

## **Análisis de un modelo de evaluación flexible para un curso híbrido orientado al desarrollo de habilidades de investigación**

### **Analysis of a flexible evaluation model for a hybrid course oriented to the development of research skills**

**Francisco Delgado, Tecnológico de Monterrey, campus Estado de México, México,  
fdelgado@itesm.mx**

**Rubén Darío Santiago, Tecnológico de Monterrey, campus Estado de México, México,  
ruben.dario@itesm.mx**

**Línea temática (marcar con X):** X Tendencias educativas \_\_\_Tecnologías para la educación  
\_\_\_Gestión de la innovación educativa \_\_\_Innovación académica en salud

#### **Resumen**

La evolución de la evaluación en un mundo donde los requerimientos de dominios disciplinares y competitivos son tan amplios, y donde se hacen asequibles por caminos y medios variados, el análisis de los modelos de evaluación se hace imprescindible dado que tienden inherentemente a reflejar esquemas de antaño. El presente trabajo presenta el análisis de los resultados de un modelo de evaluación que ha sido construido para un curso de Métodos numéricos bajo un contexto de educación híbrida y donde los intereses se orientan al desarrollo de competencias en investigación.

#### **Abstract**

Evolution of evaluation in Education has been revalued under contexts demanding diverse and wide professional scenarios, which, in addition are achieved by several media. Analysis of evaluation models should be performed because they have the tendency to repeat old schemes. This work shows an analysis for the evaluation model performed on a context of hybrid learning where interest is centered on the development of research competencies.

**Palabras clave:** SPOR, Evaluación, Competencias.

**Key words:** SPOR, Evaluation, Competencies.

#### **1. Introducción**

La educación universitaria contemporánea establece retos crecientes que compaginen una formación sólida con una competitiva, donde se impacte la vida profesional. La tecnología está jugando un papel preponderante permitiendo el acceso a materiales especializados que ayuden al estudiante dirigir la adquisición de conocimientos básicos (tutoriales, screencasts, evaluaciones en línea, etc.), cubriendo el espectro de la educación tradicional. Estos recursos favorecen la educación basada en competencias

profesionales mediante técnicas diversas (Problemas, Casos, Proyectos, Retos), dejando para ellas la interacción presencial profesor-alumno, en donde se agrega más valor. Por sus características, estos diseños implican una evaluación flexible y diversa.

Los espacios de aprendizaje híbrido están creciendo y son experimentados por los docentes universitarios, pero dejan preguntas emergentes relativas a la evaluación y la medición del desempeño individual, en dimensiones distintas a las de la educación tradicional más orientada al dominio de contenidos. Este trabajo reporta el análisis de resultados en la estructura de evaluación empleada en un modelo de instrucción en forma de un curso híbrido restringido orientado a la investigación (SPOR, por sus siglas en inglés). El análisis considera la efectividad, complejidad y representatividad en términos del desempeño individual sobre ámbitos varios: conocimientos, habilidades y competencias.

## **2. Desarrollo**

Los MOOC's (Massive Open Online Courses) y SPOC's (Small Private Online Courses) son construcciones que implementan recursos tecnológicos en el aprendizaje de un tema o disciplina con un fin dado: el aprendizaje per sé o su combinación con el desarrollo de competencias y habilidades en un contexto híbrido (Gleeson, 2014; Goral, 2014; Hosler, 2014). En la presente propuesta, la investigación se delimita a una variante, el SPOR's (Delgado, 2016a; 2016b; 2017) que bajo contexto híbrido adoptó el desarrollo de competencias y utilizó los espacios presenciales para el desarrollo de aplicaciones y solución de retos, delegando en gran medida el aprendizaje de conocimientos básicos al esquema en línea por tecnologías ad hoc (Laurillard, 2008). Bajo esta delimitación, este trabajo busca analizar el esquema de evaluación empleado en el que subyace la flexibilidad y cuestiona la adquisición de conocimientos como primordial componente, estableciendo criterios centrados en la adquisición de competencias y habilidades. El análisis se establece experimentalmente sobre los resultados de seis cursos de Métodos Numéricos impartidos en este formato, cuyos antecedentes y fundamentación han sido desarrollados por Delgado (2016a; 2016b; 2017).

### **2.1 Marco teórico**

La profesionalización de la educación ha motivado cambios para aproximar el aprendizaje al estudiante aun cuando éste se visualice en términos de conocimientos concretos. La educación basada en competencias es un referente introducido en las últimas décadas para asegurar el retorno de inversión en educación (Wade, 2014) y en donde la globalización educativa está requiriendo atención en disciplinas como la ciencia y la tecnología (ETA, 2015), creando esquemas y recursos para atender en forma económica, global y competitiva a un mayor número de alumnos mediante instrucción híbrida, liberando espacios presenciales para actividades aplicadas o retadoras (Hosler, 2014).

El curso de Métodos numéricos es un espacio potencial para la integración curricular y el desarrollo de competencias: se ubica después de los cursos de competencias matemáticas y físicas, concluye planteando situaciones aplicadas de base matemática involucrando conceptos científico-tecnológicos, siendo parteaguas para redondear la formación en ciencias e ingeniería con la aplicación de

conocimientos previos y aprendizajes futuros (Delgado y Martínez, 2011; Delgado, 2013). El modelo Tec21 del Tecnológico de Monterrey está accediendo competitivamente al desarrollo de competencias profesionales mediante el aprendizaje basado en retos (CBL), una evolución transdisciplinaria y realista del Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y el Aprendizaje Orientado a Proyectos (POL), una metodología concurrente más cercana a ella (ITESM, 2015a). Como sus análogos constructivistas, demanda mayor tiempo de trabajo. Los autores han construido portales de recursos programados como MOOC's y SPOR's para desarrollar competencias (Delgado, 2015) que poseen componentes que fomentan la profesionalización en la evaluación (Gleeson, 2014; Goral, 2014; Hosler, 2014).

Su estructura debió declinar la medición del desempeño mediante la apropiación de conocimientos, que por décadas ha establecido la educación tradicional (Dressel, 1963; PR, 2014). El desconocimiento de cómo evaluar otros elementos que la vida profesional está imponiendo, si bien descansan en conocimientos, no guardan una relación lineal con ellos (Bristow and Patrick, 2014). Se puede haber adquirido conocimientos, sin facultar la resolución de problemas o generación de aplicaciones. A la inversa, pueden no haberse adquirido la totalidad de conocimientos en un syllabus, pero sí competencias sobre los conocimientos adquiridos y apropiación de habilidades asociadas (autoestudio, investigación y aprendizaje autónomo) (PR, 2014) ¿Qué esquema y criterios son los más adecuados para evaluar al alumno y reflejar adecuadamente su desempeño y ganancias en el curso? En este estudio se asume la existencia de estos recursos y estrategias, analizando su modelo de evaluación para cada estudiante en el avance de los ámbitos descritos: adquisición de conocimientos, apropiación de habilidades y desarrollo de competencias.

## **2.2 Planteamiento del problema**

En el curso de Métodos numéricos, se planteó, diseñó y generó una aproximación de aprendizaje híbrido que recopila recursos probados y adecuados para la adquisición de conocimientos o contenidos básicos (tutoriales adaptativos, screencasts, repositorios de actividades, proyectos y códigos computacionales, clases en línea, blogs, etc.). Ello supuso un cambio en la evaluación, un aspecto a mejorar, analizar y reformar. El concepto de flexibilidad establece que cada estudiante posee necesidades diferentes sobre dónde, cómo y qué aprender (ITESM, 2015b), y es consistente con la afirmación de Douady et al. (1995): el conocimiento se alcanza mediante aproximaciones diferentes y específicas, no de una vez por todas sino sucesivamente en diferentes estratos. La premisa de que cada alumno puede construir su propia trayectoria de aprendizaje, adaptable al conocimiento previo y a sus fines de aprendizaje, fue la que estableció el diseño del curso (Delgado 2016a; 2016b).

Con base a la formulación del problema, esta investigación estableció como objetivo realizar un estudio experimental para proponer, valorar y recomendar cambios en el modelo de evaluación. Ya un estudio previo estableció un análisis de representatividad del modelo sobre la medición del desempeño individual (Delgado, 2016a; 2016b), aspecto por lo tanto no considerado aquí. El estudio busca atender la representatividad del desempeño para un mejor reflejo de la dedicación en el curso (Black, 2014).

## **2.3 Método**

La implantación del SPOR en los cursos de Métodos numéricos planteó modificaciones al proceso de evaluación. Esta investigación estableció el análisis experimental del modelo de evaluación propuesto para una recomendación final. En él, la componente de conocimientos básicos descansa sobre recursos en línea y es evaluada mediante quizzes (Q) o tutoriales reiterativos en línea (SC) o como una componente en una evaluación conjunta a decisión del alumno (E), que todo alumno puede anticipar y exentar por la aprobación en línea. Las actividades de aprendizaje de contenido se desarrollan mediante clases en línea, prácticas, tutoriales, tareas individuales y screencasts. Las secciones de trabajo en equipo en actividades de desarrollo aplicado (TW, una primera aproximación al CBL) y el CBL de integración curricular, son desarrolladas paralelamente como principal componente presencial mediante una red semestral de actividades de investigación y desarrollo propuestas (SPOR), formando parte de la evaluación conjunta que opera como evaluación individual cruzada (Figura 1). La evaluación toma y clasifica diferentes evaluaciones simples en tres ámbitos: a) Contenidos básicos (AdC, Adquisición de conocimiento), b) Trabajo en equipo (InC, Integración de conocimiento), y c) Proyectos de investigación (ApC, Aplicación del conocimiento).

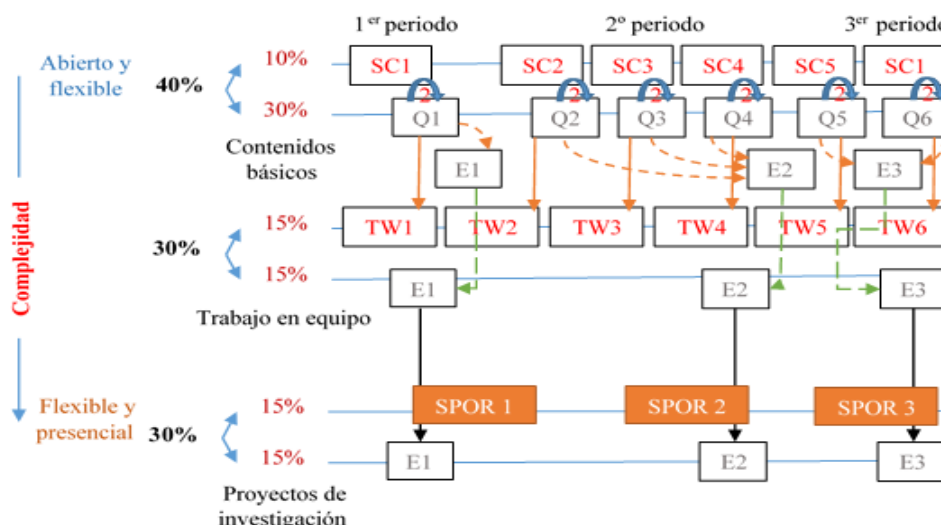


Figura 1: Modelo de evaluación flexible y desarrollo de competencias (Delgado, 2016b).

El estudio experimental implicó probar los modelos actuales agrupados en la separación de las componentes de evaluación asociadas (AdC, InC y ApC). El estudio experimental se desarrolló durante año y medio en seis grupos del curso bajo esta metodología. Los insumos son para estas evaluaciones conjuntas para un total de 132 estudiantes. El análisis de estos indicadores permite discernir aspectos de la evaluación individual al integrar elementos en línea y en equipo, permitiendo analizar la forma en que cada componente evaluada es combinada en una sola evaluación conjunta.

## 2.4 Resultados

El primer análisis realizado fue estudiar el comportamiento de los datos experimentales agrupados en cada una de las componentes de evaluación. La Figura 2 muestra dos perspectivas de los datos experimentales. La primera de ellas (Fig. 2a) establece los datos por alumno en cada evaluación en escala 0-100 (AdC, InC y ApC), categorizadas en cuatro conglomerados según su calificación final CF

en el curso bajo el modelo establecido: los alumnos de alto desempeño con  $CF > 84$  (verde), de desempeño medio con  $69 < CF < 85$  (amarillo) y bajo desempeño y reprobación del curso,  $CF < 70$  (rojo y verde). Los alumnos en color negro escapan de la zona de bajo desempeño (gris) en al menos una de las tres componentes. El segundo análisis (Fig. 2b), establece una primera aproximación a la dispersión del desarrollo equitativo, marcando los puntos en un color rojo más claro a aquellos resultados más alejados del mismo. Una duda al menos plausible es si los estudiantes marcados en color negro lograron o no el dominio mínimo dentro del curso, derivado del carácter aditivo de la evaluación.

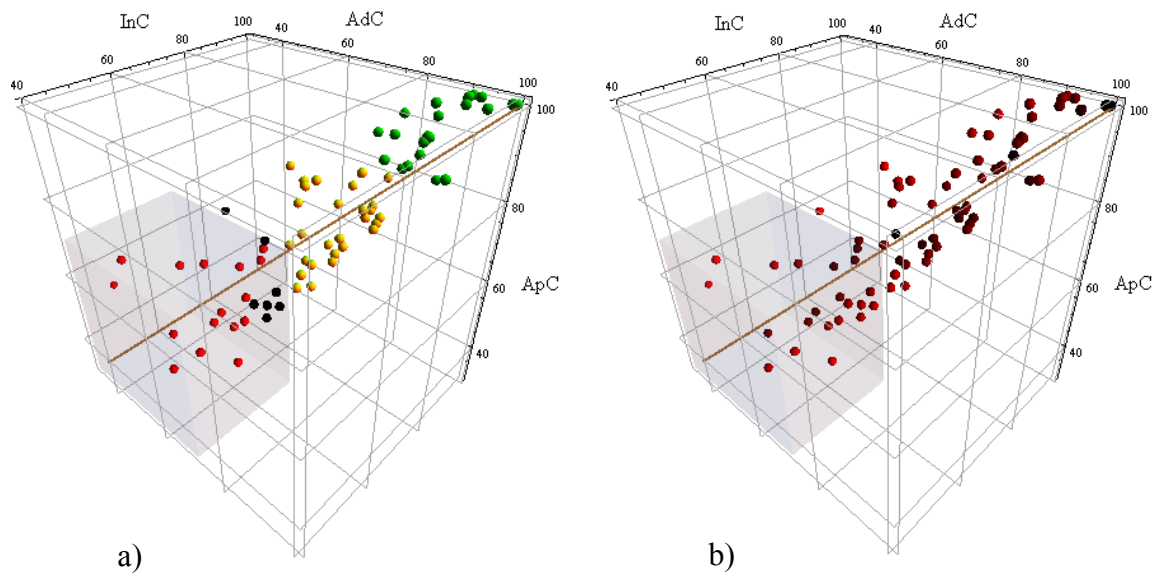


Figura 2: Análisis de las evaluaciones en las componentes AdC, InC y ApC: a) calificación final del curso, y b) análisis de separación de un modelo de desarrollo paralelo y equitativo.

Se ha considerado en lo sucesivo la variable AdC como independiente sobre las restantes, una suposición plausible aunque no necesariamente directa. En una segunda aproximación para estudiar las dispersiones en el desarrollo paralelo de las tres dimensiones de la evaluación, se ha analizado en la Figura 3a, la variación del modelo equitativo ( $\sigma_M$ ).

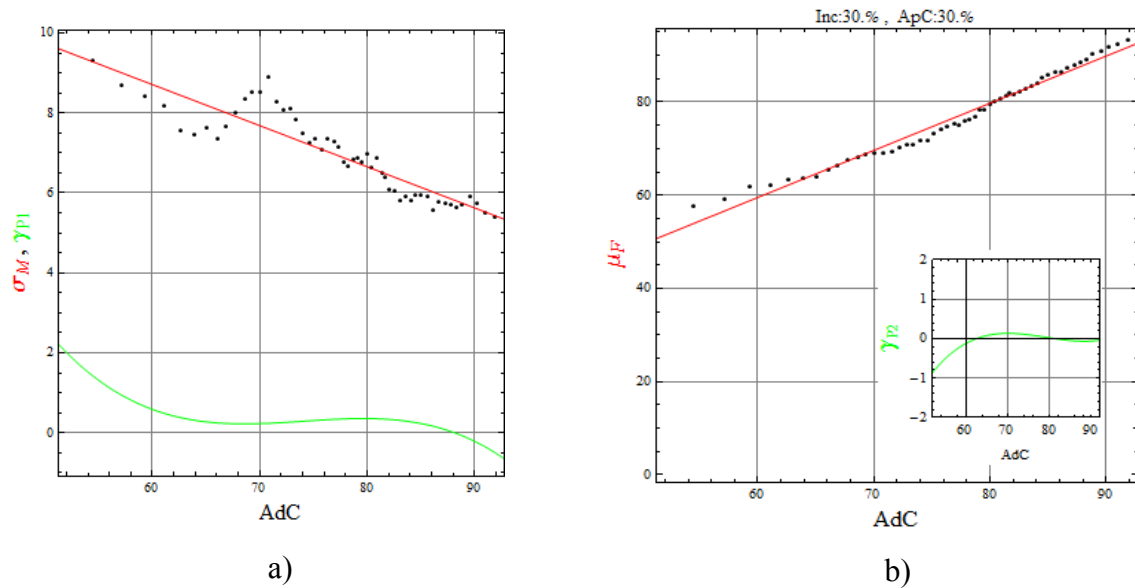


Figura 3: a) Análisis de la dispersión en el desarrollo equitativo de AdC, InC y ApC, y b) la calificación final del curso con base a AdC.

La dispersión es obtenida como la distancia entre cada punto y la línea equitativa en función de AdC, empleando promedios móviles de tamaño 25 para reducir el efecto de irregularidad por otras variables. Se ha obtenido también un ajuste polinomial al coeficiente de asimetría de Pearson ( $\gamma_{P1}$ ) para valorar la separación de la normalidad local. La Figura 3b repite el análisis para la calificación final del curso ( $\mu_F$ ,  $\gamma_{P2}$ ) bajo el modelo dado (Fig. 1).

## 2.5 Discusión

Para el análisis de la Figura 2, en primera instancia el modelo es muy sólido, corroborando su capacidad de discernir el desempeño individual (Delgado 2016b) y una gran tendencia en alinear el desarrollo de cada componente cerca de un modelo equitativo (línea marrón) en donde cada una está alineada a las otras dos (intuitivamente se puede asumir que AdC produce los resultados InC y ApC). Es evidente que la dispersión atañe primordialmente a los alumnos de menor desempeño en los que la relación entre ambas componentes se aleja de la linealidad. Al analizar la Figura 3a dicha dispersión es también clara, de modo que no se puede asumir un comportamiento correlacionado hacia el desarrollo de habilidades de integración y competencias en estos niveles. Un comportamiento similar se observa para la calificación final. Un claro alejamiento de la normalidad es observado en los grupos de bajo desempeño. En el primer caso, el valor positivo de  $\gamma_{P1}$  una dispersión mayor del modelo, haciendo poco predictivo el hecho de que un cierto nivel de aprendizaje condicione proporcionalmente el desenvolvimiento en las restantes componentes. En tanto, el valor negativo de  $\gamma_{P2}$  denota que bajo unas condiciones de preparación y adquisición de conocimiento básico, existe un mayor número de alumnos (en los de menor desempeño) que obtienen una calificación menor al posible esperado.

Lo anterior establece que bajo el modelo de aprendizaje establecido dentro del SPOR, la ponderación seleccionada discrimina perfectamente a los estudiantes de desempeño al menos aceptable, reflejando una concordancia entre lo que mediante la adquisición de los conocimientos básicos, estos alumnos

pueden lograr en la integración de dichos aprendizajes y su potencialización hacia aplicaciones o análisis derivados más complejos. Para aquellos estudiantes de desempeño bajo, el modelo puede hacer fallar fácilmente la medición del desempeño del alumno, al menos bajo los criterios que se asumen para el resto de estudiantes, penalizándolo en cierto nivel, dada la inestabilidad estadística de los resultados. En este sentido, los criterios de evaluación tienden, aunque en un rango reducido, a enmascarar los logros obtenidos en las diferentes componentes de la evaluación.

### **3. Conclusiones**

La evaluación ha sido un tema candente en los últimos años de la modernización de la educación. En tanto algunas facciones se vuelcan sobre su carácter formativo, algunas otras defienden el carácter sumativo que en última instancia debe poseer. A ello se suma que los instrumentos de medición deben diversificarse para hacerse compatibles con un gran número de actividades de aprendizaje, que además persiguen diferentes objetivos dentro de un mismo curso y ya no sólo la medición del nivel de adquisición de conocimiento.

En el contexto analizado, se obtiene una propuesta de evaluación que refleja sólidamente el desempeño planeado en los diferentes ámbitos para un amplio segmento de estudiantes, pero que prevé cierta necesidad de atención de ser indicativo para aquellos alumnos que no logran alcanzar un mínimo aceptable dentro del estándar. Esto pudiera ser minimizado pues atiende precisamente al supuesto de la evaluación de clasificar los logros del estudiante que ha obtenido un avance satisfactorio, pero cuando se ve el carácter más complejo de la evaluación, como un parámetro para analizar lo que ocurre con cada uno de ellos y la forma posible en que pudiera ser corregido, la situación ahora es poco clara. Cómo debieran ser evaluados aquellos estudiantes, que no pudiendo adquirir los conocimientos básicos asumiendo un desarrollo honesto, si han podido alcanzar avances diferenciales razonables en el desarrollo de sus habilidades y competencias, que los posiciona de alguna manera delante de un camino por recorrer y que aún no concluye. Este aspecto a veces tan tajante de la evaluación, debe continuar siendo explorado para alinearse con los cambios en la formación de las nuevas generaciones, cuyo aprendizaje cada vez se alarga más y no termina de construirse fácilmente en ningún punto de su vida.

### **Referencias**

- Black, D. (2014). MOOCs and the Move Toward Competency-Based Education. Recuperado de: <http://moocs.com/index.php/moocs-and-the-move-toward-competency-based-education/>
- Bristow, S. F. and Patrick, S. (2014). An International Study in Competency Education: Postcards from Abroad, International Association for K–12 Online Learning.
- Delgado, F. y Martínez, S. (2011). Cambios curriculares generados por el empleo de tecnología en la enseñanza de los métodos numéricos. Memorias de XXXVIII Conferencia Nacional de ANFEI. Querétaro, Querétaro.
- Delgado, F. (2013). A numerical methods course based on b-learning: integrated learning design and follow up. International Journal of Mobile and Blended Learning 5 (1).

- Delgado, F. (2015). Upgrading a Numerical Methods Course into Newest Mobile Technologies for Mathematical Education: Approach Based on Flexibility and Skill Development. Mobile and Blended Learning Innovations for improved Learning Outcomes. London: IGI Global.
- Delgado, F. (2016). Follow-Up of a Numerical Methods Course Using m-learning to Propose the Evolution to Research Based Learning. Proceedings of eLmL 2016 Conference. Venice, Italy.
- Delgado, F. (2016). Evolving a Numerical Methods Course into an Approach Based on Flexibility and Research Skill Development. Proceedings of EduTeach 2016. Toronto, Canadá.
- Delgado, F. (2017). Small Private Online Research: A proposal for a Numerical Methods course based on Technology use and Blended Learning. Proceedings of Mobile Learning 2017. Budapest, Hungary.
- Douady, A. et al. (1995). Ingeniería didáctica en educación matemática. Grupo editorial Iberoamérica.
- Dressel, P. (1963). Evaluation in Higher Education. Teachers College Record 64 (6) pp. 517-517.
- ETA. (2015). Engineering competences model, Employment and Training Administration of United States. Washington, Department of Labor, 2015.
- Gleeson, T. (2014). Co-Teaching a Blended Class across Universities. Inside Higher Ed. Recuperado de: <http://www.insidehighered.com/blogs/higher-ed-beta/co-teaching-blended-class-across-universities>
- Goral, T. (2014). SPOC's may provide what MOOC's can't. University business. Recuperado de: <http://www.universitybusiness.com/article/spocs-may-provide-what-moocs-can%E2%80%99t>
- Hosler, A. (2014). Massive Open Online Research: The MOOC Evolves into the MOOR. Retrieved from: <http://www.emergingedtech.com/2014/01/massive-open-online-research-the-mooc-evolves-into-the-moor/EmergingEdTech>
- ITESM. (2015). Educación Basada en Competencias. Reporte EduTrends. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Monterrey: ITESM.
- ITESM. (2015). MOOC. Reporte EduTrends. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. Monterrey: ITESM.
- Laurillard, D. (2005). "E-Learning in Higher Education" in P. Ashwin (Ed.) Changing Higher Education: The Development of Learning and Teaching. London, RoutledgeFalmer.
- Laurillard, D. (2008). "Digital technologies and their role in achieving our ambitions for education", Professorial lecture. London, Institute of Education, University of London.
- PR, N. (2014, April 18). Special iNACOL Competency Works Webinar: Understanding Grading in Competency-based Schools. PR Newswire US.
- Wade G (2014). New model needed to close widening education gap. Recuperado de: <http://www.universityworldnews.com/article.php?story=20141121091229767>

### **Reconocimientos**

Los autores agradecen a la iniciativa NOVUS del Tecnológico de Monterrey para innovaciones en la educación el apoyo brindado para llevar a cabo este trabajo de investigación.