

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN LA INGENIERÍA DE SOFTWARE EN UN ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE COLABORATIVO

Nicolás Battaglia, Carlos Neil, Marcelo De Vincenzi

Universidad Abierta Interamericana. Facultad de Tecnología Informática.
Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática. Buenos Aires. Argentina
{nicolas.battaglia, carlos.neil, medevincenzi}@uai.edu.ar

RESUMEN

Los cambios constantes de las tecnologías emergentes nos hacen reflexionar sobre cuán efectivo es el método tradicional de enseñanza. Los graduados deben ser competentes; no solo deben conocer los saberes de un área de conocimiento, sino también aplicarlos en futuros contextos profesionales. Para impulsar el aprendizaje basado en competencias, en particular en la ingeniería de software, es importante utilizar herramientas y aplicaciones específicas propias de la disciplina que permitan el aprendizaje de manera contextualizada y ubicua. Por otro lado, es necesario adaptar los criterios y estrategias de evaluación motivados por esta disrupción que permitan evaluar competencias y no saberes aislados. Un doble desafío: diseñar una infraestructura para poder brindar servicios de educación mediada por la tecnología y coadyuvar para que los estudiantes puedan aprender en forma colaborativa optimizando al máximo el proceso formativo. En este proyecto se propone la integración de plataformas tecnológicas para el aprendizaje ubicuo colaborativo, basado en competencias, en cursos vinculados con la ingeniería de Software, en particular, durante el proceso de modelado de software.

Palabras clave: Aprendizaje Colaborativo, Aprendizaje Basado en Competencias, Ingeniería de Software, Trabajo Colaborativo, UML.

CONTEXTO

El proyecto de investigación se implementa en la facultad de Tecnología Informática de la Universidad Abierta Interamericana (UAI). Alumnos de la universidad desde 2° año hasta 5° año de la carrera de Ingeniería en Sistemas Informáticos, trabajan de manera articulada en las siguientes asignaturas relacionadas: 1) Metodologías de Desarrollo de Sistemas I y II (2° año). 2) Bases de Datos, Trabajo de

Diploma y Trabajo de Campo I (3° año). 3) Seminario de Aplicación Profesional y Trabajo Final de Ingeniería (5° año).

Materializando el proyecto se desarrolló una herramienta CASE que permite a estudiantes aprender e interactuar entre ellos con temas relacionados con la Ingeniería de Software (IS) y el modelado UML en un proyecto de software. Esto lo realizan de manera colaborativa y en forma evolutiva con un nivel de complejidad que se va incrementando en los sucesivos años conforme incrementan su nivel de competencia.

El proyecto, por otro lado, está en línea con el documento recientemente publicado por el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) llamado “Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina” [1], donde se incorporan las condiciones curriculares comunes sobre las Competencias de Egreso que un alumno debe acreditar para acceder a su graduación.

1. INTRODUCCIÓN

El 2020 será recordado como el “año de la pandemia”. En este contexto, la sociedad tuvo que reinventarse de manera obligada en casi todos los aspectos de la vida cotidiana.

Como se pudo observar durante el 2020, uno de los aspectos que más sufrió el impacto del COVID-19, sin duda, fue la educación. Las instituciones educativas tuvieron que reestructurarse en muy poco tiempo para poder continuar operando de manera virtual y así lograr, parcialmente, sus objetivos. Por medio de la tecnología y las comunicaciones, gran parte de los alumnos continuaron estudiando, pero de manera virtual. Esto presentó nuevos desafíos: formar a los docentes en esta nueva modalidad y, además, implantar y adaptar sistemas pedagógicos e informáticos que permitieron lograr estos objetivos, en general, de manera parcial. Si bien esta realidad aceleró el proceso de cambio, también es cierto que durante los últimos años la educación ha ido cambiando sus métodos de aprendizaje

centrado en el docente a métodos de aprendizaje centrados en el alumno [2].

Desde el comienzo del proyecto de investigación [3]–[5] afirmamos que el cambio y la evolución de la tecnología generaron la necesidad de repensar el sistema educativo (cuyas raíces se originaron hace cientos de años). Esta afirmación y el COVID-19 como catalizador, nos obliga a ahondar, aún más, en las implicancias de la tecnología en la educación.

Uno de los cambios más relevantes de los últimos tiempos es la capacidad actual de poder acceder a información de manera ubicua. Esto está vinculado, sin dudas, con la evolución en las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) [6], [7]. De esta manera, gracias a Internet y a los dispositivos móviles, el estudiante puede aprender de manera virtual, utilizar herramientas sincrónicas (videoconferencias, chat, etc.) y asincrónicas (foros y redes que promueven la interacción con otras personas), facilitándoles el aprendizaje colaborativo.

Por este motivo, el trabajo colaborativo, las TIC y la enseñanza se pueden integrar para crear entornos de aprendizaje colaborativo asistido por computadora. Esta integración se basa en el impacto social del trabajo colaborativo y las TIC en la educación que transforma la manera tradicional de enseñanza/aprendizaje. Esto conlleva varios cambios, entre ellos el Aprendizaje Basado en Competencias (ABC) y centrada en el alumno y el impacto de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje, para lo cual es necesario también modificar y adaptar los criterios y estrategias de evaluación motivados por esta disrupción [8].

Por un lado, el trabajo colaborativo apoyados en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) propuesto por Vygotski a principios del siglo XX [9] y, por el otro, las TIC en el marco de las propuestas de *e-learning* o *blended learning*. Esto sumado al desarrollo creciente de las TIC junto con el concepto de trabajo colaborativo, conforman los entornos de Trabajo Colaborativo Asistido por Computadora (CSCW). Este concepto, integrado en entornos de enseñanza y aprendizaje colaborativo, dio origen a los entornos de Aprendizaje Colaborativos Asistidos por Computadora (CSCL) [10].

En el ámbito académico, los nuevos estándares para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina (Libro Rojo de CONFEDI) [1] que proponen el ABC y están centrado en el alumno, dan cuenta de

la necesidad de la integración de ambos modelos, además de considerar todas las herramientas de seguimiento y evaluación que sean requeridas por este paradigma (figura 1).



Figura 1. Conformación del modelo CSCL

Sin dudas, el estudio teórico de la Ingeniería de Software (IS) no es suficiente para comprender y resolver los problemas de cooperación y colaboración que surgen durante el desarrollo de un proyecto informático [11].

Los estudiantes suelen centrar su esfuerzo en aspectos técnicos y asumen que los inconvenientes vinculados al trabajo en equipo no impactarán en el proyecto. En virtud de resolver el problema planteado previamente, Daniele et al. [12] proponen, para mejorar los aspectos comunicacionales, la integración de las plataformas CSCL con entornos especializados en la resolución de problemas prácticos y técnicos en un proyecto de desarrollo de software; además, esta propuesta potencia el aprendizaje de la IS y permite el desarrollo de competencias profesionales y sistemáticas en el desarrollo de software [13].

De la misma manera, tal como sucede en los procesos tradicionales de enseñanza, en los entornos CSCL, la evaluación cumple un rol muy importante. Según el estudio realizado en [14], en el modelo de enseñanza y aprendizaje de la IS mediado por tecnología, los estudiantes cumplen un papel de mayor protagonismo y responsabilidad y, en consecuencia, los docentes asumen un nuevo rol cuando es el alumno quien adquiere mayor autonomía en su proceso de aprendizaje a través de entornos virtuales. Esta autonomía es una característica distintiva de la enseñanza centrada en el estudiante.

En este contexto, la evaluación es entendida como un proceso que promueve el aprendizaje con una finalidad formativa, más que como un proceso de control de resultados. Por

consecuente, un proceso específico de enseñanza y aprendizaje en un entorno virtual colaborativo requiere también de un proceso de evaluación, autoevaluación y coevaluación y seguimiento acorde al modelo de aprendizaje colaborativo planteado por el concepto CSCL [8]. El énfasis en la educación centrada en el estudiante permite retomar el modelo de ABC, que también promueve reformular y adaptar los criterios y estrategias de evaluación motivados por la disrupción tecnológica que da origen a los entornos CSCL.

En resumen, en este proyecto nos enfocamos en la enseñanza y el aprendizaje del modelado de software y utilizamos el estándar UML como lenguaje para especificar, construir, visualizar y documentar sistemas informáticos. Para esto proponemos el rediseño de un entorno CSCL específico para dicha área de conocimiento, con un enfoque centrado en el ABC.

2. uCASE-CL

Los modelos de aprendizaje colaborativo asistido por computadora están inmersos en un universo tecnológico ubicuo, basado en las TIC. Este tipo de modelo fue denominado uCSCL por Coto, et al [15], entre otros autores. El modelo CSCL está compuesto por tres dimensiones (Ciencias de la Computación, Psicología y Pedagogía), a éstas se agrega una cuarta dimensión que representa la tecnología subyacente que materializa el concepto de ubicuidad.

La propuesta de uCASE-CL [6], [8], [16] se basa en la idea de ampliar el modelo uCSCL mencionado para contar con un bloque funcional de evaluación integrando las herramientas de enseñanza y aprendizaje necesarias para áreas de conocimiento específico, como sucede con la IS y el modelado UML.

El modelo uCASE-CL propuesto inicialmente no consideraba las herramientas necesarias para poder adoptar el sistema de ABC. Si bien estaba diseñado para centrar la educación en el alumno, no permitía definir competencias, resultados de aprendizaje y tampoco brindaba herramientas para obtener indicadores particulares sobre la evolución del aprendizaje y las competencias vinculadas.

Por lo tanto, este modelo amplía el objetivo principal incorporando diferentes técnicas que permitan integrar la educación basada en competencias dentro de entornos virtuales colaborativos que, además, brinden información en tiempo real sobre la evolución

de los resultados de aprendizaje vinculados con las competencias genéricas y específicas.

3. APRENDIZAJE BASADO EN COMPETENCIAS

La universidad debe preparar al estudiante en un entorno de competencias genéricas y específicas que les permitan afrontar los problemas que plantea esta sociedad cambiante.

McClelland [17], en la búsqueda de una alternativa a las pruebas de aptitud e inteligencia tradicionales, desarrolló el concepto de “competencia” definido como una característica subyacente de una persona que le permite demostrar un desempeño superior en un determinado rol o situación, haciendo la diferencia entre personas con desempeño excelente versus personas con desempeño promedio.

Por otro lado, el concepto de competencia engloba todo un conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes que se combinan, coordinan e integran, para que el individuo logre «saber conocer», «saber hacer», «saber ser» [18]. El dominio de estos saberes le permiten ser «capaz de» actuar con eficacia y eficiencia en situaciones que se le presenten [19]. En este sentido, la competencia no reside en los recursos (capacidades) sino en la movilización misma de los recursos. Para ser competente es necesario poner en juego el repertorio de recursos. Además, el aprendizaje por competencias ha promovido toda una renovación de las teorías psicopedagógicas de los aprendizajes, dando lugar a la evolución de los esquemas de referencia de la formación de profesionales [19].

En esta línea, Tobón [18] propone concebir las competencias como: “Procesos complejos de desempeño con idoneidad en determinados contextos, integrando diferentes saberes (saber ser, saber hacer, saber conocer y saber convivir), para realizar actividades y/o resolver problemas con sentido de reto, motivación, flexibilidad, creatividad, comprensión y emprendimiento, dentro de una perspectiva de procesamiento metacognitivo, mejoramiento continuo y compromiso ético, con la meta de contribuir al desarrollo personal, la construcción y afianzamiento del tejido social, la búsqueda continua del desarrollo económico-empresarial sostenible, y el cuidado y protección del ambiente y de las especies vivas”.

4. EVALUACIÓN Y COMPETENCIAS

Tal como planteó Perrenoud [20], las competencias son invisibles y sólo son abordables a través de los desempeños observables, por lo tanto, en línea con Zapata [21] éstas deben ser observables y evaluables y esto sucede, básicamente, por medio de las conductas que los sujetos generan ante diversos problemas en contextos cambiantes. Esto plantea la necesidad de la sustitución o coexistencia de procedimientos, herramientas y formas de evaluar los saberes por medio de procesos descriptivos o conceptuales (exámenes, pruebas de destreza, problemas teóricos, etc.) por otros métodos donde se tenga en cuenta la simulación real de casos prácticos, con metodologías de indagación, de investigación formativa, con elaboración de proyectos, etc. Todo esto bajo la observación del docente sobre aquellos aspectos de desenvolvimiento personal del alumno en la ejecución de tareas y resolución de problemas.

Como consecuencia, el ABC requiere un sistema de evaluación variado, debido a que cada competencia tiene componentes muy distintos que necesitan procedimientos diversos para ser evaluados correctamente [22]. La evaluación por competencias se basa en el acceso a fuentes múltiples y variadas de información con el fin de determinar si los estudiantes han alcanzado el nivel esperado de desarrollo de competencias, así como un grado suficiente de dominio de los recursos vinculados a cada competencia [21].

Si bien existen diversas metodologías de evaluación de competencias [23], en la actualidad uno de los mejores instrumentos, son las rúbricas, debido a su facilidad de uso y a la oportunidad de obtener aspectos complejos, imprecisos y subjetivos [2], [14].

Por otro lado, los entornos CSCL amplían las posibilidades de trabajo grupal sincrónico y asincrónico, con la consecuente necesidad de realizar la evaluación bajo el mismo esquema.

Según Zapata [24], cuando se evalúa en un entorno virtual de aprendizaje, es necesario también la comunicación de los resultados que ayudan al estudiante a comprender el nivel de adquisición de una competencia determinada. En estos entornos, es fundamental el concepto tradicional de retroalimentación o *feedback* propuesto por los entornos virtuales. Sin embargo, en los entornos virtuales colaborativos, es necesario medir también el nivel de participación de un estudiante dentro de un equipo de trabajo, por ejemplo, por

medio de la cantidad de mensajes enviados, tomando en cuenta aspectos semánticos y de relevancia en cuanto a cómo son estos mensajes, su influencia en otros estudiantes, si son respondidos, etc.

Por otro lado, un aspecto a tener en cuenta en la evaluación en los entornos virtuales está vinculado con la dificultad, por un lado, de garantizar la acreditación de la autoría del alumno como, así también, identificar si las competencias manifestadas corresponden con el individuo que se evalúa [25]. Esto implica un desafío en el diseño y utilización de métodos e instrumentos que contemplen los aspectos anteriormente planteados en la evaluación competencias en entornos CSCL.

En esta línea, Heberling y Flint [26] afirman que el mantenimiento de la integridad académica es un reto en ambas modalidades: la tradicional y en línea. Además, amplían el concepto explicando que, si bien es imposible erradicar el engaño por completo, se puede minimizarlo concientizando al comienzo de cada curso las implicancias del fraude en cuanto a sanciones y resultados académicos.

5. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

El presente trabajo está identificado como proyecto de investigación y desarrollo en el Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática (CAETI), dentro de la línea de investigación Sociedad del Conocimiento y Tecnologías aplicadas a la educación.

Además, el proyecto se ramifica en diferentes áreas temáticas específicas, a saber: 1) Desarrollo y evaluación de competencias en la ingeniería de software en entornos virtuales de aprendizaje colaborativo, 2) Aprendizaje por competencias y computación cognitiva, 3) Analítica de aprendizaje y análisis de datos. 4) Enseñanza de IS a personas con capacidades limitadas. 5) Estudios empíricos sobre modelos de enseñanza de aprendizaje. 6) Estilos de aprendizaje y personalización de la enseñanza y, por último, 6) Desarrollo de herramientas CASE integrada con los conceptos de aprendizaje basado en competencias.

6. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

i. Resultados obtenidos:

1) Desarrollo, diseño e implementación del prototipo de una herramienta CASE

colaborativa ubicua multiplataforma, denominada UAI Case. 2) Diseño de una plataforma académica colaborativa multiplataforma para evaluación, seguimiento, interacción y coordinación de proyectos informáticos. 3) Definición y especificación de los bloques funcionales necesarios para determinar un proceso específico en la enseñanza y aprendizaje de modelados en la IS.

ii. Objetivos Futuros / Resultados esperados:

1) Diseñar herramientas que permitan integrar el concepto de ABC junto con herramientas que faciliten evaluar y realizar seguimientos en entornos colaborativos (UAI Case). 2) Generar indicadores en tiempo real que permitan medir la evolución de los saberes y competencias en el ABC. 3) Obtener un conjunto de indicadores que permitan medir el rendimiento de un equipo virtual de trabajo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la IS. 4) Realizar la evaluación empírica del prototipo de la herramienta UAI Case por medio de la definición de un método de evaluación basado en métricas. 5) Desarrollar sistemas de tutorías inteligentes mediante la implementación de tutores cognitivos que imiten el rol del profesor, guíen el desarrollo del aprendizaje y ofrezcan pistas a los estudiantes cuando están atascados en un problema. 6) Utilizar analíticas del aprendizaje que permitan, mediante la medición, recopilación y análisis de datos de los estudiantes durante el proceso de enseñanza aprendizaje, detectar los errores más comunes y proporcionen una respuesta en tiempo real al estudiante.

7. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo está formado, además de los integrantes que encabezan este trabajo, por 9 estudiantes de posgrado (doctorado en ciencias informáticas, maestría en tecnología informática y especialización en ingeniería de software) quienes están desarrollando sus respectivas tesis y trabajos finales en temas vinculados al proyecto: Fernando Parra, Jorge Lomoro, Silvia Poncio Gabriela Iannantuoni, Jorge Zarate, Marcelo Monferrato, Juan Facundo Oliva, Charles Maldonado, Nelson Garrido.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] CONFEDI, *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI"*. 2018.
- [2] A. Schiter, N. Battaglia, and C. Neil, "El Porqué de las Rúbricas para la Evaluación y la Autoevaluación," *Congr. Nac. Ing. Informática - Sist. Inf. CONAIIISI*, 2018.
- [3] C. Neil, M. De Vincenzi, N. Battaglia, and R. Martínez, "Herramientas Colaborativas Multiplataforma en la Enseñanza de la Ingeniería de Software," *XVIII Work. Investig. en Ciencias la Comput. (WICC 2016, Entre Ríos, Argentina)*. 2016.
- [4] M. De Vincenzi, C. Neil, N. Battaglia, and R. Martínez, "Uaicase: Enseñanza De Ingeniería De Software En Entornos Virtuales Colaborativos," *XX Work. Investig. en Ciencias la Comput. (WICC 2018, Univ. Nac. del Nord.*, pp. 1124–1129, 2018.
- [5] N. Battaglia, C. Neil, M. De Vincenzi, R. Martínez, and J. P. Beltramino, "UAI case: desarrollo y evaluación de competencias en la ingeniería de software en un entorno virtual de aprendizaje colaborativo," *XXI Work. Investig. en Ciencias la Comput. (WICC 2019, Univ. Nac. San Juan)*., 2019.
- [6] N. Battaglia, C. Neil, R. Martínez, and M. De Vincenzi, "UAI case: An uCASE-CL model implementation," *J. Technol. Sci. Educ. (i-CITE). Senai, Johor, Malaysia.*, vol. 9, no. 1, p. 96, 2019, doi: 10.3926/jotse.543.
- [7] G. Lavigne, M. Ovando, J. Sandoval, and L. M. Salas, "Exploración preliminar del aprendizaje colaborativo dentro de un entorno virtual," *Actual. Investig. en Educ.*, 2012.
- [8] N. Battaglia, "Integración de una Herramienta CASE en un Entorno Académico Colaborativo para la Enseñanza de Ingeniería de Software," Universidad Abierta Interamericana, 2017.
- [9] L. Vygotsky, "The collected works of LS Vygotsky: Problems of the theory and history of psychology," 1997, Accessed: Dec. 12, 2020.
- [10] G. Stahl, T. Koschmann, and D. Suthers, "Computer-supported collaborative learning: An historical

- perspective,” 2006. Accessed: Dec. 21, 2020.
- [11] P. Bouillon, J. Krinke, and S. Lukosch, “Software engineering projects in distant teaching,” 2005, doi: 10.1109/CSEET.2005.31.
- [12] M. Daniele, M. Uva, P. Martelloto, and G. Picco, “Aplicación de herramientas CASE a la enseñanza de Ingeniería de Software: Gestión de la Configuración de Software y Testing Funcional,” 2010.
- [13] N. Battaglia, C. Neil, M. De Vincenzi, and J. P. Beltramino, “Competency-based learning in collaborative virtual platforms,” *Int. Inst. Innov. Technol. 10th IITEC Int. Symp. Innov. Technol. ISIT2019. Cuzco, Perú.*, 2019.
- [14] N. Battaglia, R. Martínez, M. Otero, C. Neil, and M. De Vincenzi, “Autoevaluación Colaborativa por medio de Rubricas en Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje,” 2016.
- [15] M. Coto, C. A. Collazos, and S. Mora-Rivera, “Modelo Colaborativo y Ubicuo para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel Iberoamericano,” *Rev. Educ. a Distancia*, 2016, doi: 10.6018/red/48/10.
- [16] N. Battaglia, C. Neil, M. De Vincenzi, R. Martínez, and D. González, “UCASE - CL: aprendizaje colaborativo de la ingeniería de software en entornos virtuales ubicuos,” in *XII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 2017, pp. 439–452.
- [17] D. C. McClelland, “Testing for competence rather than for ‘intelligence’,” *Am. Psychol.*, 1973, doi: 10.1037/h0034092.
- [18] S. Tobón, “La Formación Basada en Competencias en la Educación Superior: El enfoque complejo,” 2009.
- [19] J. T. Fernández and C. R. Bueno, “Evaluación de competencias profesionales en educación superior: Retos e implicaciones,” *Educ. XXI*, 2016, doi: 10.5944/educXX1.12175.
- [20] P. Perrenaud, *Construir competencias desde la escuela*. JC Sáez, 2008.
- [21] A. Fernández March, “La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria,” *REDU. Rev. Docencia Univ.*, 2011, doi: 10.4995/redu.2010.6216.
- [22] A. Villa Sánchez and M. Poblete Ruiz, *Aprendizaje Basado En Competencias Una Propuesta Para La Evaluación*. 2007.
- [23] J. Cubero-Ibáñez, M. S. Ibarra-Sáiz, and G. Rodríguez-Gómez, “Propuesta metodológica de evaluación para evaluar competencias a través de tareas complejas en entornos virtuales de aprendizaje,” *Rev. Investig. Educ.*, vol. 36, no. 1, pp. 159–184, 2018, doi: 10.6018/rie.36.1.278301.
- [24] M. Zapata, “Evaluación de competencias en entornos virtuales de aprendizaje y docencia universitaria,” *Revista de Educación a Distancia. Sección de Docencia Universitaria en la Sociedad del Conocimiento.*, vol. 1, no. 1DU, 2010.
- [25] J. Bailie, J. L. Bailie, and M. A. Jortberg, “Online Learner Authentication: Verifying the Identity of Online Users,” *MERLOT J. Online Learn. Teach.*, vol. 5, no. 2, 2009, Accessed: Dec. 26, 2020.
- [26] M. Heberling and M. Flint, “Maintaining academic integrity in online education,” *Online J. Distance Learn. Adm.*, vol. V, no. 1, pp. 1–6, 2002.