

Integración de los métodos CBL y CBI para su aplicación en la gestión de recursos académicos cooperativos

Ángel Fidalgo Blanco
Dept. Ingeniería Geológica y Minera
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España
angel.fidalgo@upm.es

María Luisa Sein-Echaluce
Lacleta
Dept. Matemática Aplicada
Universidad de Zaragoza
Zaragoza, España
mlsein@unizar.es

Francisco José García-Peñalvo
Dept. Informática y Automática
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
fgarcia@usal.es

Resumen—El Aprendizaje Basado en Retos surge para situar a los aprendices ante la toma de decisiones, tener cercanía con la realidad y desarrollar soluciones útiles a una comunidad. Este método se aplica tanto en el sector industrial como en los ámbitos educativos. El principal problema reside en que los retos implican conocimiento multidisciplinar, la eficacia de los resultados no se ve de forma inmediata y se suelen realizar fuera de las asignaturas de los planes de estudio. Este trabajo adapta la metodología de Aprendizaje Basado en Retos a una asignatura reglada e integra los dos métodos exitosos *Challenge Based Learning* y *Challenge Based Instruction*. Se proponen dos tipos de retos: un reto específico del entorno académico y un reto común que se basa en el manejo de un sistema de gestión de conocimiento de probada eficacia. Se genera un sistema sostenible que permite encontrar soluciones más eficaces a los retos así como mejorar el propio proceso de aprendizaje.

Palabras clave — Aprendizaje basado en retos; trabajo cooperativo; sistema de gestión del conocimiento; aprendizaje activo

I. INTRODUCCIÓN

La formulación de retos para la búsqueda de soluciones se inició en la Academia Nacional de Ingeniería [1], que reunió a un grupo de expertos para identificar los grandes retos a solucionar en el siguiente siglo. Se identificaron 14 grandes retos agrupados en cuatro áreas: sostenibilidad de la vida en la tierra, protección contra amenazas, promoción de una vida saludable y vivir y aprender con alegría. La primera característica de los retos es que son globales, afectan a todo el mundo y sus soluciones requieren trabajo multidisciplinar.

Esta idea ha sido tomada por diversos gobiernos para definir sus planes de mejora. De esa forma el Programa Estatal Español de Investigación, Desarrollo e Innovación (2013-2016) se orientó a la consecución de retos, entendidos como los problemas de la sociedad cuya solución se busca mediante el desarrollo de actividades de investigación científica y técnica fundamental [2].

La aplicación en la formación de este enfoque se denomina Aprendizaje Basado en Retos (ABR) y tiene su origen en dos casos concretos: Apple y el Centro de Investigación en Ingeniería VaNTH ERC.

La empresa Apple [3] llevó a cabo en 2008 el proyecto denominado *Apple Classrooms of Tomorrow-Today*. En dicho proyecto se aplicó un método en el que el alumnado trabajaba en equipo, no solo entre los compañeros, sino también con profesorado y externos especialistas en el área de ámbito del trabajo [4]. Apple denominó a este método *Challenge Based Learning* (CBL).

El instituto VaNTH ERC, formado por las universidades de Vanderbilt, Northwestern, Texas, Hardwar y MIT, implementó un método denominado *Challenge Based Instruction* (CBI). Este método tiene como marco de referencia la idea de *HPL (How People Learn)* que integra aprendizaje centrado en el estudiante, en el conocimiento, en la evaluación y en la comunidad [5] y el diseño instruccional *STAR (Software Technology Action Reflection) Legacy Cycle*. Dicho ciclo se basa en el trabajo colaborativo de los estudiantes para la resolución de un problema a través de las fases: reto, generación de ideas, aportación de visiones, investigar, probar la destreza y publicar la solución [6].

La idea del ABR se basa en abordar el aprendizaje a partir de un tema genérico y plantear una serie de retos, relacionados con ese tema, que el alumnado debe alcanzar. Dichos retos conllevan el aporte de soluciones concretas de las que se pueda beneficiar la sociedad o una parte de ella. Para ello el alumnado dispone de herramientas tecnológicas, recursos (internos y externos a la asignatura) y, por supuesto, de expertos que les ayudan en el proceso (el profesorado) [7].

Así pues, el ABR se inspira en la búsqueda de soluciones a grandes desafíos globales y originados en contextos externos a la formación. Sin embargo, su proceso de aprendizaje y su forma de implementación toma sus principios de modelos de aprendizaje activo, como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje vivencial [3]. Por todo ello, se puede afirmar que el ABR integra elementos de investigación, de interdisciplinariedad y de aprendizaje orientado al alumnado. Esto hace que en el ABR se construya un entorno de aprendizaje activo [8] donde:

- El alumnado debe investigar problemas con varias soluciones, desarrollar el proceso y elegir el camino óptimo [9].

- El alumnado se involucra en problemas basados en la vida real [9] y de interés mundial [4][10].
- El alumnado debe identificar las cuestiones esenciales e identificar el conocimiento que puede utilizar [11].
- El profesorado debe cumplir los roles de: experto, colaborador de aprendizaje, facilitador de información y de nuevos modelos de pensamiento [3]. Esto propicia la participación, con el profesorado, de personas con los perfiles adecuados.

Entre numerosos estudios el informe Edutrends [3] realiza una recopilación de beneficios del ABR, que se incluyen a continuación, y en los que el alumnado:

- Logra una comprensión más profunda de los temas, aprende a diagnosticar y definir problemas antes de proponer soluciones, así como a desarrollar su creatividad.
- Se involucra, tanto en la definición del problema que se aborda, como en el proceso empleado para resolverlo.
- Se sensibiliza ante una situación dada, desarrolla procesos de investigación, logra crear modelos y materializarlos y trabaja colaborativa y multidisciplinariamente.
- Se acerca a la realidad de su comunidad y establece relaciones con gente especializada que contribuye a su crecimiento profesional.
- Fortalece la conexión entre lo que aprenden en la escuela y lo que percibe del mundo que le rodea.
- Desarrolla habilidades de comunicación de alto nivel, a través del uso de herramientas sociales y técnicas de producción de medios, para crear y compartir las soluciones que ha desarrollado.

Sin embargo, en los escasos estudios que existen sobre la aplicación del método ABR en asignaturas concretas, se encuentran un conjunto de limitaciones importantes:

- Los proyectos globales se suelen alejar de los contenidos concretos de la asignatura [8].
- Las evaluaciones tradicionales suponen una barrera, ya que el alumnado se centra más en el examen que en el aprendizaje en sí mismo [12].
- La mayor parte de las experiencias de ABR se encuentran en la periferia del plan de estudios por tanto es difícil asociarlo a una asignatura concreta. Se suelen realizar en asignaturas específicamente diseñadas para enseñar el ABR, o en proyectos fin de Master [13].
- La reacción de los estudiantes ante este enfoque es desconocida, ya que no hay indicadores para su evaluación [14].
- La participación de personas con distintos roles, además del docente, provoca dificultades para que el alumnado se adapte a los diferentes enfoques [8].
- Los resultados de los proyectos globales se suelen obtener una vez el curso académico ha finalizado.

El presente trabajo propone la integración de los modelos CBL y CBI de tal forma que se pueda aplicar un ABR al contexto específico de una asignatura, con un alcance local y en el entorno del alumnado. Así pues el objetivo de este trabajo de investigación es comprobar si el alumnado es capaz de identificar retos en su entorno, encontrar e implementar una solución a los mismos y compartir su propia experiencia para mejorar el propio aprendizaje basado en retos.

Para ello se plantea que el alumnado se debe enfrentar a un doble reto, un reto específico (basado en CBL) y un reto común (basado en CBI).

El reto específico es elegido por el propio alumnado y se basa en una adaptación del modelo CBL, para que dicho método se pueda aplicar en cualquier asignatura de ingeniería en la universidad.

El reto común se ha diseñado con dos objetivos: manejar una tecnología informática de forma cooperativa (sistema de gestión de conocimiento) y utilizar dicha tecnología para mejorar el propio aprendizaje basado en retos. Se basa en el método *STAR Legacy Cycle*.

En la sección II se expone el modelo propuesto y las fases de aplicación. La sección III describe el contexto de aplicación. Se continúa con la exposición de los resultados parciales en la sección IV, para finalizar con las conclusiones en la sección V.

II. MODELO TEÓRICO

Los modelos CBL y CBI surgen en contextos académicos distintos. CBL surge en el ámbito educativo no universitario y CBI en el universitario. Como se puede ver en la Figura 1, ambos modelos son equivalentes. La diferencia radica en que, mientras el modelo CBL es secuencial y tiene un principio y un final, el modelo CBI se basa en una espiral continua. El modelo CBL consta de tres fases: la fase preparatoria, donde se plantea el trabajo a realizar (Fase 1), la fase de desarrollo y validación (Fase 2) y la fase de publicación (Fase 3) [4] [5].

Así mismo, cada fase consta de unos pasos cuya ejecución hacen posible la consecución de cada fase. Así pues, la fase 1 se compone de la idea general (F1.1), la pregunta esencial que se quiere responder (F1.2) y el planteamiento del reto (F1.3). La fase 2 de desarrollo y resolución consta de: preguntas guías, actividades guías y recursos guías útiles para el desarrollo (F2.1), la solución que se propone (F2.2), la implementación de la misma (F2.3), la evaluación de dicha solución (F2.4), y su validación (F2.5). Por último, la publicación de la implementación realizada (F3.1) y la publicación que incluye la reflexión (F3.2).

En el modelo CBL, la fase 3 de publicación marca el final del trabajo y, sin embargo, en el modelo CBI la última fase de publicación (F3) enlaza con la fase preparatoria (F1), ahora ya con un planteamiento mejorado del reto y un nuevo ciclo de desarrollo y publicación.

El reto específico (del CBL) se refiere a problemas que precisan soluciones en el ámbito académico y/o de aprendizaje del alumnado. Por tanto, este reto está dirigido a la comunidad formada por el alumnado de la asignatura, el alumnado futuro

(que cursará esa asignatura) y el alumnado pasado (ex-alumnos de esa asignatura). Los retos específicos pueden llevarse a cabo de forma independiente al desarrollo del reto común que se explica a continuación.

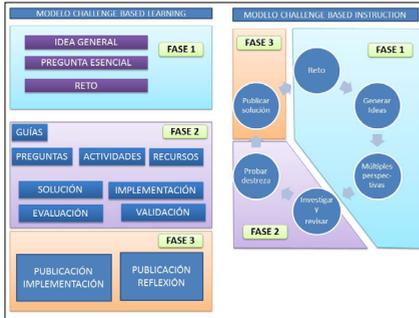


Fig. 1. Equivalencia de los modelos CBL y CBI

El reto común, del CBI, se podría denominar un meta-retos (ya que trabaja con los resultados de los demás retos y se utiliza para facilitar la realización de nuevos retos) y consiste en conseguir

una mejora del propio aprendizaje basado en retos. Se utiliza la experiencia del propio alumnado para mejorar un proceso de aprendizaje. Este meta-retos lo utiliza el método CBI y está basado en la utilización del sistema de gestión de conocimiento (SGC) denominado BRACO (Buscador de Recursos de Aprendizaje Cooperativos) [15]. La principal característica de este SGC es que es capaz de buscar a través de expresiones lógicas de etiquetas. Está búsqueda facilita el que los alumnos encuentren recursos en función de sus necesidades de aprendizaje particulares [16]. Esas mismas etiquetas son las que utiliza el alumnado para identificar, clasificar y organizar el conocimiento que ha adquirido en el ABR.

El modelo propuesto se expone a continuación dividido en tres apartados: Modificación del modelo CBL, integración de los modelos CBL y CBI y definición de las fases para la aplicación del modelo propuesto.

A. Modificación del modelo CBL

En primer lugar se adaptan los objetivos, de cada paso del modelo CBL, para transformar un reto global en un reto específico, aplicable en el periodo académico de la asignatura, dentro de la misma y que aporte soluciones en el contexto del propio alumnado. La Tabla I muestra la adaptación en cada paso del modelo CBL.

En la adaptación se incluye un paso más, dentro de la fase 3 de publicación (la F3.3), que se basa en la publicación del proceso seguido por el alumnado en las fases 1 y 2.

TABLA I. MODIFICACIÓN DEL MODELO CBL

PASOS	CBL	MODELO PROPUESTO
F1.1-IDEA GENERAL	Global. Público objetivo: el mundo.	Específico. Público objetivo: el alumnado
F1.2-PREGUNTA ESENCIAL	Interés del alumnado y necesidad de la comunidad	Interés del alumnado y necesidad en su vida cotidiana académica y de aprendizaje
F1.3-RETO	Implica una solución que genera una acción concreta y significativa	Implica una solución que genera una acción concreta y significativa
F2.1-PREGUNTAS GUÍAS, ACTIVIDADES GUÍAS Y RECURSOS GUÍAS	Generado por el alumnado. Necesario para el desarrollo	Generado por el alumnado de forma cooperativa. Necesario para el desarrollo
F2.2-SOLUCIÓN	Factible para ser implementada en la comunidad	Servicio o producto útil para la comunidad.
F2.3-IMPLEMENTACIÓN	El alumnado prueban la eficacia de la implementación en un ambiente auténtico	El alumnado prueba la eficacia en su entorno.
F2.4-EVALUACIÓN	Evaluación del proceso y del producto	Evaluación del alumnado (individuo), proceso y producto.
F2.5-VALIDACIÓN	El alumnado juzga el éxito de la solución	El alumnado valida la solución en base a utilidad real y conocimiento aportado
F3.1-PUBLICACIÓN IMPLEMENTACIÓN	Para comunicar su solución con el mundo	Producto o servicio real on-line y con acceso público.
F3.2-PUBLICACIÓN REFLEXIÓN	Reflexión del aprendizaje	Reflexión sobre el proceso de realización del aprendizaje. Se realiza en video y se comparte de forma pública y on-line.
F3.3- PUBLICACIÓN DEL PROCESO (FASES INTERMEDIAS)		Se aportan resultados de las distintas fases del método CBL (Fases 1 y 2)

B. Integración de los modelos CBL y CBI

La Figura 2 muestra la integración de los métodos CBL y CBI y se basa en utilizar las características más significativas de ambos. Por un lado el método CBL aporta una secuenciación

muy precisa de los pasos que el alumnado debe realizar. El punto débil de este método es que plantea la realización de un reto único, no tiene en cuenta la experiencia de las soluciones realizadas anteriormente. El método CBI se basa en una espiral

donde cada ciclo mejora el anterior (mejora continua). Por tanto, la idea es que la fase 3 (Publicación) se realice en un SGC para reutilizar la experiencia del alumnado que ha realizado durante el ABR (a las publicaciones definidas en el método CBI se añade la publicación de ejemplos del proceso). Los recursos generados en la fase 3 son incluidos por el alumnado en el SGC. Posteriormente, durante una nueva convocatoria de ABR, el alumnado puede utilizar los recursos del SGC que le proveerá de soluciones a retos, ejemplos de los distintos pasos del proceso y reflexiones para la ayuda a la toma de decisiones, pensamiento crítico y enfoque del trabajo.

C. Aplicación del modelo propuesto

El modelo propuesto en este trabajo se basa en la realización de las siguientes etapas:

1. Etapa 1

1.a Presentación del método ABR propuesto: se explica el contexto al que se dirige y se muestran resultados de cursos anteriores en cada uno de los tipos de ámbitos de aplicación.

1.b Formación de equipos de trabajos.

1.c Elaboración de idea general, preguntas esenciales (utilidad y necesidad) y definición del reto.

1.d Acceso libre al SGC para que puedan acceder a soluciones alcanzadas en cursos anteriores para retos similares.

2. Etapa 2

2.a Desarrollo del trabajo en equipo: mapa de responsabilidades, cronograma y normativa.

2.b Acceso al SGC para ver ejemplos de las fases. Pueden utilizar ejemplos de cualquier reto.

3. Etapa 3

3.a Ejecución del trabajo: realizando investigación, trabajando con agentes externos y manejando tecnología (*wikis*, almacenamiento *on-line*, sistemas *e-learning* y edición y publicación de vídeos).

3.b Acceso libre al SGC para ver ejemplos de como se ha organizado la ejecución del trabajo.

4. Etapa 4

4.a Finalización del servicio o producto, habitualmente en un *wiki*, *blog*, red social o página web.

4.b Organización de la documentación empleada.

4.c Elaboración de vídeos.

5. Etapa 5.

5.a Clasificación de los recursos generados en el ABR

5.b Introducción de los recursos y su clasificación en el SGC.

De forma paralela a las etapas, el profesorado realiza pruebas de evaluación formativa y sumativa y mensualmente se realizan reuniones con todo el alumnado de la asignatura para compartir experiencias. Estas reuniones se realizan en clase y dentro del horario oficial asignado a la asignatura por el centro educativo.

III. CONTEXTO DE APLICACIÓN

El trabajo de investigación se desarrollan en la asignatura “Informática y Programación” del grado de “Ingeniería de la Energía” de la Universidad Politécnica de Madrid. La asignatura se imparte en el segundo semestre del curso 2015-2016. Hay un total de 183 matriculados y participan en la experiencia 169 alumnos, que forman 28 equipos de trabajo con una media de 6 alumnos por equipo.

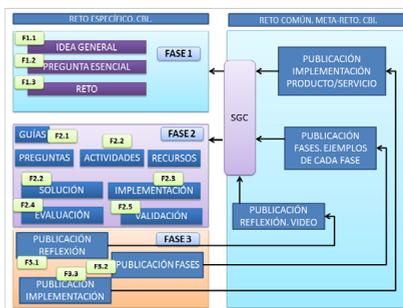


Fig. 2. Integración método CBL + CBI

Cada equipo elige un reto en una de estas cuatro áreas: vida académica, aprendizaje, salidas profesionales y conocimiento del grado. El objetivo del reto es mejorar la asignatura o el contexto universitario donde se encuentra incluida.

La asignatura tiene una duración de 60 horas, de las cuales se dedican al ABR 5 sesiones presenciales de 2 horas cada una. En la primera sesión se explica el método ABR y se forman los equipos de trabajo (Etapa 1.a y Etapa 1.b). En la segunda sesión se explican las características de los retos, la formulación de preguntas y definición del reto. Así mismo se muestra y se enseña a manejar el SGC (Etapa 1.c y Etapa 1.d). En la tercera sesión se realiza evaluación formativa y cooperativa (entre todos los equipos) del resultado de la Etapa 1.c y Etapa 1.d. Se explican también los procesos a realizar en la Etapa 2.a y Etapa 2.b. En la cuarta sesión se realiza evaluación formativa de los resultados de la Etapa 2.a y Etapa 2.b y se explican los procesos correspondientes a la Etapa 3.a y Etapa 4.a, Etapa 4.b y Etapa 4.c. En la quinta sesión se realiza evaluación formativa de la solución aportadas al reto.

Durante la semana siguiente, de forma *on-line* [17] y fuera del horario académico, el alumnado clasifica, incluye y organiza en el SGC la publicación de todo el conocimiento acumulado durante el ABR: ejemplos de cada fase, resultado final obtenido y reflexión sobre el proceso. Así mismo el resultado final se publica en *wikis*, *blog*, redes sociales y páginas web.

Una semana después de la última sesión, el profesorado realiza una evaluación sumativa que tiene en cuenta la implicación individual, el proceso realizado y los resultados. Esta evaluación se realiza siguiendo las pautas del método CTMTC [18, 19] de trabajo en equipo, ayudado por un sistema

de *Learning Analytics* que permite realizar el seguimiento individual de los miembros de cada equipo [20].

La integración de los métodos CBI y CBL para que se pueda aplicar el ABR en el contexto de una asignatura tiene por objeto comprobar que se rompen las limitaciones del ABR en cuanto a su globalidad. Para ello se debe comprobar si el alumnado es capaz de plantear un reto asociado a su contexto e implementar una solución eficaz del mismo. Así como compartir recursos para mejorar el propio aprendizaje basado en retos.

IV. RESULTADOS

En esta sección se presentan resultados finales del trabajo de investigación. En la Tabla II se muestra el progreso y alcance del reto. 24 equipos han conseguido implementar una solución real al reto (16 de ellos de forma notable). Los equipos que no han conseguido implementar una solución eficaz al reto son 4 y se debe a que no han realizado de forma correcta la elaboración de los recursos guías, debido a la mala gestión del trabajo en equipo y por consiguiente la solución y la implementación del reto. Así mismo, hay 6 e l equipos (los 4 suspensos y 2 de los aprobados) que no han reflexionado del sobre la validación de la solución obtenida.

Otros resultados cuantitativos obtenidos se refieren el número de interacciones estudiante-estudiante realizadas en los foros del sistema *e-learning* empleado (Moodle) (ver Tabla III).

Así mismo se considera un resultado, referente al proceso, el número de equipos que han establecido contacto con otras instituciones o personal fuera del contexto de la asignatura. Los 6 equipos que no han superado la solución no incluyeron la experiencia de otras personas en su trabajo.

Respecto al número de recursos de aprendizaje del método ABR propuesto en este trabajo se han obtenido 127 recursos correspondientes a las fases 1 y 2. Lo que hace una media de 5 recursos por equipo de trabajo.

Finalmente se describen las notas finales obtenidas por los distintos equipos de trabajo (tabla IV).

TABLA II. EVALUACIÓN DEL PROGRESO

Paso evaluado	Número de equipos que la han realizado
Idea general	28
Pregunta esencial	28
Reto	28
Recursos guías	24
Solución	24
Implementación	24
Validación y reflexión	22

TABLA III. MENSAJES TOTALES Y POR USUARIO

Mensajes totales	Usuarios	Mensajes/usuarios
4684	169	27,71

TABLA IV. NOTAS FINALES OBTENIDAS

Calificación	Nº de grupos
Suspenseo	4
Aprobado	8
Notable	12
Sobresaliente	4

V. CONCLUSIONES

Con los datos obtenidos se ha demostrado que el ABR se puede aplicar en el contexto del entorno académico del alumnado. Un 100% de los equipos logra identificar un reto asociado a su entorno y un 85,71 % de los equipos consiguió aportar una solución real al reto, de los cuales el 66,66 % aportó una solución notable.

Otro de los resultados obtenidos es la eficacia del método ABR para fomentar el trabajo cooperativo. Los resultados de aprendizaje muestran que los componentes de cada equipo comparten información y colaboran en la puesta en común, a través de los foros de debate asociados a cada etapa. La media de 27,71 mensajes por persona a través de los foros lo demuestran, así como los 5 recursos de media que cada equipo de trabajo comparte tanto con sus compañeros como con la sociedad. En este sentido se confirman las conclusiones de Johnson et al. [9] donde define que se tiende a desarrollar habilidades de comunicación a través de herramientas sociales. Por tanto, la adaptación realizada en este trabajo de investigación mantiene todas las ventajas y beneficios del ABR aplicado a retos globales.

Otro aspecto importante del ABR es el acercamiento a la realidad. Han sido 24 grupos los que han establecido contacto con usuarios distintos de los de su clase. Esta característica es un aspecto positivo ya expresado en el informe del Instituto Tecnológico de Monterrey [3].

Las líneas futuras de trabajo se agrupan en dos líneas: la investigación sobre el efecto de la cooperación del alumnado con personas externas a su asignatura y en la validación del método propuesto.

Los trabajos que mejor puntuación han obtenido han implementado la solución teniendo en cuenta la experiencia de otras personas ajenas a su curso, sin embargo los que han suspendido no habían incluido la experiencia de otras personas. Por tanto se debe realizar una investigación sobre la relevancia de incluir personas externas al equipo para alcanzar una solución realista.

Se debe continuar trabajando en la validación del método ABR aquí propuesto, en los próximos cursos ya que el alumnado futuro tendrá a su disposición los recursos generados por sus propios compañeros.

AGRADECIMIENTOS

Al Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo, a la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León por su apoyo y al Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial

(CDTI). Finalmente, los autores deseamos agradecer a los patrocinadores de nuestros respectivos equipos de investigación el apoyo recibido (LITI, <http://www.liti.es>; GRIAL, <http://grial.usal.es>; y GIDTIC, <http://gidtic.com>).

REFERENCIAS

- [1] National Academy of Engineering (2008). *14 Grand Challenges for Engineering* [Online]. Disponible en <http://www.engineeringchallenges.org/8996.aspx>.
- [2] Ministerio de Economía y Competitividad (2016). *Resolución de convocatoria de ayudas a proyectos de I+D+I incluidos en el Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad* [Documento PDF]. Disponible en http://www.idi.mineco.gob.es/stfls/MICINN/Ayudas/PE_2013_2016/PE_IDI_Orientada_a_los_Retos_de_la_Sociedad/FICHEROS/Proyectos_I_D_Retos_2016/Convocatoria_proyectos_de_IDI_Retos_2016.pdf.
- [3] Tecnológico de Monterrey (2015). *Reporte Edu Trends "Aprendizaje basado en retos"* [Documento PDF]. Disponible en <https://goo.gl/dA3ux8>.
- [4] Apple (2011). *Challenge Based Learning. Take Action and make a difference* [Documento PDF]. Disponible en http://www.challengebasedlearning.org/public/admin/docs/CBL_Paper_October_2011.pdf.
- [5] Bransford, J.D, Brown, A.L, y Cocking R.R "How people learn: Brain, mind, experience and school" en National Academy press. Washington, DC. 2000.
- [6] Cordray, D.S, Harris, T.R y Klein S. "A Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering". *Journal of Engineering Education*, Vol 98 n 4 pp335-348. 2009
- [7] Cordray, D. S., Harris, T. R., y Klein, S. A., "Research Synthesis of the Effectiveness, Replicability, and Generality of the VaNTH Challenge-based Instructional Modules in Bioengineering," en *Journal of Engineering Education*, vol. 98 no. 4, pp 335-348, 2009.
- [8] Whitney Brooke Gaskins, Jeffrey Johnson, Cathy Maltbie y Anant Kukreti, "Changing the Learning Environment in the College of Engineering and Applied Science Using Challenge Based Learning," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 5, no. 1, pp 33-41, 2015.
- [9] Johnson, L. F., Smith, R. S., Smythe, J. T. y Varon, R. K., "Challenge-Based Learning: An Approach for Our Time," The New Media Consortium, Austin, Texas, 2009.
- [10] Educause (2012, Jan) *Seven Things You Should Know About Challenge Based Learning* [Documento PDF]. Disponible en <http://www.ieee.org/documents/ieececationref.pdf>
- [11] Rillero, P. y Padget, H., "Supporting Deep Conceptual Learning," en *T.H.E. Journal*, vol. 39, no. 9., pp 37-40, Nov 2012 [Online]. Disponible en <http://online.qmag.com/TJ1112#pg37&mode1>
- [12] Savery, J. & Duffy, T., "Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework," en *Constructivist learning environments: Case studies in instructional design*, B. Wilson, Ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Educational technology publications, Inc., 1996, pp 134 – 147.
- [13] Malmqvist, J., Rådberg, K.K., y Lundqvist, U., "Comparative Analysis of Challenge-Based Learning Experiences," en *Proceedings of the 11th International CDO Conference*, Chengdu, Sichuan, P.R. China, 2015. Disponible en http://rick.sellens.ca/CDO2015/final/14/14_Paper.pdf.
- [14] Marin, C., Hargis, J. y Cavanaugh, C., "iPAD LEARNING ECOSYSTEM: Developing Challenge-Based Learning using Design Thinking," en *Turkish Online Journal of Distance Education*, vol. 14, no. 2, April 2013.
- [15] Á. Fidalgo-Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, F. J. García-Peñalvo, and J. Pinilla-Martínez, "BRACO: Buscador de Recursos Académicos Colaborativos," en *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*, Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, and F. J. García-Peñalvo, Eds., ed Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2015, pp. 469-474.
- [16] Sein-Echaluce, M, Fidalgo, A, y García-Peñalvo, FJ "A Knowledge Management System to Classify Social Educational Resources" en : *international journal of engineering education*, Vol 32, n 2, pp 1024, 1035, 2016.
- [17] F. J. García-Peñalvo and A. M. Seoane-Pardo, "Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario," *Education in the Knowledge Society*, vol. 16, pp. 119-144, 2015.
- [18] Á. Fidalgo-Blanco, D. Leris, M. L. Sein-Echaluce, and F. J. García-Peñalvo, "Indicadores para el seguimiento y evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMTC," in *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAC 2013*, Á. Fidalgo Blanco and M. L. Sein-Echaluce Lacleta, Eds., ed Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid, 2013, pp. 280-285.
- [19] Fidalgo, A, Leris, D, Sein-Echaluce, M y García-Peñalvo, F.J. "Monitoring Indicators for CTMTC: Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence" en *International Journal of Engineering Education*, vol 31, n 3. Pp 829-838, 2015.
- [20] Fidalgo, A, Leris, D, Sein-Echaluce, M, García-Peñalvo, FJ y Conde M.A. "Using Learning Analytics to improve teamwork assessment", *Computers in Human Behavior*, Vol 47, pp 149-156, junio 2015.