

Aprendizaje Activo en Ingeniería Industrial

Jair Eduardo Rocha González

Universidad Militar Nueva Granada, Bogota, Colombia, Colombia, jair.rocha@unimilitar.edu.co

Carlos Andrés Arango Londoño

Universidad de la Salle, Bogota, Colombia, cararango@unisalle.edu.co

Julián López Franco

Universidad de la Salle, Bogota, Colombia, jullopez@unisalle.edu.co

ABSTRACT

Students learn in different ways: Seeing and hearing, reflecting, or simply and intuitively logical reasoning. Teaching methods also vary and, moreover, are in constant development so as to achieve consistency between what students are looking for and what the instructor does to achieve the successful completion of this process. In search tools through which this process is able to improve, have been used in games based activities (recreational), used as support tools has been successful in changing attitudes and motivation in students. Below are the results of two processes at universities in Bogota, Colombia.

Keywords: Active learning, Engineering Education, Playful Activities

RESUMEN

Los estudiantes aprenden de distintas maneras: viendo y escuchando, reflexionando, o simplemente razonando lógica e intuitivamente a una situación dada. Al igual, los métodos de enseñanza también varían y, mas aun, se encuentran en una constante evolución de forma que se logre coherencia entre lo que los estudiantes buscan y lo que el instructor hace para lograr llevar a buen termino este proceso. En búsqueda de herramientas por medio de las cuales se logre mejorar este proceso, se han utilizado actividades basadas en juegos (Lúdicas) por medio de las cuales, utilizadas como herramientas de apoyo se ha logrado cambiar la actitud y motivar a los estudiantes frente a algunos espacios académicos. A continuación se muestran los resultados de dos procesos realizados en universidades en Bogota, Colombia.

Palabras claves: Aprendizaje activo, Educación en Ingeniería, Lúdica

1. INTRODUCCION

Bruner propone en su teoría constructivista (Bruner, 1973 j.), Tres principios básicos de la enseñanza: la primera es que "la educación debe preocuparse acerca de las experiencias y contextos que hacen que el estudiante desea y sea capaz de aprender". El segundo principio propuesto por Bruner dice que "la educación debe estructurarse de manera que pueda ser más fácilmente comprendida por el estudiante (organización en espiral)." Por último, el tercer principio establece que "la educación debe ser diseñada para facilitar la extrapolación y colmar las lagunas (que van más allá de la información dada)". La presencia de estos tres principios debería garantizar en principio un buen escenario para la transmisión de conocimientos, sin embargo se hace necesario, que además considerar las necesidades de los estudiantes, se identifiquen las experiencias y contextos dentro de los cuales los docentes se desenvuelven mejor. Si se logra un balance entre los estilos de aprendizaje de los estudiantes y los estilos de enseñanza empleados por los docentes, los procesos de enseñanza pueden tener mejoras potenciales.

La coherencia entre las actividades hechas por el docente y la forma en que los estudiantes aprenden, motivan a los estudiantes, los cuales como consecuencia, prestan atención a las actividades realizadas en clase y, logran mejores notas en las pruebas académicas, lo anterior se logra en parte gracias a que ellos tendrán una buena actitud no solo hacia la temática sino hacia toda su carrera. Los docentes ante esta situación, crean una actitud positiva la cual se reflejara en clases más dinámicas y productivas.

Para lograr escenarios en los cuales se logre el balance antes mencionado en los métodos de instrucción, se han utilizado actividades basadas en juegos (Lúdicas), las cuales buscan que los estudiantes aprendan en la forma en que ellos desean, es decir, se contextualiza la temática de trabajo utilizando un problema el cual, se vuelve Lúdica. Al utilizar el juego como medio, los estudiantes aprenden de forma natural, para finalmente, formalizar el conocimiento en una clase.

El siguiente documento, ilustra el proceso desarrollado durante dos años en dos Universidades de Bogotá, proceso en el cual se utilizó la Lúdica como herramienta de apoyo a procesos académicos.

2. APRENDIZAJE ACTIVO

La educación en Ingeniería enfrenta grandes retos. Las quejas a nivel gubernamental y de las empresas acerca de las deficiencias en habilidades con las que cuentan los ingenieros y, los altos grados de deserción muestran deficiencias en los métodos actuales de enseñanza lo que hace un llamado al cambio en como se hacen y se estructuran algunos de nuestros espacios académicos. Como respuesta, se buscan cambios de estrategias pedagógicas en los procesos de enseñanza, en los cuales se incentive la participación y el crecimiento cognitivo de los estudiantes y una mejor actitud de los docentes hacia la transmisión de conocimientos a través de una formación inspirada en experiencias, a este tipo de actividades, le llamaremos aprendizaje activo.

El cambio de estrategias pedagógicas en los procesos de enseñanza busca, que se incentive la participación y el crecimiento cognitivo de los estudiantes y se tenga una mejor actitud de los docentes hacia la transmisión de conocimientos a través de una formación inspirada en experiencias.

Estas perspectivas divergentes en educación en ingeniería se soportan sobre supuestos biológicos en los cuales es posible afirmar que muchos animales de orden superior como los mamíferos, en sus etapas tempranas realizan el aprendizaje de actividades, fortaleciendo las competencias de supervivencia a través del juego, es en otras palabras, tal como afirma el novelista inglés Lamb, *“El hombre es un animal que juega”*, donde se reconoce al ser humano como animal que posee comportamientos biológicos que incentivan el aprendizaje a través de experiencias simuladas.

Partiendo de esta idea, el proceso propuesto incentiva el aprendizaje, mediante el desarrollo de una actividad de simulación de la realidad, de una temática en particular, la cual presenta dificultad de aprendizaje en los estudiantes o en la transmisión de conocimiento desde los docentes a sus educandos, debido a la complejidad de los conceptos que incorpora, las reglas de decisión que aplica o simplemente la dificultad de encontrar una aplicación en la realidad en la cual se desarrolla el ámbito profesional de los implicados.

De esta forma la simulación de escenarios de la realidad, en el proceso de enseñanza realizado se realiza a través de la creación de una actividad lúdica, la cual incluye un componente de juego entendido este como una actividad planificada para recrearse, entretenerse y divertirse (Cano & Ramirez, 2008) y otro componente de intencionalidad dirigida a la representación de conceptos o de reglas de decisión incluidas en las normas de desarrollo del juego, lo cual hace parte del concepto de lúdica (Jimenez, 2010).

En conclusión, el desarrollo de estas actividades incentivan el proceso de desarrollo humano incorpora las dimensiones sociales, culturales, psíquicas y biológicas, a través del desarrollo de escenarios cotidianos en especial a la búsqueda del sentido de las temáticas seleccionadas mediante la incorporación de la creatividad humana (Jimenez, La lúdica un universo de posibilidades, 2013).

En ingeniería, como en todas las áreas de conocimiento el desarrollar competencias para desempeñar funciones con éxito en el entorno productivo es una de las preocupaciones frecuentes, razón por la cual la búsqueda de

nuevos métodos de enseñanza, adquiere mayor vigencia en la actualidad, horizonte hacia donde se dirige el proceso descrito por los autores en este artículo.

3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El proceso utilizado en la formulación, desarrollo e implementación de una actividad lúdica en el ámbito de la ingeniería industrial empleada, se fundamenta desde una perspectiva de gestión de conocimiento, en la cual cada actividad lúdica es construida por las prácticas sociales realizadas por los individuos y transformadas en conocimiento para las comunidades académicas (Nonaka & Takeuchi, 1995), donde esta transformación se realiza a través de un proceso de valor agregado, en el cual las experiencias del docente y los estudiantes respecto a una temática son procesados en una secuencia de pasos para convertirlo en un actividad lúdica direccionada al aprendizaje (Shin, Holden, & Schmidt, 2001), tal como se presenta a continuación en la figura 1.

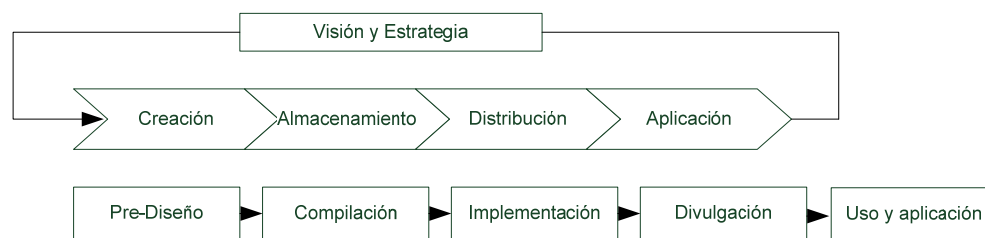


Figura 1. Metodología usada desde la perspectiva de cadena de valor. Fuente: Los Autores.

3.1. PROCESO DE PRE-DISEÑO DE LA ACTIVIDAD LÚDICA.

Este proceso de Pre-diseño, se concibe desde la literatura como el proceso de creación de conocimiento (Nonaka & Takeuchi, 1995), en el cual se enmarca la selección de las temáticas de interés, además de la formulación de los objetivos de cada una de las actividades lúdicas desarrolladas, en las cuales se establece la intencionalidad, conceptos a incluir y grado de complejidad de los conceptos a incorporar dentro de la realización de la actividad lúdica propuesta.

De esta manera, la selección temática realizada en cada una de las Instituciones de Educación Superior, dentro de los programas curriculares de Ingeniería Industrial, no contiene restricciones en relación a áreas de conocimiento, ni a conceptos a contemplar en la actividad lúdica, aunque los temas seleccionados en un alto porcentaje pertenecen al área de investigación de operaciones y estadística, sin embargo el proceso de conocimiento en esta fase abarca la adquisición de destrezas, habilidades y conceptos acerca del tema objetivo a explicar mediante la actividad didáctica propuesta en los estudiantes y docentes implicados en el desarrollo de la propuesta didáctica.

En cuanto, a la formulación de objetivos estos abarcaron desde la simple presentación de conceptos hasta la recreación de juegos donde se representaban las reglas de decisión de determinados algoritmos y/o métodos de solución para problemas propios de la literatura académica en torno a la investigación de operaciones y estadística, donde implícitamente se buscaba el fortalecimiento en la creación de conceptos propios, la formalización del conocimiento adquirido y el desarrollo de habilidades y destrezas en el desarrollo propuesto, a través de la implementación o la recreación de un ambiente simulado donde se encuentra el tema objetivo como componente a resolver para alcanzar un premio o logro al final de la actividad.

Como resultado de estas etapas de diseño de actividades lúdicas se seleccionaron las temáticas y objetivos presentados en la tabla 1, presentada a continuación:

0

TABLA 1. Ludicas Diseñadas

Tema seleccionado	Área temática de conocimiento	Temas objetivos de aprendizaje
Modelo de Transporte	Investigación de Operaciones – Flujo en Redes	Métodos heurísticos de solución para el problema de transporte: MODI, VOGEL y MEN
Programación de Tareas	Investigación de Operaciones – Scheduling	Métodos heurísticos de solución para el problema de programación de n trabajos 1 maquina: SPT, LPT.
Programación entera	Investigación de Operaciones – Programación Matemática	Métodos de solución para problemas de programación entera utilizando branch and bound y algoritmos genéticos
Teoría de restricciones	Producción – Sistemas de Producción	Método de programación de actividades utilizando teoría de restricciones.
Programación de tareas	Investigación de Operaciones – Problemas Job Shop	Método de programación de actividades usando Heurística cuello de botella móvil
Problema de Máximo Flujo	Investigación de Operaciones – Flujo en redes	Conceptos del problema de máximo flujo
Análisis de Pareto	Estadística descriptiva – Análisis de causas	Metodología de realización del análisis de Pareto
Manufactura sincrónica	Investigación de Operaciones – Distribución en planta	Conceptos y metodología de un problema de distribución en planta VAT.
Problemas de árboles de mínima expansión	Investigación de Operaciones – Flujo en redes	Métodos heurísticos de solución para el problema AME, por medio del algoritmo de Dijkstra.
Control de inventarios	Investigación de Operaciones – Teoría de inventarios	Métodos heurísticos de solución para el problema de control de inventario, a través del uso de la heurística de anclaje y ajuste
Balanceo de líneas	Producción – Sistemas de producción	Método de balance de línea usando diagramas de operación y la heurística del tiempo más largo

3.2. PROCESO DE COMPILACIÓN DE LA ACTIVIDAD LÚDICA.

El proceso de compilación de la actividad lúdica equivale al proceso de almacenamiento de conocimiento, descrito en la literatura (Nonaka & Takeuchi, 1995), en el cual se realiza la revisión de antecedentes y referentes del tema seleccionado, que contribuyan a la formación de los conceptos y/o métodos que fueron considerados dentro del alcance de la actividad lúdica, el cual se realiza desde la recopilación de información académica de alta calidad disponible en bases de datos académicas bajo las normas de referenciación adecuada.

En esta etapa del proceso de una actividad lúdica, se realiza una compilación de referentes que permitieron construir una actividad lúdica en contexto, esto es, una actividad que involucra una contextualización a algún

problema que permite explicar los fenómenos, conceptos y reglas de decisión que se siguen en la aplicación de las técnicas algorítmicas o heurísticas, objetos de aprendizaje definidos con antelación.

De esta manera, el marco de referencia en la construcción de una actividad lúdica contiene aspectos como un referente histórico, el cual permite establecer las necesidades que originan la definición del problema, así como las primeras aplicaciones donde se desarrolla este tipo de técnicas, permitiendo a los estudiantes y docentes establecer un estado inicial del problema, un ejemplo de este contenido se estableció para la temática de modelos de transporte, en el cual se recopiló información, donde se evidenció una de las primeras aplicaciones en el transporte de materiales para obras civiles en la ciudad de Moscú (PHPSIMPLEX, 2009).

Otro de los componentes que se han incorporado a este marco referencial es la recopilación de información acerca del tipo del problema, donde se consideran aspectos como los conceptos, supuestos, variables, estructura y elementos del modelo, permitiendo incorporar con mayor claridad a la actividad lúdica estos referentes, en términos de contexto, elaboración de la actividad y materiales, proposición de reglas de juego y alcance de la actividad lúdica, un ejemplo de este tipo de marco referencial se realiza en los problemas de flujo máximo y árboles de mínima expansión los cuales se indagan desde el origen del problema y algunos métodos de solución.

3.3 MEDICION DEL DESEMPEÑO

Las diferentes técnicas que surgen de las metodologías activas han sido ampliamente difundidas y, su adopción ha mostrado el gran esfuerzo que se requiere tanto desde su parte de diseño hasta la inserción en la dinámica de clase, sin embargo la falta de sistematización y mejora de los diferentes procesos ha hecho que en muchos su práctica sea cuestionada y en otros, simplemente olvidada. Partiendo de la anterior premisa, la medición del desempeño que brinde información que permita una mejora de las actividades se vuelve parte esencial del proceso de adopción de las actividades de tipo lúdico, sin embargo debido a las grandes diferencias entre las formas de aplicación de las actividades así como del público objetivo de las mismas, se dificulta cualquier labor en torno a su medición. Para su labor, se han realizado en las instituciones antes expuestos diseños de experimentos los cuales permitan realizar una evaluación del trabajo realizado.

Tabla2. Medición del desempeño de la lúdica, aproximaciones cuantitativas. Fuente: Los Autores

2010	Simulación del impacto de un proceso productivo usando cuasiexperimento la didáctica	Impacto de los juegos didácticos como herramienta metodológica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingeniería industrial	Montes, Hernandez & Lopez
2011	Evaluación del nivel de aprehensión del conocimiento usando dos grupos muestrales con un diseño experimental por bloques	Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión de conocimiento	Rocha, Arango & Gutierrez
2012	Evaluación del impacto de una lúdica, de los diversos factores involucrados y sus efectos utilizando diseños factoriales 2^k .	Design, implementation and evaluation of an active learning activity	Arango, Joya & Mayoral

Las primeras experiencias, intentaban determinar el impacto real de las nuevas herramientas y metodología, a nivel general, los resultados mostraron efectos positivos, sin embargo al realizarse un cuasi experimento, los resultados pueden ser cuestionados y no podían ser extrapolados a otro tipo de actividad lúdica. (Montes, Hernandez, & Lopez, 2010)

Posteriormente, se intenta hacer un diseño experimental por bloques utilizando un grupo control y otro experimental, la única variable sobre la cual se quería probar hipótesis era sobre el impacto del método en las medias resultantes de los dos grupos, sin embargo los resultados no mostraban evidencia estadística suficiente para inclinarse en favor de alguna metodología. (Rocha J., 2011)

Con base en los resultados obtenidos, se realizó un experimento factorial que no solo evaluara la diferencia entre las medias sino el impacto de un factor sobre los demás. No se encontró evidencia estadística significativa que mostrara una diferencia entre las medias, sin embargo se encontró que la lúdica tenía mayor impacto en la población de estudiantes que trabajaban y en algunas interacciones entre factores. (Arango C., 2012)

4. CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS

Los resultados mostrados durante la utilización de la lúdica como herramienta de apoyo a los procesos son variados, en algunos casos el proceso fue exitoso, sin embargo en otros, la mejora no era evidente, se veía la lúdica como una actividad que estaba totalmente desligada del proceso académico y por lo tanto el aprendizaje resultante de la misma era limitado.

En el proceso de diseño y construcción de las Ludicas, los estudiantes a partir de conceptos trabajados en espacios de clase, diseñaban el juego por el medio del cual se esperaba que los jugadores trazaran estrategias que los llevaran a la adquisición de los conceptos, sin embargo, se encontró que en muchos casos los participantes, al empezar el ciclo en el juego, no lograban generar las estrategias que los llevaran a la adquisición de los conceptos y al no poder cerrar el ciclo mencionado, no lograba completarse los objetivos de las ludicas.

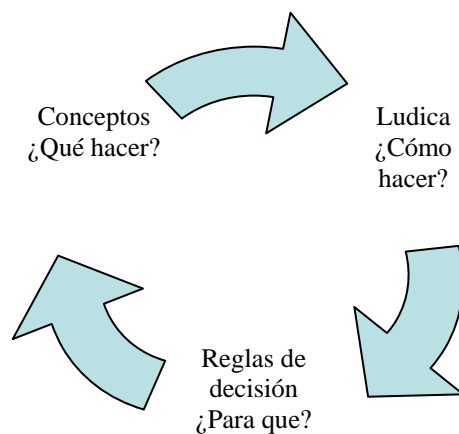


FIGURA 2. Esquema general del diseño e implementación de la lúdica

Actualmente, se están rediseñando algunas ludicas de forma que se pueda direccionar el proceso en la etapa de toma de decisiones (Estrategia) de forma tal que se logre que los participantes de la Ludica lleguen a los conceptos. Se espera, después del rediseño, realizar diseños experimentales que muestren mejoras significativas en los procesos de aprendizaje.

Referencias

Arango C., J. T. (2012). Design, implementation and evaluation of an active learning activity . *Active learning in Engineering ALE 2012*. Copenhagen.

- Avila Penagos, R. (2007). *Fundamentos de la pedagogia hacia una comprensión del saber pedagogico*. Bogota: Magisterio.
- Bazán, D. (2008). *El oficio del pedagogo*. Rosario: Homo Sapiens Ediciones.
- Beer, S. (1964). *Cybernetics and management*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Boisot, M. (1987). *Information and Organisations: The Manager as Anthropologist*. Londres, Reino Unido: Fontana/Collins.
- Castejon, J. (1996). *Determinantes del rendimiento academico de los estudiantes y de los centros educativos: modelo y factores*. Alicante: Club Universitario.
- Demarest, M. (1997). Understanding knowledge management. *Journal of Long Range Planning*, 374 - 384.
- Dubin, R., & Taveggia, T. (1968). *The Teaching -Learning Paradox A Comparative Analysis of College Teaching Methods*. Oregon, USA: University of Oregon, Center for the Advanced Study of Educational Administration.
- Felder, R., Brent, R., & Stice, J. (2002). National Effective Teaching Institute: Workshop Materials. *American Society for Engineering Education Annual Conference*. Montreal, Quebec, Canada.
- Freire, P. (1994). *Cartas a quien pretende enseñar*. Mexico D.F.: Siglo XXI.
- Jimenez, C. (2010). *Neuropedagogía Lúdica Y Competencias*. Bogotá D.C.: Magisterio.
- Mingers, J. (2003). A Classification of the Philosophical Assumptions of Management Science Methods. *Journal of the Operational Research Society*, 559 - 570.
- Montes, J., Hernandez, H., & Lopez, J. (2010). Impacto de los juegos didacticos como herramienta metodologica en el aprendizaje y la enseñanza de la ingenieria industrial. *Educación en Ingeniería*, No 9 pp37-48.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. New York, EEUU: Oxford University Press, Inc.
- Nova Arévalo, N. A., Pinzón Rueda, W., & Quintero, R. (2011). *Cibernética de tercer orden y su aplicación a la telefonía móvil*. Bogotá, Colombia.
- Rocha Gonzalez, J. (2011). Propuesta metodológica para la implementación de la lúdica como alternativa en la enseñanza en ingeniería industrial. *Tercer seminario internacional, sistemas productivos - SISPRO "La lúdica en la enseñanza de la ingeniería"*. Bogotá D.C.: Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI.
- Rocha J., A. C. (2011). Diseño de una metodología experimental para la medición del impacto de la lúdica en la aprehensión del conocimiento. *VII Encuentro red GEIO* (pág. 6). Bogota: Universidad Central.
- Shin, M., Holden, T., & Schmidt, R. (2001). From knowledge theory to management practice: towards an integrated approach. *Information Processing and Management*, 37, 335 - 355.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.