

I CONGRESO IBEROAMERICANO DE DOCENTES

CONGRESO VIRTUAL DEL 26 NOVIEMBRE AL 08 DICIEMBRE DE 2018

ALGECIRAS (CÁDIZ) DEL 06 AL 08 DICIEMBRE DE 2018

Actas del Congreso Iberoamericano de Docentes

Objeto de Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales:
Confluencia de Didáctica y Tecnología

Valeria Bertossi

Sonia Pastorelli

Eva Casco

ISBN: 978-84-948417-0-5

Edita **Asociación Formación IB.**

Coordinación editorial: **Joaquín Asenjo Pérez, Óscar Macías Álvarez, Patricia Ávalo Ortega y Yoel Yucra Beisaga**

Año de edición: **2018**

Presidente del Comité Científico: **César Bernal.**

El I Congreso Iberoamericano de Docentes se ha celebrado organizado conjuntamente por la Universidad de Cádiz y la Asociación Formación IB con el apoyo del Ayuntamiento de Algeciras y la Asociación Diverciencia entre otras instituciones.

<http://congreso.formacionib.org>



red
iberoamericana
de docentes



formaciónib))

Objeto de Aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales: Confluencia de Didáctica y Tecnología

Valeria Bertossi¹, Sonia Pastorelli¹, Eva Casco¹
Universidad Tecnológica Nacional–Facultad Regional Santa Fe,
Departamento Materias Básicas
¹{vbertossi,spastorelli,ecasco}@frsf.utn.edu.ar

Resumen. A la hora de preparar recursos didácticos, sea cual fuere el nivel educativo que se trate, el pedagogo se enfrenta a los siguientes interrogantes: ¿para quién?, ¿por qué?, ¿para qué?, ¿cómo?, ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿con qué?

En esta comunicación se socializa un material cuyo diseño y elaboración fue guiado por cada uno de estos cuestionamientos y su concepción estructural estuvo inspirada en el modo singular que tiene el alumnado actual de acceder al conocimiento mediante las herramientas tecnológicas cotidianas. Con la intencionalidad didáctica de incorporarlo al proceso de enseñanza–aprendizaje de ecuaciones diferenciales, en formato de libro digital, incluye objetos de aprendizaje interactivos que propenden a la comprensión y autoevaluación de los conceptos aprehendidos. Se trata de un recurso innovador que admite el acceso por medio de dispositivos móviles y PCs de escritorio, puede ser usado en el aula o fuera de ella y abre un panorama fértil para la investigación educativa a través de la cual se pueden realizar mediciones de los resultados de los aprendizajes de estudiantes que lo utilizan, analizarlos y compararlos con los desempeños académicos de aquéllos que emplean materiales didácticos tradicionales, de modo de obtener retroalimentación en pos de mejorar el proceso de enseñanza–aprendizaje.

Palabras Clave: Objeto de aprendizaje, Libro digital interactivo, Autoevaluación, Ecuaciones diferenciales

1 Presentación

En el contexto de enseñanza–aprendizaje de cualquier saber del currículo los docentes apelan a recursos didácticos que facilitan su comprensión. Además, el consenso sobre los procesos formativos mediados por TIC invita constantemente a emplear herramientas digitales.

En esta contribución se presenta un libro digital para incorporarlo al proceso de enseñanza–aprendizaje de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias (EDO) en la cátedra Análisis Matemático II (AM II) de las carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Santa Fe.

Según la clasificación realizada por Gértrudix, Álvarez, Galisteo del Valle, Gálvez de la Cuesta y Gértrudix (2007) dicho libro entra en la categoría de *objeto de aprendizaje*, ya que es una agregación de los dos niveles anteriores de la taxonomía propuesta (*media* y *media integrado*) e incluye objetivos didácticos propios con actividades de aprendizaje y de evaluación para alcanzarlos.

A la hora de su diseño se siguieron los lineamientos de Cabero y Llorente (2005); esto es, pensar primero en las características de los estudiantes y plantearse si el alcance, los objetivos y los contenidos lo justifican, pues el medio debe quedar supeditado a la explotación didáctica y pedagógica del docente. El material debe producir en el que aprende resultados provechosos y el pedagogo debe guiar su utilización con actividades que lo desafíen, motiven, ayuden a establecer relaciones y optimicen el entendimiento porque “si ha de ser fructífero y no perturbador, debe llevar implícito un fuerte conocimiento de los procesos intelectuales que se pueden conseguir y de cómo se consiguen” (Fernández, 2005, p.38).

Con estas pautas se reformuló el material de cátedra (disponible en PDF) de manera que su estructura resulte atractiva a los nativos digitales, se adecue a su modo hipertextual de explorar los contenidos, se ejecute en diferentes plataformas de software (sistemas operativos) y hardware (*notebooks*, *PCs* de escritorio, *tablets* y, principalmente *smartphones*, que forman parte del ecosistema del aula) e incorpore actividades de autoevaluación, ya que es relevante que el alumno valore su propia tarea y sopesa el grado de satisfacción que le produce porque, como pregonan Jiménez, González y Hernández (2010, p.45), “deben ser educados para realizar esa función y deben de dárseles pautas para que lo hagan con seriedad y corrección, no de forma autocomplaciente o por juego”.

La elección de las EDO como contenido del objeto de aprendizaje se sustenta en las ordenanzas del diseño curricular de las carreras de Ingeniería de la UTN (CSU UTN, 2004a, 2004b, 2004c, 2006, 2007) que las designan como contenidos mínimos de AM II.

2 Diseño y desarrollo del objeto de aprendizaje

2.1 El estudiante

Este año cursan el primer nivel de Ingeniería los primeros estudiantes nacidos en el siglo XXI, pero ello no exime al resto de las características propias del alumnado actual:

- Generación multimedia y multitarea: uso de una variedad de medios de manera simultánea.
- Relación estructural vida cotidiana–tecnologías digitales, con los consecuentes cambios en las prácticas comunicativas, modos de producción, circulación y apropiación del conocimiento (Loyola, 2011).
- Plasticidad neuronal y elasticidad cultural para adaptarse a los diferentes contextos y facilidad para el idioma del vídeo y el dominio de la complejidad de las redes informáticas, según palabras de Martín–Barbero citado por Loyola (2011, p.110).
- Cultura del zapping y de la inmediatez de resultados que configuran las preferencias por la hipertextualidad.
- Subutilización de mecanismos de verificación para detectar soluciones imposibles debido a deficiencias en el planteo o errores algebraicos menores.
- Dificultades para sostener la atención. La gran cantidad de estímulos tecnológicos de la vida moderna caracterizan esta época como la “era de la distracción” (Manes y Niro, 2018).

2.2 Los objetivos

- ‘Sintonizar’ con las características del alumnado descritas en la subsección 2.1 para captar su atención.
- Proponer actividades interactivas de autoevaluación que no pongan en tensión al alumno tal cual ocurre en evaluaciones sumativas o diagnósticas de carácter público (en las que por toda devolución a un sondeo en el aula se recibe sólo silencio por temor al ridículo ante una respuesta equivocada).
- Incluir actividades interactivas y de simulación que inviten al alumno a conjeturar, probar, y en dicho proceso permitirse cometer errores y corregirlos; actividades que inciten a construir argumentos sobre la validez de un razonamiento y puedan debatirlos con los compañeros y el docente.
- Explotar el potencial que las tecnologías emergentes ofrecen en pos de afianzar el aprendizaje en criterios sustantivos como la autonomía, flexibilidad e interrelación de contenidos. Se espera que el alumno cierre el círculo de los conceptos desarrollados a

lo largo de la cursada (ver Figura 1): velocidad y trayectoria (unidad 1: Funciones Vectoriales), gradiente y curvas de nivel (unidad 2: Funciones de varias variables), líneas de flujo (unidad 4: Cálculo vectorial), campos direccionales, curvas solución, sistemas autónomos y estabilidad (unidad 5: EDO); además de recuperar conceptos previos de asignaturas del primer nivel tales como cónicas, curvas en paramétricas, autovalores, autovectores e integrales simples.

- Dar soporte para optimizar el tiempo de desarrollo de las clases ya que la unidad EDO 'se cae' del calendario académico.

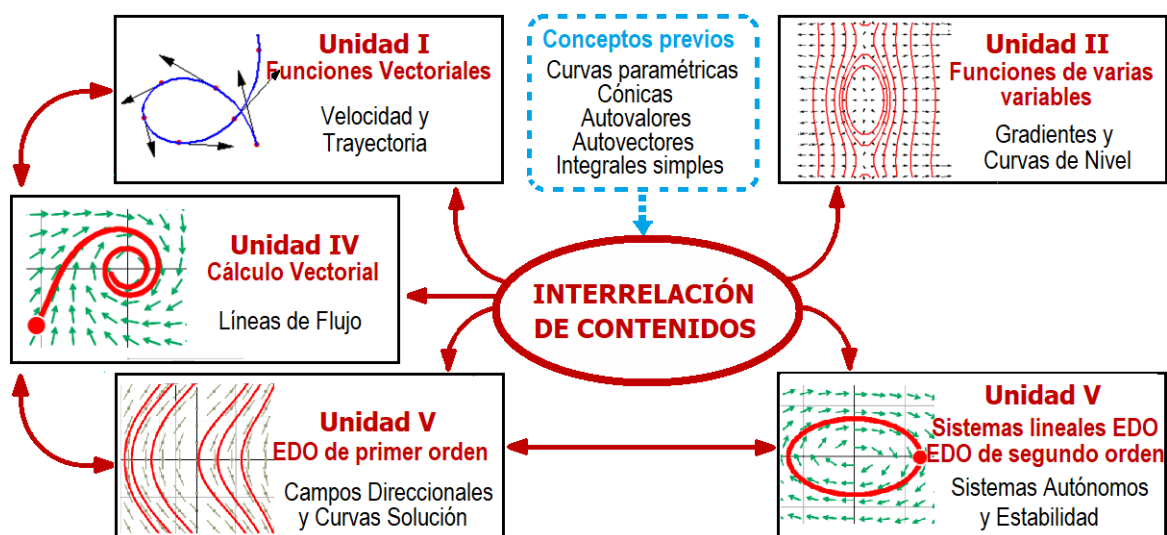


Figura 1. Interrelación de contenidos de AM II.

2.3 El medio

El medio didáctico es un objeto de aprendizaje que, bajo la forma de libro digital interactivo, se diseñó de una manera simple, que emula la de los libros de papel en la lectura secuencial, pero está enriquecido por las posibilidades que ofrece la tecnología digital: hipertextualidad, íconos cuya infografía alude a la función a ejecutar, posibilidad de descargar documentos, escuchar audios, ver vídeos, imprimir el libro en forma completa o parcial, ejecutar simulaciones y realizar actividades interactivas.

A través de la lectura lineal se pueden recorrer los contenidos conceptuales dando vuelta las páginas tal cual un libro impreso. Esta linealidad se combina con la hipertextualidad que permite 'navegar' el libro y responde a cuatro categorías:

Categoría I. *Links* hacia la ampliación de contenidos que se abren en ventanas emergentes con la posibilidad de descargar y/o imprimir el documento en PDF.

- *Vínculos a ejemplos:* desarrollados en forma completa para esclarecer la teoría y que (algunos) anexan objetos de aprendizaje interactivos para hacer las comprobaciones del tema en cuestión y promover experimentaciones de situaciones similares.
- *Vínculos a demostraciones de teoremas:* para favorecer la lectura fluida y a medida que el devenir del texto lo exige, se han incorporado los teoremas enmarcando sólo sus hipótesis y tesis en un recuadro de color que los diferencie del resto del escrito y destaque su relevancia. Se tiene la posibilidad de desplegar la demostración.
- *Vínculos a recordatorios de conocimientos previos:* son enlaces a conceptos cuya evocación permite interrelacionarlos con el tema que se está leyendo.

Categoría II. *Links* a objetos de aprendizaje interactivos dispuestos a lo largo del libro según su pertinencia. Algunos se recuperaron de la Web Descartes y otros han sido programados *ad hoc* respondiendo a diferentes propósitos:

- *Ejecución de simulaciones:* a) DaVinci (Bertossi, 2015); b) Sistemas homogéneos; c) Sistemas inhomogéneos.

- *Realización de cuentas*: Calculadora (Ripoll y García, s.f.).
- *Autoevaluación con retroalimentación*: a) Tabla resumen para punto crítico aislado; b) Familias ortogonales.
- *Comprobación de hipótesis y resultados*: a) Familia de curvas solución de una EDO; b) Solución particular de una EDO; c) Campos eléctricos en conductores (Abreu, Oliveró, Escamilla y Espinosa, 2013).

Categoría III. *Links* internos a otras partes del texto como lo son, por ejemplo, las entradas del índice; los ítems de listas, que enlazan a las páginas donde se desarrollan los conceptos a los que aluden; una frase o palabra que apunta al lugar donde el tema fue explicado, etc.

Categoría IV. *Links* a páginas web externas de modo que el joven expanda el conocimiento y establezca nuevas conexiones entre lo aprendido y otros conceptos que exceden a los desarrollados en el libro (sistemas caóticos), pero que pueden captarse intuitivamente gracias a la forma atractiva que tiene la ciencia ficción de presentarlos. La Figura 2 esquematiza lo descrito.



Figura 2. Diseño estructural del libro digital interactivo de EDO.

2.4 La tecnología

HTML5, CSS3 y JavaScript es la tríada por excelencia del desarrollo web a la que se recurrió para la programación del libro digital.

Adhiriendo a la filosofía del software libre, se empleó la librería *turns.js* (García, 2012) (para dar la apariencia de libro impreso) y los entornos de desarrollo de objetos de aprendizaje interactivos DescartesJS y Geogebra. En algunos casos, los *applets* de Geogebra se embebieron como *iframe* en las escenas Descartes.

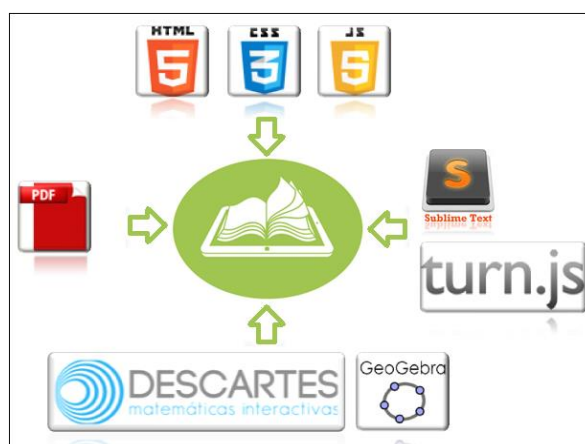
Para la edición de los archivos *html* se usó *Sublime Text*, software propietario de *HQ Pty Ltd* (2008). En la generación de los documentos descargables e imprimibles se recurrió al formato de documento portable (PDF, por sus siglas en inglés).

La Figura 3 muestra las tecnologías empleadas en la construcción del libro digital y la Figura 4 sintetiza la confluencia en su diseño de los aspectos tecnológicos y didácticos.

Figura 3. Tecnologías empleadas.



Figura 4. aspectos didácticos.



Confluencia de tecnológicos y

3 Conclusiones y trabajos futuros

Una vez aplicado su uso se harán mediciones de los aprendizajes para elaborar un juicio del recurso didáctico en sí y del modo en que se lo hubo empleado. La información obtenida servirá para analizar qué tipo de resultados produce en el proceso de enseñanza–aprendizaje y si es superior o complementario de los materiales didácticos tradicionales. A partir de las conclusiones arribadas se identificarán áreas de

oportunidad para mejorar tanto el diseño de la propia herramienta como la planificación, organización e implementación de las actividades áulicas que prevén su utilización.

Referencias

- Abreu, J.; Oliveró, M.; Escamilla, O.; Espinosa, J. (2013). *Campos eléctricos en conductores*. Lugar de publicación: RED Descartes. Recuperado de http://proyectodescartes.org/Un_100/materiales_didacticos/Un_092_CamposElectricosConductores/index.html
- Bertossi, V. (2015). *DaVinci 2.0*. Lugar de publicación: RED Descartes. Recuperado de http://proyectodescartes.org/miscelanea/materiales_didacticos/DAVINCI-JS/index.html
- Cabero, J.; Llorente, M. (2005). Las TIC y la Educación Ambiental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 4 (2), 9–26. Recuperado de <https://relatec.unex.es/article/view/197/185>
- CSU UTN. (25/08/2004). *Ordenanza 1026*. Lugar de publicación: Secretaría CSU UTN. Recuperado de <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1026&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- CSU UTN. (25/08/2004). *Ordenanza 1027*. Lugar de publicación: Secretaría CSU UTN. Recuperado de <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1027&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- CSU UTN. (25/08/2004). *Ordenanza 1030*. Lugar de publicación: Secretaría CSU UTN. Recuperado de <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1030&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- CSU UTN. (02/11/2006). *Ordenanza 1114*. Lugar de publicación: Secretaría CSU UTN. Recuperado de <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1114&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- CSU UTN. (30/08/2007). *Ordenanza 1150*. Lugar de publicación: Secretaría CSU UTN. Recuperado de <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1150&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- Fernández, J. (2005). Avatares y estereotipos sobre la enseñanza de los algoritmos en matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, (4), 31–46. Recuperado de http://www.fisem.org/www/union/revistas/2005/4/Union_004_006.pdf
- García, E. (2012). *Turns.js*. Lugar de publicación: GitHub, Inc. Recuperado de <http://turnjs.com/>
- Gértrudix, M.; Álvarez, S.; Galisteo Galisteo del Valle, A; Gálvez de la Cuesta, M^a.; Gértrudix, F. (2007). Acciones de diseño y desarrollo de objetos educativos digitales: programas institucionales. *Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4 (1), 14–25. Recuperado de <http://rusc.uoc.edu/rusc/es/index.php/rusc/article/download/v4n1-gertrudix-alvarez-galisteo-galvez-gertrudix/296-1213-2-PB.pdf>
- HQ Pty Ltd. (08/07/2013). *Sublime Text 2*. Lugar de publicación: Sublime Text Download. Recuperado de <https://www.sublimetext.com/2>
- Jiménez, Y.; González, M.; Hernández, J. (2010). Modelo 360° para la evaluación por competencias. *Innovación Educativa*, 10 (53), 43–53. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420770003>
- Loyola, M. (2011). Y en el aula, ¿qué hacemos? Estrategias (posibles y realizables).

En Cabello, R.; Morales, S. (Ed.), *Enseñar con tecnologías: nuevas miradas en la formación docente*. (pp.109–130). Buenos Aires: Prometeo Libros.
Manes, F; Niro, M. (2018). *El cerebro del futuro*. Buenos Aires: Planeta.
Ripoll, E.; García, M^a. (s.f.). *Calculadora Descartes*. Lugar de publicación: RED Descartes. Recuperado de <http://proyectodescartes.org/calculadora/index.htm>