



Educación de la inteligencia colectiva, un desafío para la universidad ecuatoriana

"Jaime Alcides Meza Hormaza" * "Oswaldo Ortiz Aldean"

"Karina Mendoza Bravo"

Resumen

La educación mantiene continuamente desafíos evidenciados a través de su evolución, desde sus orígenes. El proceso de aprender en la educación debe ser concebido en un contexto descentralizado del día a día y de colaboración, además, la rápida y profunda transformación tecnológica llevada a cabo a finales del siglo XX y comienzos de XXI, especialmente en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), enfrentan a las universidades a una mayor presión para demostrar la efectividad de sus esfuerzos educativos, mejorando el entorno de enseñanza- aprendizaje. La inteligencia colectiva (IC) es un campo emergente que ya tiene un impacto significativo en muchas áreas y tendrá grandes implicaciones en la educación, no sólo desde el lado de las nuevas metodologías, sino también como un reto para la educación, que actualmente está más centrado en el individuo que en el colectivo. Este artículo propone un modelo de Educación de la Inteligencia Colectiva con TIC, combinando dos estrategias: la gestión de ideas y la evaluación en tiempo real en la clase. Se ha creado una plataforma colaborativa llamada FABRICIUS que apoya estos dos elementos para fomentar la colaboración, el empoderamiento y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje. La investigación propone una lista de métricas para medir el rendimiento individual y colectivo en un curso. Los resultados de los hallazgos en 11 ensayos en Europa e Hispanoamérica evidencian la eficiencia del modelo. Finalmente se discute la necesidad de conectar la gestión universitaria y la innovación en este campo.

Palabras clave: inteligencia colectiva; educación superior; TIC.

Formulation of knowledge strategies in Cuban management consultancy: approach to distinctive competences

Abstrac

Education continually maintains challenges evidenced through its evolution, from its origins. The process of learning in education must be conceived in a decentralized context of day to day and collaboration, in addition, the rapid and profound technological transformation carried out at the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, especially in Information Technologies and Communications (ICT), confronts universities with greater pressure to demonstrate the effectiveness of their educational efforts, improving the teaching-learning environment. Collective intelligence (CI) is an emerging field that already has a significant impact in many areas and will have great implications for education, not only from the side of new methodologies, but also as a challenge for education, which is currently more focused on the individual than in the collective. This article proposes a model of Collective Intelligence Education with ICT, combining two strategies: the management of ideas and the evaluation in real time in the class. A collaborative platform called FABRICIUS has been created that supports these two elements to foster collaboration, empowerment and student engagement in the learning process. The research proposes a list of metrics to measure individual and collective performance in a course. The results of the findings in 11 trials in Europe and Latin America show the efficiency of the model. Finally, the need to connect university management and innovation in this field is discussed.

Keywords: collective intelligence; higher education; ICT.

Dirección para correspondencia: luzdelia_7@hotmail.com

Artículo recibido el 26 - 01 - 2018 Artículo aceptado el 20 - 06 - 2018 VOL 3, No. 2 (Mayo – Agosto), AÑO 2018

Conflicto de intereses no declarado.

Fundada 2016 Unidad de Cooperación Universitaria de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.



"a) Profesor de la Universitat Politècnica de Catalunya, Doctor, Barcelona, España, jaimemeza1@gmail.com"

"b) Profesor Titular de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Máster, Ecuador, ojortiz@espe.edu.ec"

"c) Profesor Titular Auxiliar Tiempo completo de la Universidad Técnica de Manabí, Doctor, Portoviejo, Ecuador, luzdelia_7@hotmail.com"

1. Introducción

El trabajo colaborativo y análisis de rendimiento de los grupos humanos ha merecido más de un siglo de investigaciones (McGrath, Arrow & Berdahl, 2000), durante años también se ha hablado sobre la inteligencia colectiva (IC) (Gregg, 2009; MIT Center For Collective Intelligence, 2006). La IC existe desde el tiempo en que los seres humanos poblaron la tierra, así, por ejemplo: tribus de cazadores-recolectores, naciones y corporaciones modernas actúan de manera colectiva con diversos grados de inteligencia, y, desde algunas perspectivas, incluso colecciones de bacterias, abejas, hormigas, o los monos pueden también ser vistos como colectivamente inteligentes.

Es en la última década que el uso de la Tecnología de la Información y Comunicaciones (TIC) ha sufrido un crecimiento exponencial fomentado por el internet y la Web 2.0, permitiendo que un gran número de personas puedan trabajar juntas colaborando y generando nuevo conocimiento, O'reilly (2005) y Malone, Laubacher, & Dellarocas (2010) citan como ejemplo a GOOGLE y WIKIPEDIA como dos de los mayores exponentes de la IC en acción con el uso de las TIC.

Frente a este paradigma emergente, múltiples investigaciones se han llevado a efecto, se destacan: Aulinger & Miller (2014); Engelbart (1995); Gregg (2009); Lévy (2009) y Lykourantzou, Vergados, & Loumos (2009), que establecen definiciones y teorías en torno al concepto de la IC. En esta investigación se considera que la IC es "capacidad de los colectivos humanos a participar en la cooperación intelectual con el fin de crear, innovar e inventar" (Lévy, 2009). En la misma línea de investigación Woolley et al. (2010) propone un nuevo indicador de medición de la IC a través del rendimiento de los grupos humanos "Factor C".

La IC está presente en diversos dominios. Szuba (2001) indica que la IC tendrá un impacto en los distintos ámbitos de la ciencia, también Hernández-Chan et al. (2012) sostiene que la literatura científica planteó la definición de la IC en varios campos. Schut (2007) informó que en la actualidad la IC es un campo de investigación y estudio multidisciplinario en varios ámbitos como la sociología, la psicología, el análisis de redes sociales, biología, economía y en general en el comportamiento de masas (citado en Awal & Bharadwaj, 2014). Gregg (2009); Pérez-Gallardo, Alor-Hernández, Cortes-Robles, & Rodríguez-González (2013) destacan el enorme potencial del estudio de la IC en el campo de la educación.

La educación mantiene continuamente desafíos evidenciados a través de la evolución desde sus orígenes por los escribas hasta la actualidad. El proceso de aprender en la educación debe ser concebido en un contexto descentralizado del día a día y de colaboración (Levy, 2015). Por otra parte, la rápida y profunda transformación tecnológica llevada a cabo a finales del siglo XX y comienzos de XXI, especialmente en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), enfrentan a las universidades a una mayor presión para demostrar la efectividad de sus esfuerzos educativos, mejorando el aprendizaje y la enseñanza a través de las TIC (Du, Hao, Kwok, Wagner, 2010), concomitante la UNESCO, en la Declaración Mundial sobre la Educación Superior para el Siglo XXI: Visión y Acción, aprobado en la Conferencia Mundial de la Educación Superior señala: "La Educación Superior, debe hacer frente a los retos que suponen las nuevas oportunidades que abren las tecnologías que mejoran la manera de producir, organizar, difundir, controlar el saber y de acceder al mismo" (UNESCO, 1998).

Además, el Espacio Europeo de Educación Superior considera el trabajo en equipo como una competencia general en la educación (Maffioli, Augustí, 2003; Pajares, Torreño, & Esparcia, 2011), esto responde a dos razones: (1) que está relacionada con el aprendizaje cooperativo y es una metodología que permite mejorar el aprendizaje en el aula (Johnson, D., Johnson, R., Smith, 2007; Johnson, D., Johnson R., 2009); (2) los proyectos empresariales y de ingeniería de mayor éxito se realizan en pequeños equipos multidisciplinarios (Vries, 1999; Tarricone, Luca, 2002); además, Alberola, Val, Sanchez-Anguix, & Julian (2013) destacan que la formación de equipos puede ser una actividad cognitiva compleja. Finalmente, Ilon (2012) asevera que la IC aplicada en la educación es un área emergente y escasamente explorada.

Como consecuencia de estos cambios, el aprendizaje utilizando las TIC está haciendo que se generen ajustes en el proceso educativo, respecto a: (1) el enfoque del contenido, (2) la participación más interactiva de los estudiantes y (3) un aprendizaje social en lugar de individual (Conole, 2007). Un ejemplo de ello es la plataforma desarrollada por Rahimi, Berg, Van Den & Veen (2014) que permite apoyar a los profesores en el diseño de actividades de aprendizaje social utilizando las TIC y servicios Web 2.0. Woolley et al. (2010) plantea dos interrogantes que articulan el rendimiento de los equipos con las TIC: ¿Podría la IC de un grupo aumentarse a través del uso de herramientas de colaboración electrónicas?, y, ¿existe la posibilidad de explorar la construcción de una ciencia del rendimiento colectivo? Los cuestionamientos planteados por Woolley et al. (2010) y los antecedentes presentados, develan la necesidad de profundizar en la exploración de soluciones al rendimiento del trabajo colaborativo con TIC, y adecuar los procesos educativos a dichas soluciones.

Adicionalmente al contexto de la literatura de la IC, se contrastó en escenarios vivenciales en universidades de Ecuador, Venezuela, y España, que el problema del trabajo colaborativo con el uso de las TIC es un problema recurrente. La presente investigación estuvo enfocada en crear herramientas electrónicas diseñadas a través de los paradigmas de IC, y adecuarlas al contexto de la educación, a fin de apoyar la generación de modelos de enseñanza - aprendizaje. Este proceso de generación de modelos fue denominado como "Educación de la Inteligencia Colectiva (EIC)".

2. Materiales y Métodos

El área de conocimiento de la presente investigación es un campo emergente que determinó un análisis exploratorio que permitió ajustar evolutivamente el modelo en cada iteración, pudiendo llegar a definir futuras líneas de investigación, y/o concretar hipótesis. Las condiciones expuestas determinaron el uso de una metodología con principio iterativo e incremental y de preferencia en el campo de educación.

El enfoque Investigación-Acción (IA), y la investigación basada en el diseño (DBR), cumplieron con dichas condiciones. Aunque DBR e IA cumplieron con las condiciones de la presente investigación, se decidió utilizar DBR. La decisión se fundamentó en el análisis realizado por Cole, Pura, Rossi, & Sein (2005), quienes destacan las similitudes y fortalezas de la IA y DBR, y son concluyentes, ambas comparten un común "meta paradigma" de practicidad, lo expresado por (Anderson, Shattuck, & Brown, 2012; Barab, 2014; Design-Based Researcher, 2003; Easterday,

Lewis, & Gerber, 2014; Gibelli, 2014; Molina, M., Castro, Molina, J., & Castro, 2011; Zheng, 2015), y además por el análisis valorativo del porcentaje de ajuste al objeto de estudio.

El estudio se realizó entre el 2014-2016 en cuatro universidades y campos de estudio: Universitat Politècnica de Catalunya (España) - Grado en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto- Diseño Básico y Técnicas de Comunicación académicas y Profesionales; Universidad de Carabobo (Venezuela) - Sistemas de Información de la Licenciatura en Computación - Ingeniería del Software; Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Grado en Ingeniería de Sistemas - Ingeniería del Software; y, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Ecuador) - Ciencias Humanas y Sociales - Diseño - Evaluación de Proyectos.

Se realizaron once ensayos en periodos parciales o completos. Los ensayos fueron divididos en seis ciclos (tabla 1) que permitieron ir ajustando incrementalmente el modelo hasta su diseño definitivo, dando lugar al Modelo de Educación de la Inteligencia Colectiva (CIEM).

Tabla 1.
Objetivos de ciclos de refinamiento al CIEM

Versión	Objetivo	Periodo	
		Inicio	Fin
0	Validar la viabilidad de investigación, del desarrollo de un modelo de educación de la inteligencia colectiva, que permita fomentar el uso de herramientas TIC en aula, basada en los paradigmas de IC.	feb-14	jul-14
1	Explorar los comportamientos de los estudiantes con del uso de herramientas TIC que combinen la evaluación en tiempo real y la gestión de ideas en el desarrollo de prácticas de innovación.	ago-14	mar-15
2	Indagar acerca del estilo de trabajo individual y colectivo de los estudiantes, utilizando herramientas TIC que fomenten la colaboración y competencia en la gestión y evaluación de ideas en tiempo real.	abr-15	jul-15
3	Validar la efectividad de un modelo de trabajo colectivo lineal que incluya herramientas TIC de evaluación en tiempo real, gestión de ideas en modo síncrono y asíncrono, mediante métricas de inteligencia colectiva en la educación.	ago-15	ene-16
4	Explorar la efectividad de uso de herramientas TIC de IC como actividad de aprendizaje.	feb-16	ago-16
5	Validar los efectos de aplicación de un meta-modelo que incluya el uso de herramientas TIC de IC, bajo contexto de la estrategia didáctica individual de la asignatura.	sep-16	dic-16

Fuente: (Meza, 2017)

2.1. Modelo propuesto

En la figura 1 se presenta el modelo del CIEM. Se establecen tres bloques gráficos (superior, intermedio, bajo). El primer grupo corresponde a las etapas del modelo, el segundo a las herramientas que procesan las interacciones, y el tercero a los resultados y métricas que me permiten la retroalimentación.

El CIEM consta de seis etapas: *Challenge definition*, *Knowledge Working*, *Take off*, *Concept Working*, *Concept delivering*, *Feedback*. Cinco grupos de herramientas del SEIC (FABRICIUS): Creatividad colectiva, evaluación de conceptos, administración de ideas, evaluación colectiva, tratamiento de datos. Tres grupos de métricas: Participación individual (PI), Rendimiento y comportamientos de grupos (CI) y Conocimiento Individual (RI).

Las etapas establecidas no son necesariamente secuenciales, por lo que se puede utilizar todo el proceso o una actividad en particular dependiendo de la estrategia didáctica del docente, no obstante, aquellas etapas que están unidas con fecha negra continua (figura 1) se recomienda que se realicen en secuencia.

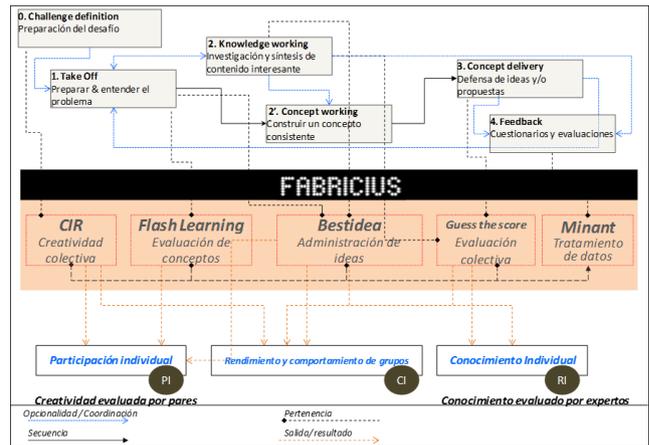


Figura 1. Modelo de Educación de la Inteligencia Colectiva (CIEM).

Fuente: (Meza, 2017).

Challenge definition. - Se recomienda aplicar al inicio de la asignatura, es una etapa que no requiere conocimiento teórico profundo del campo de estudio, su objetivo es netamente el desarrollo creativo de algún nuevo producto o servicio, mediante el proceso de converger y divergir sobre alguna temática específica; en el caso educativo comprende la definición de los proyectos de fin de periodo académico.

La selección se realiza mediante un proceso colaborativo de los estudiantes y expertos, mediante refinamientos continuos partiendo de tópicos generales, ajustando a una realidad específica del contexto y evaluado por emoticones. El refinamiento es por preferencia del colectivo de estudiantes de forma no asistida quien toma la decisión, luego el colectivo de docentes reorganiza las posiciones de ese grupo, por ejemplo: Si en un grupo de 24 estudiantes que se desean formar grupos de 4 miembros, 6 temas son los mayormente preferidos por el colectivo, estos son los que pasan a ser los temas a desarrollar en el transcurso del periodo

académico; al final, el docente da su voto de calidad y reordena dicho grupo.

Este proceso fomenta la creatividad colectiva desde el primer instante, acorde con pasos a seguir con la aplicación de la herramienta CIR (Meza et al., 2017).

Knowledge Working. - Se puede aplicar acorde a la planificación docente, en cualquier instante del periodo académico, su objetivo es la investigación y síntesis de contenidos vinculados a la temática de estudio. Ésta etapa puede configurarse para ser trabajada de forma individual o en grupo, empero, se recomienda enfocarla en el individuo, de tal forma que se fomente el desarrollo del aprendizaje autónomo.

Los pasos a seguir para esta etapa son:

- Los estudiantes o grupos deben de preparar una propuesta sobre una temática específica vinculando aspectos teóricos, ejemplos de aplicación o casos de estudios y aplicación a un caso práctico (Ejemplo: proyecto fin de periodo).
- El docente evalúa la propuesta y da retroalimentación, previo a la presentación y defensa del contenido, de aplicarse los cambios, el docente podrá aprobar o rechazar la propuesta.
- Solo las propuestas aprobadas podrán ser presentadas y evaluadas colectivamente en la siguiente sesión de clases.

Los resultados que se obtienen están relacionados con las métricas de adquisición del conocimiento individual, típicamente se utiliza la herramienta *Guess the score* (Monguet & Meza, 2014).

Take Off. - Es el punto de partida para entender un problema y establecer un concepto inicial, el proceso de entendimiento se lo puede realizar con la combinación de técnicas de creatividad o mediante procesos de clases magistrales tratando de captar la mayor atención de los alumnos en la clase. Esta etapa puede configurarse para ser trabajada de forma individual o en grupo, en cada caso con un procedimiento específico de aplicación.

Para la aplicación en grupos se sugiere utilizar Best- Idea (BI) (Meza et al., 2016), y seguir los siguientes pasos:

- Docente realiza conferencia magistral y explicación del tema y sus principales conceptos.
- Los estudiantes en equipos trabajan con selección de ideas agrupadas para generar un entregable. El número de entregables va desde uno hasta tres generalmente, pero depende del diseño de la temática acorde a los objetivos de estudio.
- Cada uno de los entregables se realiza de forma consecutiva partiendo de los resultados del anterior. El ciclo seguido es: 1° Los estudiantes proponen ideas individualmente, 2° cada estudiante vota por las ideas de sus compañeros excepto las propias y 3° las ideas ganadoras, una o más, son inspiraciones para los próximos entregables.

Casos en los cuales los equipos no estén conformados y se requieran explicar los contenidos de una unidad mediante el procedimiento de *Flash learning* (FL) (Ortiz et al., 2017); en conjunto con *Collective Intelligence Recommender System* (CIRS) (Meza et al., 2017) para el fomento del aprendizaje autónomo. Para mayor efectividad del aprendizaje se sugiere combinar ambas estrategias si se está trabajando con grupos.

Concept Working. - Los insumos de esta etapa se originan desde el trabajo realizado durante el *Take-off* y de la adquisición de conocimientos de *Knowledge Working*. Partiendo de dicho punto los estudiantes

dispondrán de un conocimiento teórico e empírico que les permita establecer un concepto inicial para resolver un problema.

En la transformación del concepto inicial a una propuesta varias son las estrategias y herramientas de IC que se podría aplicar. De los resultados empíricos se recomienda utilizar: Best- Idea (BI), continuando con un proceso de refinamiento progresivo de ideas, ya fuere por votación por pares como en nuevos refinamientos. *Choose the best* (CTB) (Meza et al., 2017) como validador de desafíos y competencias, o *knapsack learning* (KL) para generar acuerdo y negociaciones de las mejores opciones de ideas de concepto, bajo las condiciones restrictivas. El resultado de esta etapa es que los estudiantes tengan un concepto consistente que pueda ser presentado como una respuesta al problema planteado en el *TakeOff*.

Concept delivery. - El concepto terminado debe ser presentado y evaluado por el experto (s) y los estudiantes mediante los pasos que se establecen en *Guess the Score* (GS).

Feedback. - Esta etapa es valorativa para el docente y de autorreflexión para el estudiante, consiste en la aplicación de cuestionarios en línea que permitan al docente tomar sobre la percepción del alumno hacia la (s) actividades de aprendizaje aplicadas y tomar acciones que correspondan según el diseño instruccional.

3. Resultados

El Modelo de Educación de la Inteligencia Colectiva (CIEM), centró su accionar en tres grandes grupos de resultados: Fomento de la participación individual, el análisis de los comportamientos de los grupos y su rendimiento; y, la adquisición del conocimiento individual. Bajo estas premisas versa la discusión de resultados que se esboza a continuación.

El primer ciclo se enfocó en buscar una vía que conecte la participación individual de la clase con el trabajo colectivo, bajo ese contexto se generó la primera herramienta *Guess the Score* (GS), con su principio básico adivinar la nota que pone el docente, los resultados que se presentaron evidenciaron un potencial en el uso del consenso (Gordon, 2009) como modelo para dinamizar el trabajo colectivo en la clase.

La aplicación de GS develó que dinamizaba el aprendizaje colaborativo concebido desde la perspectiva de Vigotsky como: "... estudiantes trabajado juntos en pos de un objetivo común...". En este sentido GS logró aquel cometido, ya que los estudiantes aportaron mediante la valoración crítica en el aprendizaje (Betoret, 2013), con un enfoque de la valoración fue sobre un proyecto real y el uso de tecnología (Partlow y Gibbs (2003) citado por Young, Martin, & Yates (2014); Pourhosein et al. (2013)). Por lo tanto, se estableció la oportunidad de que GS puede ser utilizada por los profesores practicantes de los modelos constructivistas, con el fin de tener insumos que le permitan mejorar sus diseños curriculares, y ajustar el curso en tiempo real para contribuir a la construcción del conocimiento de los estudiantes, y a la mejora de su proceso de aprendizaje en el aula.

Los resultados del primer ciclo dejaron establecido que el consenso como medio de fomento fue efectivo en dinamizar la participación. Sin embargo, el proceso de construcción del conocimiento y el aprendizaje, no está simplemente dado en el proceso de evaluación, sino en un conjunto de habilidades que debe desarrollar el individuo. De acuerdo a la

taxonomía propuesta por el Doctor Benjamín Bloom en año 1984, el aprendizaje debe considerar las siguientes etapas: Recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar, y crear. Por lo tanto, se incrementó la gestión de ideas al CIEM para poder llevar a cabo este proceso pedagógico.

La gestión de ideas mediante la herramienta Bestidea (BI) como medio de aprendizaje, con la valoración (GS) develó los comportamientos de los grupos sobre ciertas condiciones, además se evidenció que múltiples patrones pueden generarse en la medida que los grupos interactúan en el proceso de construcción del conocimiento. Los ajustes en la regla de la evaluación cambian el estilo de comportamiento de los grupos; grupos sin frontera de valoración tienden a tomar el valor más alto de la escala, por ello cuando se valoró la exactitud de pronóstico entre los valores de dos experimentos, la exactitud de pronóstico fue del 70%, que es un valor razonablemente bajo a criterio del autor.

El proceso creativo generado a través de la gestión de ideas generó similitudes de comportamiento entre los grupos, en particular en el criterio de voto, estilo de administración del tiempo, mezcla asociativa, producción de ideas. Por otra parte, los criterios de evaluar de los docentes son variables, dependiendo de la formación y experiencia docente. Lo destacable en este ciclo fue que la votación con varios docentes reduce la subjetividad en la evaluación, por otra parte, respecto al aprendizaje de los estudiantes estos fueron capaces de cumplir con toda la taxonomía sugerida por Bloom aplicando herramientas TIC de IC como principal insumo.

El primer intento realizado en este ciclo para crear indicadores deja un precedente de la necesidad de estos para estandarizar la forma de evaluar el conocimiento adquirido por los estudiantes.

El tercer ciclo ratifica que la diversidad de criterios docentes reduce la subjetividad, pero también revela que la formación y experiencia docente es fundamental en el momento de evaluar, y que docentes con similar formación y experiencia en el campo de estudio tienden a tener consensos cerrados. Además, se determinó que el uso de herramientas de gestión de ideas en modo asíncrono afectó a la producción de ideas, lo que es consistente con lo expresado por Barlow & Dennis (2014) quienes sostienen que el comportamiento del Factor C, en ambientes virtuales una tarea no correlaciona con otra, y además con Engel et al. (2015) quien puntualiza que el medio de comunicación incide en el rendimiento del grupo. Se ratifica que en procesos de evaluación es necesario establecer bandas para mejorar la precisión del resultado de la evaluación, es así que en este ciclo se aplicó banda de distancia entre el voto docente y estudiante en la evaluación con lo cual la precisión de la predicción se incrementó a un 80% de exactitud. Este resultado reafirma la tesis de Glenn (2009) en los referentes a la participación de grupos de expertos y público como elementos de un sistema de inteligencia colectiva.

El 1er, 2do y 3er ciclos manejaron distintas escalas, fórmulas e indicadores para poder medir la efectividad del aprendizaje y el rendimiento, este ciclo se concentró en consolidar una propuesta de indicadores o métricas que permitan a los docentes establecer su estrategia didáctica de evaluación acorde a sus necesidades, propendiendo a vincular los indicadores con meta-resultados de aprendizaje a nivel individual, de comportamiento y rendimiento de grupos, y de retroalimentación. Hallazgos destacables de este ciclo fueron que el cambio de la escala de valoración de 6 niveles a una escala binaria incrementó sustancialmente la distancia del consenso entre docente y estudiante, además se dejó

evidencia que el uso de la misma estrategia de forma repetida genera pérdida de la motivación e interés de los estudiantes en el método de enseñanza aprendizaje.

Un hecho destacable en este ciclo fue un ensayo fallido, se presupone principalmente porque no se observaron las siguientes variables: La formación y experiencia del docente, el número promedio de estudiantes de la clase, el acceso a las TIC. Se aplicó un plan diseñado para ser manejado por un grupo con un docente experimentado en trabajo colaborativo (más de 20 años en docencia) y nivel doctoral, grupo clase de 16-40 estudiantes y todos tenían acceso fiable y disponible a las TIC. El grupo fallido el docente tenía solo el grado, primer año docente, grupo clase de 6 alumnos y los estudiantes no tenían acceso a internet más que en el aula de clases mayormente y de baja fiabilidad.

El 4to ciclo demandó generar un modelo generalizable que propenda a reducir la dependencia de una secuencia de pasos obligatorios y recurrentes que obliguen al docente a cambiar drásticamente su material didáctico y recursos para poder adaptar su asignatura al modelo. En concreto hasta finalizar el 4to ciclo el CIEM era bastante rígido en su concepción y aplicación. Los indicadores planteados evidenciaron que no era posible determinar un índice de inteligencia colectiva de los grupos ya que las herramientas disponibles no permitían integrar actividades que requirieran coordinación y competencia, donde la efectividad fuere medida por el tiempo y la calidad de los entregables, y, se valide la influencia de los errores y aciertos de un estudiante y su impacto en el grupo. Woolley et al. (2010) y Green (2015) coinciden en que los parámetros de medir la inteligencia colectiva de un grupo están dados en función del tiempo y la calidad al ejecutar una tarea de forma sincronizada.

El 5to ciclo se centró en explorar nuevas herramientas y construir un modelo generalizable a cualquier planificación curricular, además tratar de diseñar herramientas que permitan medir la inteligencia colectiva de un grupo y fomentar su auto aprendizaje mediante la colaboración colectiva (Doug Engelbart Institute, n.d.; Levy, 2015). Hallazgos destacables de este ciclo fue que a pesar de cambiar la escala de 6 niveles utilizadas en los ciclos 1, 2, y 3 a una escala de emoticones tratando de capturar la evaluación desde un criterio de una percepción emocional tanto del docente como de los estudiantes los patrones de voto se mantienen. Con este ciclo fue posible calcular el índice de inteligencia colectiva de un grupo, se confirmó también la factibilidad de usar las herramientas generalizadas al plan curricular particular de un docente.

Las valoraciones de percepción brindadas por los estudiantes en los ciclos anteriores llevaron a decidir el grupo más desafiante para aplicar el modelo final del CIEM y sus herramientas, en este sentido se seleccionó un grupo de estudiantes de Ciencias de la Actividad Física, Deportes y Recreación ya que estos son los que tuvieron las calificaciones más bajas, así como su evaluación del modelo y la herramienta ha sido la más baja 52% de valoración positiva.

El 6to ciclo experimental fueron los de la Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física, Deportes y Recreación, los cuales, de acuerdo a los estudios diagnósticos de entorno, conocimiento de TIC y perfiles individuales, tenían similares tendencias que el grupo con el rendimiento y satisfacción más baja. Al final de la experimentación la media de satisfacción se incrementó en un 8%, así como sus calificaciones en un 20%, con lo cual se valida que el modelo, diseño instruccional y las

herramientas aplicadas de forma adecuada permiten el diseño de actividades de aprendizaje que utilicen SEIC y que pueden mejorar el rendimiento en el aprendizaje de los estudiantes, con lo cual se da respuesta a la hipótesis de investigación.

Este ciclo permitió ratificar algunos otros comportamientos, así, por ejemplo: La influencia del medio de comunicación las herramientas de trabajo coordinado de equipo (Cuadrante III y IV de McGrath (1983)), presentan mejor rendimiento en comunicación síncrona, y que el uso de emoticones aun en ambiente asíncrono presenta similares patrones de comportamiento.

Los hallazgos presentados dan evidencia del desafío al que se enfrenta la universidad ecuatoriana para afianzar sus esfuerzos en los cambios estructurales de la educación en el mundo. Cumplir estos desafíos, no puede ser posible solamente con la inserción de las TIC con herramientas desarrolladas acorde a los paradigmas de IC, ya que a pesar de que las TIC están siendo utilizadas en la educación superior, muchos docentes continúan enseñando como hace 50 años (Ilon, 2012).

Una solución que permita reestructurar de forma integral el proceso de aprendizaje de los estudiantes debe incluir la participación de docentes, estudiantes, y cambios de las formas de pensamiento y administración universitaria. Los cambios que merecen ser analizados en la práctica de la educación superior guardan relación con los esquemas de planificación del proceso de enseñanza y evaluación del conocimiento, donde el modelo de evaluación fomente la innovación y el trabajo colaborativo, por sobre el memorístico e individualista.

4. Discusión

La presente investigación presenta un marco de referencias a seguir por docentes, administradores educativos e instructivos, que permite trabajar hacia adelante en la consecución de desafíos que enfrenta la educación hacia el futuro. Algunas de las reflexiones que nos deja este estudio son:

- Presenta una metodología que facilita la identificación de la naturaleza de los errores que pueden surgir en el proceso de enseñanza-aprendizaje con la aplicación de sistemas como FABRICIUS.
- La metodología de investigación utilizada DBR, ha presentado resultados satisfactorios en el proceso de desarrollo del estudio, ha permitido ir ajustando de forma incremental el modelo y sus componentes de acuerdo a cada contexto analizado, con lo cual en un escenario altamente volátil como el proceso de enseñanza-aprendizaje, DBR permite ajustar en tiempo real los cambios que permitan balancear el sistema a tiempo.
- El proceso de enseñanza aprendizaje es un proceso complejo, en el que inciden múltiples variables que pueden cambiar el sistema, por lo tanto, el modelo CIEM garantiza el aprendizaje de los estudiantes, en el contexto de que se conjuguen de forma adecuada las variables del sistema educativo (profesor, alumnos, medios, recursos, etc).
- El CIEM es un modelo que permite a los docentes y estudiantes empezar a concebir el proceso de enseñanza aprendizaje desde la óptica del colectivo, propendiendo a generar conciencia de la emergencia de la IC.

- Apoya la toma de decisiones y la supervisión de resultados educativos, con lo cual coincide Pérez-Gallardo et al. (2013) y Gregg (2009) quienes destacan la utilidad de la IC como herramienta para evaluar el progreso del estudiante y mejorar la toma de decisiones, mediante el monitoreo de resultados educativos, y de comportamiento.
- Woolley et al. (2010) y Green (2015) coinciden en manifestar que el índice de inteligencia colectiva de un grupo tiene relación con la dificultad de la tarea, en este sentido, los resultados Índice de Inteligencia Colectiva (CII) obtenidos con el CIEM, son congruentes con lo manifestado, ya que el CII obtenido con el CIEM varió acorde con la tarea, éste ha permitido medir la real eficiencia del trabajo colaborativo.
- La educación superior en el Ecuador, debe mirar hacia el desafío que presenta la IC con el uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y el CIEM, establece un punto de partida para iniciar este proceso.

Referencias

- Alberola, J. M., del Val, E., Sanchez-Anguix, V., & Julian, V. (2013, September). Simulating a collective intelligence approach to student team formation. In *International Conference on Hybrid Artificial Intelligence Systems* (pp. 161-170). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Anderson, T., Shattuck, J., & Brown, A. (2012). Design-Based Research: A Decade of Progress in Education Research? *Educational Researcher*, 41(1), 16–25. <http://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Aulinger, A., & Miller, L. (2014). Collective Intelligence versus Team Intelligence. In *Collective Intelligence Conference*, Massachusetts Institute of Technology (pp. 1–4).
- Awal, G. K., & Bharadwaj, K. K. (2014). Team formation in social networks based on collective intelligence – an evolutionary approach. *Applied Intelligence*, 41(2), 627–648. <http://doi.org/10.1007/s10489-014-0528-y>
- Barab, S. (2014). Design-Based Research: A Methodological Toolkit for Engineering Change. In *Handbook of the Learning Sciences* (pp. 151–170). The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition. <http://doi.org/10.1017/CBO9781139519526.011>
- Barlow, J. B., & Dennis, A. R. (2014). Not as Smart as We Think: A Study of Collective Intelligence in Virtual Groups. In *Collective Intelligence 2014* (pp. 1–5).
- Betoret. (2013). Tema 5: la enseñanza y el aprendizaje en la situación educativa, 1–11.
- Cole, R., Puroo, S., Rossi, M., & Sein, M. K. (2005). Being Proactive: Where Action Research meets Design Research. In *ICIS 2005 Proceedings*. Retrieved from <http://aisel.aisnet.org/icis2005/27>
- Conole, G. (2007). Describing learning activities. In *Rethinking Pedagogy for a Digital Age* (pp. 81–91).
- Design-Based Researcher. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Research*, 32(1), 5–8. <http://doi.org/10.3102/0013189X032001005>

- Doug Engelbart Institute. (n.d.). Dynamic Knowledge Repositories. Retrieved February 16, 2014, from <http://www.dougenelbart.org/about/DKRs.html>
- Du, H., Hao, J., Kwok, R., Wagner, C. (2010). Can a Lean Medium Enhance Large-Group Communication? Examining the Impact of Interactive Mobile Learning. *American Society for Information Science and Technology*, 61(10), 2122–2137.
- Easterday, M. W., Lewis, D. R., & Gerber, E. M. (2014). Design-Based Research Process: Problems, Phases, and Applications Problems arising from the ill-definition of DBR. *Learning and Becoming in Practice (ICLS 2014)*, 322. Retrieved from www.isls.org/icls2014
- Engel, D., Woolley, A. W., Aggarwal, I., Chabris, C. F., Takahashi, M., Nemoto, K., Malone, T. W. (2015). Collective Intelligence in Computer-Mediated Collaboration Emerges in Different Contexts and Cultures. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15*, 3769–3778. <http://doi.org/10.1145/2702123.2702259>
- Engelbart, D. C. (1995). Toward augmenting the human intellect and boosting our collective IQ. *Communications of the ACM*, 38(8), 30–32.
- Gibelli, T. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación Y Educación*, 1–16.
- Glenn, J. C. (2009). The Millennium Project - Collective Intelligence Systems for Science and Technological Convergences to Benefit Society. *Futura World Future Review*, 4(Fall), 1–15. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.10.010>
- Gordon, T. J. (2009). The real-Time Delphi Method. *Futures Research Methodology*, 1–21.
- Green, B. E. N. (2015). Testing and Quantifying Collective Intelligence. In *Collective Intelligence Conference* (pp. 1–4).
- Gregg, D. (2009). Developing a collective intelligence application for special education. *Decision Support Systems*, 47(4), 455–465. <http://doi.org/10.1016/j.dss.2009.04.012>
- Hernández-Chan, G., Rodríguez-González, A., Alor-Hernández, G., Gómez-Berbís, J. M., Mayer-Pujadas, M. A., & Posada-Gómez, R. (2012). Knowledge Acquisition for Medical Diagnosis Using Collective Intelligence. *Journal of Medical Systems*, 36, 1–5. <http://doi.org/10.1007/s10916-012-9886-3>
- Ilon, L. (2012). How collective intelligence redefines education. (J. Altmann, U. Baumöl, & B. J. Krämer, Eds.) *Advances in Intelligent and Soft Computing* (Vol. 113). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <http://doi.org/10.1007/978-3-642-25321-8>
- Johnson, D.W., Johnson, R.T., Smith, K. (2007). The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational Psychology Review*, 19(1), 15–29.
- Johnson, D.W., Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38(5), 365–379.
- Young, K., Martin, M., & Yates, T. (2014). Real-time engagement in a learning environment. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning Return*, 11(10), 55-62.
- Levy, P. (2015). Collective Intelligence for Educators. *Educational Philosophy and Theory*, 47(8), 749–754. <http://doi.org/10.1080/00131857.2015.1053734>
- Lévy, P. (2009). Toward a Self-referential Collective Intelligence Some Philosophical Background of the IEML Research Program. In *First International Conference, ICCCI 2009* (Vol. 5796, pp. 22–35). Wrocław, Poland: Lecture Notes in Artificial Intelligence.
- Lykourantzou, I., Vergados, D. J., & Loumos, V. (2009). Collective intelligence system engineering. *Proceedings of the International Conference on Management of Emergent Digital EcoSystems - MEDES '09*, 134. <http://doi.org/10.1145/1643823.1643848>
- Maffioli, F., Augusti, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra. *European Journal of Engineering Education*, 28(3), 251–273.
- Malone, T. W., Laubacher, R., & Dellarocas, C. (2010). The Collective Intelligence Genome THE LEADING. *MIT Sloan Management Review*, 51(51303), 21–31. <http://doi.org/10.1109/EMR.2010.5559142>
- McGrath, J. E. (1983). A Typology of Task. In D. A. Josephson (Ed.), *Groups: Interaction and Performance* (pp. 61, 66). Prentice - Hall, Inc.; Englewood Cliffs, New Jersey.
- McGrath, J. E., Arrow, H., & Berdahl, J. L. (2000). The Study of Groups: Past, Present, and Future. *Personality and Social Psychology Review*, 4(1), 95–105. http://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0401_8
- Meza, J., Vaca, L., Simó, E., Monguet, J.M., (2017). Toward a collective intelligence recommender system for education. In *EDULEARN17 proceedings: 9th International Conference on Education and New Learning Technologies: Barcelona, Spain, 3-5 July, 2017* (pp. 5946-5955). International Association of Technology, Education and Development (IATED).
- Meza, J., Ortiz, O., Vaca-Cardenas, M., Roman, S., & Monguet, J. M. (2017). CIR: Fostering Collective Creativity. In G. Vincenti, A. Bucciero, M. Helfert, & M. Glowatz (Eds.), *E-Learning, E-Education, and Online Training: Third International Conference, eLEOT 2016, Dublin, Ireland, August 31 -- September 2, 2016, Revised Selected Papers* (pp. 145–152). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-49625-2_18
- Meza, J., Ortiz, O., Simo, E., Monguet, J.M., (2017). Measuring the collective intelligence education index. In *EDULEARN17 proceedings: 9th International Conference on Education and New Learning Technologies: Barcelona, Spain, 3-5 July, 2017* (pp. 3066–3074). International Association of Technology, Education and Development (IATED). <http://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1647>

- Meza, J. (2017). Modelo de educación de la inteligencia colectiva. Universitat politècnica de catalunya.
- Meza, J., Monguet, J. M., Grimón, F., & Trejo, A. (2016). Fostering Collective Intelligence Education. In G. Vincenti, A. Bucciero, & C. de Carvalho (Eds.), *E-Learning, E-Education, and Online Training: Second International Conference, eLEOT 2015, Novedrate, Italy, September 16-18, 2015, Revised Selected Papers* (pp. 165–172). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-28883-3_21
- MIT Center For Collective Intelligence. (2006). MIT Center for Collective Intelligence. Retrieved March 10, 2014, from <http://cci.mit.edu>
- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L., & Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de Las Ciencias*, 29(1), 75–88.
- Monguet, J. M., & Meza, J. (2014). Guess the Score, fostering collective intelligence in the class. In *E-Learning, E-Education, and Online Training* (pp. 116–122). Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-13293-8_14
- Ortiz, O., Meza, J., Simo, E., J. M. (2017). Fostering the classroom attention using collective intelligence education tools. In *edulearn17 Proceedings* (pp. 3182–3188). IATED. <http://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1675>
- O'reilly, T. (2005). *Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*. Retrieved May 30, 2014, from <http://www.oreilly.com/pub/a/web2/archive/what-is-web-20.html>
- Pajares, S., Torreño, A., & Esparcia, S. (2011). A Novel Teaching-Learning Strategy for Teamwork based on Agreement Technologies. In *Design and Evaluation of Digital Content for Education (DEDCE) 2011* (pp. 21–30).
- Pérez-Gallardo, Y., Alor-Hernández, G., Cortes-Robles, G., & Rodríguez-González, A. (2013). Collective intelligence as mechanism of medical diagnosis. *Expert Systems with Applications*, 40(7), 2726–2737.
- Pourhosein Gilakjani, A., Mei Leong, L., & Nizam Ismail, H. (2013). Teachers' Use of Technology and Constructivism. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 5(May), 49–63. <http://doi.org/10.5815/ijmecs.2013.04.07>
- Rahimi, E., Berg, J. Van Den, & Veen, W. (2014). A Pedagogy-driven Framework for Integrating Web 2.0 tools into Educational Practices and Building Personal Learning Environments. *Journal of Literacy and Tecnology*, 15(2), 54–79.
- Szuba, T. (2001). A formal definition of the phenomenon of collective intelligence and its IQ measure. *Future Generation Computer System*, 17, 489–500.
- Tarricone, P., Luca, J. (2002). Employees, teamwork and social interdependence—a formula for successful business? *Team Performance Management*, 8(3/4), 54–59.
- UNESCO. (1998). *Declaración Mundial sobre la Educación Superior para el Siglo XXI: Visión y Acción*. Conferencia Mundial de la Educación Superior. Retrieved from http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm
- Vries, M. F. R. K. De. (1999). High-performance teams: Lessons from the pygmies. *Organizational Dynamics*, 27(3), 66–77. [http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0090-2616\(99\)90022-0](http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0090-2616(99)90022-0)
- Woolley, A. W., Chabris, C. F., Pentland, A., Hashmi, N., & Malone, T. W. (2010). Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups. *Science (New York, N.Y.)*, 330(6004), 686–8. <http://doi.org/10.1126/science.1193147>
- Zheng, L. (2015). A Systematic Literature Review of Design-based Research from 2004 to 2013. *Journal of Computers in Education*, 2(4), 399–420. <http://doi.org/10.1007/s40692-015-0036-z>