005.



- [22] B. J. L. Espinoza, «Usos didácticos de la hoja electrónica de Excel,» Revista Virtual Matemática, Educación e Internet, 2017.
- [23] G. J. Bernal, M.-d. S. Martínez y S. P. Bernal, «REPRESENTACIÓN AUTOMÁTICA DE FUNCIONES EN EXCEL,» Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA., vol. 12, pp. 141-157, 2011.
- [24] M. J. Prieto, «La programación lineal con la hoja de cálculo Excel: una apuesta por las nuevas tecnologías,» SUMA 43, pp. 73-77, 2003.
- [25] R. J. Alonso, Sistemas de prototipado rápido. Consultado el 04/09/2020. https://www.academia.edu/4513126/SISTEMAS_DE_PROTOTIPADO_R%C3%81PIDO_SLA_SGC_SLS_LOM_FDM
- [26] S. J. M. Tejado, «Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: Las nuevas tecnologías en el registro conservación y difusión del patrimonio arqueológico,» IBERIA, p. 135.158, 2005. <https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/iberia/article/view/303/285>
- [27] M. Castillo, Software DIIN V 1.0, una alternativa confiable al graficar diagramas de interacción. I. Escamilla, Collection Ingenieria TI. ECORFAN, 2019.
- [28] M. Castillo, et al., Ayuda de diseño en la didáctica del posgrado. XXII Congreso Nacional de Ingeniería sísmica. SMIE. 2019.
- [29] L. García Ramis, Situación de la formación docente inicial y en servicio en la república de Cuba, UNESCO, 2004.

Autores

Candia García Filiberto. Integrante del cuerpo académico BUAP-CA-328. Líneas de investigación; Caracterización e Integración de Materiales en Dispositivos Electrónicos para Aplicaciones en Sistemas Energéticos y Automotrices y La formación docente en el escenario de la internacionalización y acreditación de las instituciones de educación superior.

Castillo Flores Martín. Ingeniero Civil y Maestro en Ingeniería Estructural por la BUAP, con más de doce años de experiencia profesional como calculista estructural de edificaciones. Como docente más de diez años de experiencia, impartiendo materias a nivel licenciatura y maestría como: análisis sísmico de edificios, diseño de elementos de acero, diseño de elementos de concreto, diseño estructural, análisis estructural y dinámica estructural.

García Sánchez Enrique. Ingeniero Mecatrónico de profesión con Maestría en Sistemas Integrados de Manufactura y Doctorando en Ingeniería Mecatrónica. Docente de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla adscrito a la Facultad de Ciencias de la Electrónica. Miembro de la IEEE (Aerospace and Electronic Systems Society, Robotics and Automation Society, Vehicular Technology Society).

Rodríguez Mora Israel. Egresado de ingeniería mecánica por el Instituto Tecnológico de Puebla, realiza sus estudios de maestría y doctorado en ciencias de los materiales en instituto de Física Luis Rivera Terrazas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, actualmente profesor investigador de la Facultad de Ingeniería de la misma casa de estudio, miembro de sistema nacional de investigadores nivel candidato, tiene como líneas de investigación nuevos materiales y desarrollo de prototipos.

Carmona Rendón Juan C. Maestro en Valuación por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Ingeniero Industrial por el Instituto Tecnológico de Puebla. Formador de Formadores en la escuela de Formación docente de la BUAP. Líneas de investigación: Procesos de manufactura y Educación virtual.