

DIEZ NOTAS SOBRE LA DIFUSIÓN DE GEIO

César Jaramillo y Laura Mejía - Universidad Tecnológica de Pereira -UTP, Colombia

Resumen

GEIO, (Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones) de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica de Pereira, gestiona conocimiento relacionado con la enseñanza de la ingeniería industrial. Este artículo presenta diez notas sobre el análisis de la aplicación de dicho conocimiento en la Universidad Tecnológica y en otras cuatro universidades y se encuentra enmarcado dentro del tema pedagógico de la ingeniería industrial. Se identifica un estilo testimonial.

Palabras clave: Tema de investigación de operaciones, equipos, fábrica en el salón de clase.

Abstract

GEIO, (Operations Research Teaching's Team,) at Technological University of Pereira, Industrial Engineering School, researchs about the knowledge related with its teaching. This document presents ten subjects related with Technological University of Pereira's work at four universities. The GEIO team are working into the field industrial engineering's pedagogics. The autors present some testimonies.

Key words: Operation research, teams, the factory into the classroom.

Visión del grupo GEIO

Se relaciona con las siguientes palabras de Saturnino de la Torre (2003): "Dadme un problema y os daré un motivo para innovar. Dadme una persona creativa y os daré un proyecto innovador. Dadme un grupo innovador y os cambiaré una cultura".

1. Antecedentes y desarrollo

Inicialmente se hizo uso de la lúdica para la enseñanza de la ingeniería industrial, llevando el

experimento de mesas y sillas a los cursos de investigación de operaciones I, buscando mejorar la enseñanza de la programación lineal, y los resultados de este experimento fueron la ponencia que con el mismo nombre se presentó en el Congreso de la Sociedad Colombiana de Investigación de Operaciones (SOCIO) en Medellín, Colombia en 2001.

En el año 2002, dado el éxito obtenido se conformó el grupo GEIO, con estudiantes de postgrado, que durante el congreso de la Sociedad en Bogotá en el 2002 ofreció un coloquio compuesto de 8 experimentos básicos y la segunda parte de la ponencia.

¹ Grupo de investigación integrado por estudiantes, profesores y egresados de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia.

En el año 2004, el grupo siguió creciendo, con la inclusión de estudiantes de pregrado y el tratamiento de nuevos temas y experimentos. El producto fue presentado en el Tercer Congreso Colombiano y Primera Conferencia Andina Internacional de Investigación de Operaciones, organizado por la misma Sociedad en marzo de 2004 en la ciudad de Cartagena, Colombia. Esa presentación estuvo compuesta por 1 coloquio, 8 ponencias, una investigación y una participación en un foro sobre enseñanza. Desde ese momento a la fecha, GEIO ha empezado a darse a conocer en varias instituciones universitarias de Colombia.

En el segundo semestre del 2004, GEIO presentó varios de sus trabajos en la VII Semana de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. Durante esta presentación se hizo presente un grupo de estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad del Valle junto con su profesor, quien dictó una conferencia en este mismo evento.

El balance tanto interno como externo del grupo durante el año 2004 se consideró sobresaliente porque en la medida en que transcurría el tiempo, llegaban nuevos integrantes a formar parte del equipo de trabajo, quienes veían la oportunidad de aplicar, analizar y afianzar conocimientos de su carrera, conociendo el desarrollo de las lúdicas empleadas por el grupo GEIO.

En el año 2005 GEIO inició la capacitación a docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Corporación Universitaria Autónoma de Occidente (CUAO) en Cali (Colombia). Actividad que permitió la divulgación del conocimiento otorgado por el grupo.

Durante el mismo año el grupo se dio a conocer dentro de la Universidad Tecnológica de Pereira y se llevó a cabo una jornada lúdica denominada EXPOGEIO 2005.

Posteriormente, GEIO expandió su conocimiento hacia la Universidad de Córdoba en Montería (Colombia), durante una semana, en donde no sólo se trataron temas relacionados con la Ingeniería Industrial, sino que también se dio un proceso de interculturalidad, que será comentado más adelante.

Así mismo participó en el Congreso realizado por la Escuela Latinoamericana de Verano de Investigación de Operaciones (ELAVIO) en Villa de Leyva, Boyacá; en la XXVI Reunión Nacional realizada por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y en la Universidad Nacional sede Manizales, a lo largo del 2005 y en el año 2006, estuvo presente en la Pontificia Universidad Javeriana de la ciudad de Cali y participó con Unidad Central del Valle en Tulúa en la implementación de un laboratorio y en la capacitación de sus docentes.

Es importante destacar la influencia del desarrollo de las labores de GEIO en la divulgación del conocimiento hacia otras personas e instituciones educativas y también hacia la retroalimentación constante del equipo de trabajo; ya que con esto entramos al desarrollo de un análisis detenido de varios factores que en este artículo se presentan.

En estos momentos se adelantan contactos con al menos otras ocho instituciones educativas interesadas en los laboratorios difundidos por GEIO.

2. Líneas de investigación

Las lúdicas que maneja GEIO se subdividen en 8 líneas de investigación:

Antropología: En esta línea se describen aspectos directamente relacionados con el tema de la Antropología Industrial, en la cual se cuenta con lúdicas como Civilización, Quino, Interculturalidad y DEA (Data Envelopment Analysis).

Quino pertenece a la línea “el humor como herramienta pedagógica” y está compuesto básicamente por una exposición de caricaturas relacionadas con temas de ingeniería industrial y por un experimento que se puede clasificar dentro de lo que se denomina investigación social participativa, que permite en muy corto tiempo recolectar la visión de muchas personas sobre un tema en particular.

En DEA a partir de pequeños conjuntos de fichas de Lego y de una definición de eficiencia, se realiza una actividad que permite que la persona vea los conceptos de DEA. Durante el curso ofrecido en la



Universidad de Córdoba, se usó una herramienta para analizar aspectos y variables relacionados con el encuentro de dos culturas colombianas: paisas y costeños. Se espera aplicar esta misma metodología con otras regiones y culturas colombianas.

Administrativas: Comprende dinámicas de manejo de grupos y establecimiento de roles. Aquí se encuentran las lúdicas: Evaluación de equipo, Worrywillies, y Construcción de la Autopista.

Tanto en la Corporación Autónoma de Occidente como en la Universidad de Córdoba, se ha efectuado una evaluación de equipo, midiendo aspectos como el tener, obtener, disfrutar y ser, al inicio y al final del curso permitiendo así que los participantes evalúen su progreso.

Worrywillies permite clasificar los experimentos que se trabajaron y que contaron con la aceptación de los estudiantes y con los resultados de dicha clasificación se definieron cuáles son las actividades más fuertes para conservarlas y cuáles requieren refuerzo.

Construcción de la Autopista es un problema típico de Administración sostenible y multiobjetivos. También se usó para ilustrar la dimensionalidad de los problemas de optimización.

Producción: Esta línea se subdivide en dos: Producción Básica, que comprende mesas y sillas, comedores, quesos y yogures, **curvas de aprendizaje**, carpintería y cargo, rouge river; y una segunda sublínea denominada lean production, la

cual contiene kanban pull and push, yokimabobs, gorros de papel y poka-yoke.

“Mesas y sillas” es el experimento más sencillo con 14 fichas de Lego se debe decidir cuántas mesas y sillas fabricar, (de acuerdo con un diseño previo), buscando maximizar unas ganancias. Este experimento fue el punto de partida sobre el cual se ha construido todo lo demás. Incluye formulación de un modelo simbólico de programación lineal y su solución, de manera gráfica y real. Permite ilustrar un proceso de producción automatizado, que sirve como introducción al uso de las redes de Petri. Con el ejercicio se observan: places, transiciones, tokens, etc.

Aumentando el tamaño del problema, más productos, más restricciones, más variables, con carpintería y cargo y comedores, se introdujo el uso de métodos analíticos y software para los problemas de optimización.

“Quesos y yogures” se utiliza para presentar el tema de funciones no lineales y se considera una herramienta básica para la comprensión del concepto “Token”.

Curvas de aprendizaje: permite apreciar el concepto de la acumulación de conocimiento con la repetición de los procesos. Sorprende en este experimento la gran aproximación entre la realidad y la teoría.

Rouge River es una lúdica cuyo objetivo es que el participante vea lo que fue considerado óptimo hasta los años 60. Recibe este nombre como homenaje a la gran fábrica de la Ford donde se produjeron

millones de automóviles modelo “T”. Durante el uso del ejercicio se ven las MUDAS, combatidas con los modernos sistemas de la Lean Production.

En los experimentos incluidos dentro de Lean Production se trabajan los conceptos de Pull, Push y Kanban. Este último va desde un sencillo kanban de espacio hasta un kanban triple muy similar a los mostrados en los textos.

Aleatoriedad: Comprende FDP de muestras y Gorras Olímpicas.

Una lúdica permite ver, usando histogramas, la forma como trabaja el Teorema del Límite Central y la segunda es una sencilla simulación Monte Carlo. En esta, el participante construye parte de los elementos que usa, lo cual incrementa el disfrute del trabajo.

Sistemas dinámicos: Comprende pequeñas pero muy dinámicas actividades que permiten una fácil comprensión y aplicación de este tema: Zoom, Cookie Mice, Volvió el Gato en la Gorra, Las semillas mágicas de Anno; y el Fish Bank, que contiene fundamentos en Administración Sostenible.

La primera parte, fundamentada en el trabajo de Sweeney (MIT), usando lecturas infantiles hace que se vean los arquetipos sistémicos fundamentales, como: desplazamiento de la carga, límite del crecimiento fijo que falla, conectividad, entre otras. Se termina con una simulación gerencial del laboratorio de aprendizaje interactivo de la Universidad de New Hampshire, llamada Banco de Peces.

Supply chain: Contiene las actividades del Beer Game con dos aplicaciones, (Risk Pool y Cross-docking) y MICSS.

El primero permite ver la presencia de Bullwhip a lo largo de una cadena de suministro con 4 eslabones, que se puede jugar bajo varias modalidades, como el aislamiento y el Ojo de Águila y los Siete puntos de Plossl que permiten un mejor desempeño de la Cadena de Suministro.

El MICSS es la simulación gerencial ofrecida por Platk, un juego gerencial desde un computador, donde se simula con un ERP una empresa: ventas, finanzas, compras y producción. En todo momento

evitamos la presencia del Síndrome del Videogame, planteado por Sterman.

El segmento de Producción del MICSS se amplió con una lúdica propia: un Job Shop de tres productos en seis máquinas.

Job shop: Comprende un Job Shop básico, el Job Shop de Holt, el Job Shop de MICSS y un Job Shop en Programación Lineal.

Este conjunto de lúdicas permiten ver todos los conceptos básicos de Job Shop y su uso para la mejora de procesos, entre ellos, diseño de plantas, herramientas, métodos, Petri, reglas de asignación, entre otros.

Laboratorio de producción X – Z: Este es el experimento base del grupo, se trabajan lúdicas basadas en un sistema de producción Flow Shop, manejando una línea con contenedores genéricos, especializados, con plantillas, una línea automatizada, dos líneas manuales, además de aplicar sistemas como kanban, expeditadores, flexibilidad en el diseño, Just in Time, y Flexibilidad en el Staff.

Consiste en el experimento más grande, cuenta con escenarios con cinco líneas de producción donde participan 40 estudiantes, produciendo 120 unidades en 10 minutos, se denomina la “Fábrica en el salón de clase” donde son visibles todas las variables.

3. Los materiales y su producción

El proceso de cada taller va acompañado de actividades lúdicas, colectivas, que maximizan el “aprender haciendo”, de manera clara y amena. Para estas actividades se usan desde herramientas elementales como fichas de Lego, vasos desechables, formatos de cajas de capas en papel periódico, marcadores, cronómetro, plantas de producción elaboradas en madera, (producidas por el mismo GEIO), hasta herramientas sofisticadas disponibles en portales Web de las asociaciones mundiales de Investigación de Operaciones y de reconocidas universidades del mundo.

El uso de referentes como las formas, los colores, la manipulación, hacen mucho más eficiente la gestión

del conocimiento: su comunicación, hibridación y especialización.

Algunos de los materiales usados se producen dentro del mismo laboratorio. Como lo presenta Marta Ketchum, la antropóloga del juguete, “el sujeto logra placeres plenos jugando con los juguetes producidos por él mismo”.

4. La presencia de otras facultades

Cómo se ha generado atractivo interno y externo, GEIO capta estudiantes de educación, de ingeniería de sistemas, de ciencias ambientales, de ingeniería eléctrica y Filosofía. Esta universalidad contribuye en dos aspectos:

- Hace que los experimentos sean más amplios, incluyendo temáticas de esas facultades. El grupo se ha convencido de que si se quiere tener investigación se necesitan investigadores, los formamos o los conseguimos formados. En este sentido, “preocupados por la formación de investigadores en un ambiente muy reduccionista usamos ejercicios como los propuestos por Gelb, donde logramos incrementar el amor por el conocimiento, idea típicamente platónica”.
- Ayuda a irradiar toda la gestión de GEIO hacia esos otros entornos. Un evento muy popular es la transferencia de las lúdicas hacia otras facultades.

5. Ver el concepto

A lo largo de las presentaciones del grupo GEIO se han encontrado con expresiones que representan la visión de un concepto. Por ejemplo:

- a. Durante el coloquio en Bogotá, una profesora decía: “confieso que llevo cinco años entrando y sacando variables de las bases, y hoy, por fin, veo entrar una variable a una base”.
- b. Un profesor de las ciencias de los inventarios, manifestaba “ahí se ve cómo esa señal tan elemental, controla la dinámica del producto en proceso”.
- c. Durante la capacitación dada a los profesores de una universidad en Cali, un profesor señaló: “yo

no soy ingeniero industrial, pero sí observé cómo esos papelitos llamados kanban, controlaron la producción”.

6. La creatividad

El uso de la lúdica dispara la creatividad en todas sus etapas. A continuación se presentan cuatro casos.

- a. Es muy común que durante las actividades de análisis finales de las lúdicas, los participantes tengan expresiones como: “eso era lo que pasaba en ...” o “la solución para eso es...” lo cual permite observar que la lúdica los llevó a la fábrica o empresa donde un día trabajaron.
- b. Las lúdicas han sido usadas para enseñar en las jornadas especiales donde la mayoría de los estudiantes trabajan durante el día y en estos ambientes se escuchan expresiones como: “apliqué en la empresa donde trabajo lo que aprendí con la lúdica y resolví dos problemas”

La lúdica presenta ambientes muy propicios para las explosiones de creatividad, como se puede observar en los siguientes ejemplos:

- c. En la familia de lúdicas del Job Shop, éstas se encuentran clasificadas en orden de especialización de tareas, de tal modo que durante el análisis final de cada lúdica, el participante propone mejoras que coinciden con la siguiente lúdica.
- d. La explosión de creatividad cinética es muy popular y al día siguiente del estudio de una lúdica, llueven ideas sobre los posibles cambios, que se ensayan, tendientes a incrementar su uso. Es muy común la expresión: “si a la lúdica de PUSH le cambiamos la forma del producto, podemos usarla para explicar el tema de flexibilidad en la operación”.
- e. La explosión de creatividad potencial también es muy frecuente y suscita expresiones: “claro que el juego se puede volver más serio si ...”
- f. Menos frecuentes son las explosiones de creatividad filogenética. Inolvidable la expresión del doctor español, Pintos, cuando en medio de lágrimas se quejaba: “Esto es lo que yo he soñado durante más de 10 años”

7. El proceso estocástico de Huisinga

Huisinga, defensor del origen juguetero de todas las dimensiones del hombre, propone que el recorrido de esas dimensiones es: Juego, Serio, Bello, Sagrado. El grupo GEIO ha modelado ese escenario como un Proceso Estocástico de cuatro estados.

Las lúdicas que conforman este laboratorio, en la medida en que se van gestionando, (las transiciones), siguen ese recorrido.

El siguiente diagrama ilustra el Proceso Estocástico.



Algunas expresiones nos ayudan a identificar dichos estados y transiciones, por ejemplo:

- “¿Qué investigación se puede hacer con una ficha de lego?” “Ayer, como muy juego, pero hoy... lo veo muy serio, muy profundo”, “ese no es el kanban puro”, “yo la ecóloga más pura del medio, me deje llevar por unos billetes de mentiras “, identifican el momento cuando el experimento logra los niveles de la sacralidad.
- Cuando la fabrica funcionando invisibiliza el aula de clase, la expresión se vuelve evidente ¡que belleza!.

8. Novedad

Durante el congreso de XI ELAVIO en julio de 2005, GEIO decide realizar una actividad de complementación en ciertos temas expuestos en varias ponencias, los resultados fueron los siguientes:

- Es frecuente que las caricaturas se tengan que regalar, pero como sucedió en Villa de Leyva

cuando un argentino se las quiso llevar resultó una gran sorpresa.

- Banu, de la Universidad de Ankara, en el mismo evento, también llevó varias caricaturas, consciente de que en esos ambientes fundamentalistas no son muy bien recibidas.
- “Los laboratorios que yo hice en mi universidad, en Santiago eran un asco comparados con esto”, confeso un profesor chileno, “siempre tuve que plagiar un informe ajeno para satisfacer el instructor y lograr una nota”. Un fruto muy válido de una comparación entre un mundo reduccionista y uno constructivista.
- La expresión “Yo quiero llevar eso para mi universidad”, fue de nacionales, venezolanos, uruguayos y españoles.
- Al menos en dos de las universidades donde GEIO ha llevado su metodología, se ha presentado una gran transición: en una semana se ha pasado de la nada a tener un laboratorio con los elementos y el personal apropiados para trabajar cuarenta experimentos.

9. Oportunidades

- GEIO, Grupo de investigación de la UTP, andino por excelencia, va a la Universidad de Córdoba, reino de sabaneros y costeños y durante una semana las dos culturas se unen para una transfusión de ciencia.
- Dos selecciones culturales una como emisora y otra como receptora de conocimientos, pretenden en un período de una semana compartir completamente los conocimientos desarrollados por la primera.

10. Los resultados

- La relación GEIO – ECAES. De todas las aplicaciones y experimentos que se han desarrollado dentro del grupo, se obtienen positivos resultados por parte de los estudiantes, (pertenecientes al grupo y que culminaron sus estudios de pregrado) quienes han presentado las pruebas del ECAES y hacen referencia a las lúdicas de GEIO para resolver cuestionamientos de las mismas pruebas; es decir, lo que vieron de una manera práctica lo

recuerdan con mayor facilidad y lo corroboran con la teoría. Como prueba de ello, se realizó una entrevista a tres de los estudiantes quienes presentaron dichas pruebas en el segundo semestre del año 2004. Por ejemplo, una de las estudiantes aseguró que las preguntas relacionadas con Kanban las contestó gracias a los conocimientos adquiridos en GEIO; así mismo, los miembros de GEIO que han presentado ECAES han obtenido notas por encima del promedio más una desviación estándar.

- b. Otro resultado son los procesos emergentes de gestión del conocimiento: hibridación y especialización. Con mucha facilidad los estudiantes identifican los elementos comunes y los trasladan desde las posiciones originales hacia otras, dándole mucha universalidad a los conceptos. Por ejemplo, cómo se define un Job Shop en términos de Flow Shop.
- c. Otro resultado relacionado con el conocimiento es la integración. Muchos temas de ingeniería industrial, (métodos, inventarios, costos, equilibrios, gestión, demanda, etc.) aplicados a una sola lúdica, le muestran al estudiante la necesidad de presencia integral de lo que está estudiando.
- d. Un tema popular insoluble en la vida universitaria es la conservación de los vínculos con los egresados. Como resultado inesperado el Grupo GEIO ha encontrado que algunos de sus recién egresados que se están laborando en las empresas de la región siguen asistiendo al grupo y participando de sus actividades.
- e. Conexo con el anterior resultado, se presenta la retroalimentación desde el exterior. Los egresados que siguen en GEIO llevan y traen ideas hasta y desde las empresas donde trabajan, dándole mucho valor a todos los temas.

- f. Reconocimiento como profesionales. Cabe destacar que durante una de las últimas evaluaciones retroalimentativas con los docentes de la Pontificia Universidad Javeriana en Cali, quienes se capacitaron con GEIO reconocieron al grupo como un “equipo de profesionales”.

Conclusiones

1. Las técnicas educativas de GEIO aumentan considerablemente las cuatro creatividades fundamentales: filogenética, potencial, cinética y fáctica. Con GEIO se logran fácilmente explosiones de creatividad fáctica.
2. Estas técnicas hacen que el estudiante no sea un simple receptor, sino que se convierta en un protagonista de la gestión del conocimiento.
3. La **Fábrica en el salón de clase** es una herramienta óptima para darle carácter sistémico a la enseñanza, donde se usan múltiples representaciones del conocimiento. Es flexibilidad cognitiva.
4. Las herramientas que ofrece GEIO son muy positivas porque permiten actividades constructivistas manejadas por el alumno, podría decirse que es aprendizaje generativo.
5. Con muy pocos recursos se puede tener un laboratorio de ingeniería industrial y producción muy eficiente y universal.
6. Con GEIO se logra apreciar, ver, entender y recorrer el proceso estocástico de Huisinga: Juego, Bello, Serio, Sacro.
7. GEIO se enmarca dentro de la evolución propuesta por De la Torre “dadme un problema y os daré un motivo para innovar; dadme una persona creativa y os daré un proyecto innovador; dadme un grupo innovador y os cambiaré una cultura.

Referencias

DE LA TORRE, Saturnino (2003). Dialogando con la Creatividad. Hurope. España.
 HUIZINGA, Johan (1990). Homo Ludens, (1990). Madrid.

GELB, Michael J. (2004). Piense como un Genio. Grupo Editorial Norma. Cali.

Sobre los autores

César Jaramillo

Msc, Coordinador Grupo de la Enseñanza de la Investigación de Operaciones (GEIO).

Laura Mejía

Ing. Industrial. Asistente de Investigación. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira (Colombia). geio@utp.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.