

MODELOS DE INVENTARIOS, UNA EXPERIENCIA CON ESTUDIANTES DE INGENIERIA INDUSTRIAL.

Rubén Darío Santiago Acosta, Ma. de Lourdes Quezada Batalla

Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México (México)

ruben.dario@itesm.mx, lquezada@itesm.mx

Palabras clave: modelos, inventarios, ingeniería industrial, secuencia didáctica

Key words: models, inventories, industrial engineering, teaching sequence

RESUMEN: Se presenta la experiencia de aprendizaje “Modelos de Inventarios” implementada en el Campus Estado de México del Tecnológico de Monterrey. La metodología utilizada fue el Aprendizaje Basado en Retos en un grupo piloto de 136 alumnos de la carrera de ingeniería industrial de primer, segundo y tercer semestre organizados en equipos de tres o cuatro integrantes. En la solución del reto propuesto, los alumnos utilizaron herramientas algebraicas, numéricas y gráficas y conceptos del cálculo diferencial de una y dos variables y de probabilidad y estadística. Se utilizó la secuencia didáctica: investigación, encuesta, uso de tecnología, enfoque numérico, modelo gráfico, modelo algebraico para un artículo, uso del cálculo diferencial, uso de probabilidad, inventario de dos o más artículos, casos prácticos y conferencia. Al final de este trabajo se discute brevemente el trabajo de los alumnos y se muestran resultados de una encuesta aplicada a los participantes.

ABSTRACT: In this paper is shown the learning experience entitled “stock models” which took place at ITESM-CEM. A Challenge Based Learning technique was used on a pilot group, consisting of 136 junior students majoring on industrial engineering. The students were organized on teams of three or four participants. In order to find solutions for a real-like problematic based on stock models, the students used algebraic, numerical and graphical approaches along with several concepts from differential calculus, probability and statistics. We used a didactic sequence consisting on the following activities: research, surveys, use of technology, numerical approaches, graphical and algebraic modelling, differential calculus, probability distributions of two or more inventory items, case studies and conferences. Finally, the students work is analyzed, and some results from a survey answered by the students involved in the learning experience, are discussed.

■ INTRODUCCIÓN

El concepto aparece en el ambiente laboral, y se incrusta en los ambientes educativos a finales del siglo pasado. Los primeros proyectos de Educación Basada en Competencias aparecen en México en 1994, a principios de este siglo se desarrolla en el Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Estado de México (ITESM-CEM) el proyecto del “Hilo Conductor” que permitió experimentar un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje basado en competencias en alumnos de ingeniería (Swain, 2009). El departamento de matemáticas de la institución participó fomentando competencias naturales como: aprender por cuenta propia, procesar y analizar información, comunicación oral y escrita, y uso de tecnología mediante actividades de Aprendizaje Basado en Problemas (Delgado, Santiago y Prado, 2002).

En síntesis, la sociedad actual demanda egresados con competencias analíticas de alto nivel y habilidades prácticas que les permitan analizar y resolver los problemas que enfrenta cotidianamente. Como consecuencia, la universidad debe estar preparada para cambiar rápidamente sus procesos administrativos y docentes, para innovar los contenidos de las disciplinas, para reorganizar los planes de estudio de las carreras que ofrece permitiendo que los estudiantes adquieran el conocimiento que necesiten de acuerdo a sus propios intereses y necesidades académicas (Barnett, 2012).

Por otra parte, las actuales tecnologías de comunicación amplían el conocimiento de las personas que las usan modificando los procesos para aprender y los esquemas de enseñanza. Se vive una revolución cultural que pone en discusión los modelos tradicionales de la universidad. Existen ahora canales diversos (cursos en línea, paquetes computacionales, etc.) que son muestra de los cambios surgidos en los últimos años en el ámbito educativo. Además, es común encontrar iniciativas para masificar la educación mediante cursos a los que puede acceder cualquier persona, y se están impulsando nuevas metodologías didácticas, como Aprendizaje Basado en Problemas o Retos, que permitan que la formación educativa sea abierta, adaptativa, global e híbrida (Cano y Meneses, 2014).

El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) no es ajeno a estos cambios y para formar al profesionista del siglo 21, ha actualizado su modelo educativo, llamado Modelo Educativo Tec 21, con el cual se pretende construir en los estudiantes las competencias, habilidades y destrezas que requerirán en su futuro laboral.

■ MARCO TEÓRICO

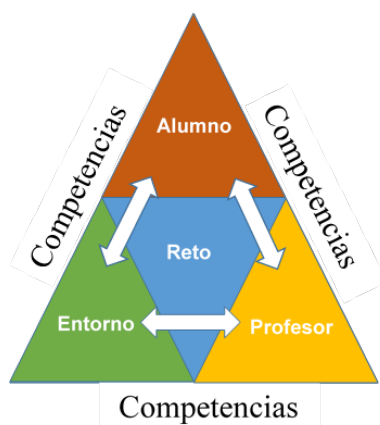
Diversos autores (Argudín, 2005; Simone, 2001) definen competencias de diferentes formas. De acuerdo con el ITESM (2015) una competencia es la integración consciente de conocimientos y metodologías propias de la disciplina, así como habilidades, actitudes y valores que permiten enfrentar exitosamente situaciones estructuradas y de incertidumbre y que pueden implicar procesos mentales de orden superior como: análisis, evaluación y creación, razonamiento lógico, juicio y pensamiento crítico, resolución de problemas y pensamiento creativo. A partir de esta definición, se estableció el modelo educativo Tec 21 del Tecnológico de Monterrey (ITESM, 2012). La esencia de este nuevo modelo es el desarrollo y evaluación de competencias mediante experiencias retadoras y vivenciales. Por lo cual se consideran competencias disciplinares y transversales, las primeras se refieren a los conocimientos actitudes y valores que se consideran

necesarios para el ejercicio profesional y las segundas se desarrollan a lo largo del proceso formativo de los estudiantes, son útiles para la vida del egresado e impactan directamente en la calidad del ejercicio de su profesión. El modelo descansa en tres pilares, a saber: flexibilidad en el cómo, cuándo y dónde se realiza el proceso de enseñanza aprendizaje, experiencias retadoras y de alto interés para los estudiantes y uso de nuevas herramientas tecnológicas.

Ante esta perspectiva, los docentes de matemáticas deben revisar las nuevas tecnologías y proponer alternativas flexibles para enseñar contenidos que estén en función de las necesidades de los futuros profesionistas. Una propuesta es considerar el uso combinado de técnicas didácticas, como la resolución de problemas, con tecnología computacional adecuada utilizando la teoría de situaciones didácticas de Brousseau (Brousseau, 1998). En años recientes, se han utilizado estos dos elementos para el diseño de cursos con buenos resultados en la generación y/o fortalecimiento de competencias analíticas de alto nivel (Alanís, Cantoral, Cordero, Farfán, Garza y Rodríguez, 2008). Algunos estudios muestran que los alumnos aprenden más profundamente los conceptos matemáticos, además de que el ambiente permite que el estudiante desarrolle sus competencias tecnológicas y las use en su propio beneficio (Skovsmose, 2014). Otra posibilidad es mostrar la matemática en un contexto integrado con otras áreas, algunos estudios muestran que los alumnos desarrollan una mejor habilidad de transferencia de la matemática cuando se desarrolla los conceptos con problemáticas de otras áreas (Delgado, Santiago y Prado, 2002).

El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) es una metodología derivada del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) que suele ser utilizada en el desarrollo de competencias disciplinares y transversales. En esta metodología, un reto es una experiencia vivencial diseñada para exponer al alumno a una situación atractiva y desafiante del entorno, es una situación que exige una respuesta, tiene significado y desafía la inteligencia del alumno, se resuelve colaborativamente, es multidisciplinaria y no tiene solución única. Los alumnos al enfrentar retos se involucran activamente en su proceso de aprendizaje a través de la discusión, reflexión, trabajo colaborativo, se confrontan con situaciones reales y aplican conocimientos. Este enfoque se basa en el triángulo didáctico de la figura 1, aquí se observa que el reto permite integrar la relación entre alumno, entorno y profesor desarrollando en el primero diversas competencias disciplinares y transversales.

Figura 1. Triángulo didáctico del reto

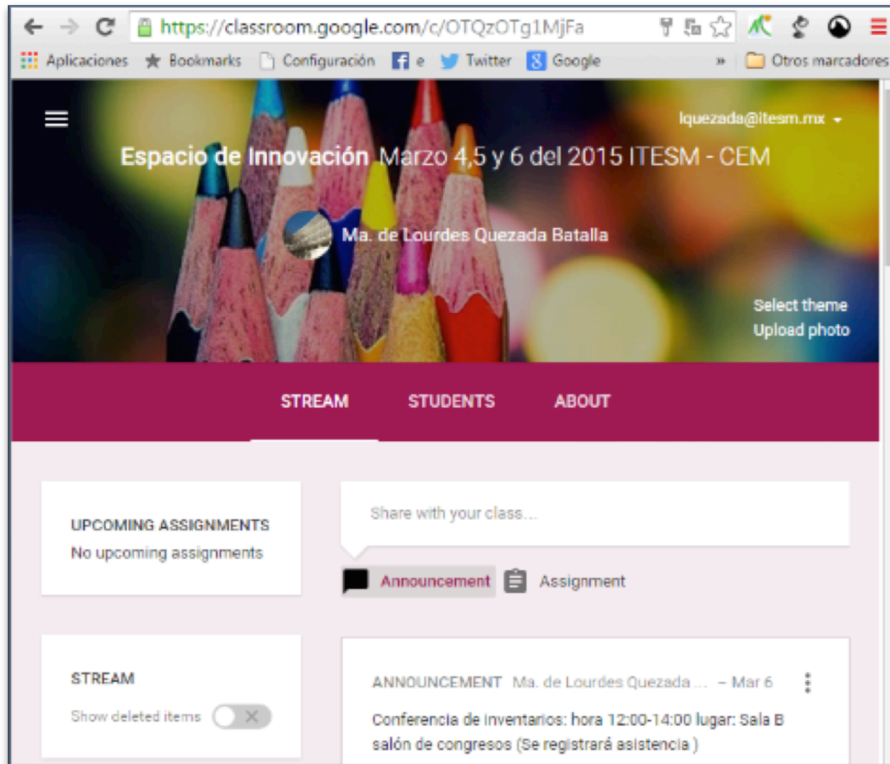


Al igual que en el ABP, la metodología de ABR permite que los alumnos: analicen diferentes soluciones a los retos, relacionen contenidos de varias disciplinas, aprovechen la tecnología para resolver los retos, usen la web para organizar, colaborar y compartir información, aprendan de forma activa en vez de forma pasiva y documenten sus logros con base en su experiencia.

■ EXPERIENCIA EN EL AULA

La comunidad del ITESM-CEM vivió un evento denominado “Espacios de Innovación” en el semestre Enero-May de 2015. En este evento, los alumnos de las carreras de ingeniería resolvieron un reto de su área de estudio. El reto se asignó dependiendo del semestre cursado. El evento se realizó del 4 al 6 de marzo de 2015. Los alumnos de los primeros tres semestres de la carrera de ingeniería industrial fueron enfrentados al reto “Modelos de Inventarios”. El objetivo del reto es determinar cuánto y cuándo debe una empresa comprar de uno o varios artículos, manteniendo un inventario saludable, para que maximice sus utilidades. En este reto participaron 136 estudiantes, divididos en 34 equipos de 4 alumnos cuidando que los integrantes fueran alumnos de semestres diferentes. Los alumnos estaban cursando precálculo, cálculo diferencial, cálculo integral, cálculo en varias variables, ecuaciones diferenciales y/o probabilidad y estadística. Los estudiantes fueron apoyados por 18 profesores. Todos ellos fueron capacitados para desarrollar, monitorear y/o observar la actividad y el trabajo del alumnado. El reto se apoyó con 12 actividades que consideraron aspectos matemáticos, tecnológicos y económicos. La secuencia didáctica se elaboró considerando la teoría de las situaciones didácticas de Brousseau (Brousseau, 1998). De acuerdo a Brousseau, estas actividades pueden catalogarse de acción, puesto que los estudiantes deben actuar sobre los materiales dados utilizando todos sus conocimientos previos y construyendo nuevos para responder a la situación proporcionada. En el reto los alumnos interactuaron con diversos recursos tecnológicos como: Word, Excel, PowerPoint y los paquetes Desmos y Mathematica utilizando diferentes materiales de apoyo para resolver cada una de las actividades propuestas en la secuencia didáctica. Se utilizó la plataforma Google-Classroom para que los alumnos colocaran en un espacio creado expreso sus reportes parciales, su reporte final, sus programas y su presentación de la solución del reto, figura (2).

Figura 2. La plataforma de Google-Classroom




Las actividades propuestas contienen preguntas guiadas que tienen el objetivo de hacer reflexionar a los estudiantes acerca de los conceptos que se están revisando. Además, se experimenta con diversos acercamientos tabular, gráfico, algebraico, derivación, varios artículos y demanda aleatoria para resolver la situación. La secuencia didáctica seguida comprendió:

- 1) Investigación de conceptos
- 2) Ensayo sobre conceptos investigados y exposición de resultados
- 3) Primer modelo de inventarios, un acercamiento gráfico y algebraico
- 4) Enfoque tabular utilizando Excel para predecir la Cantidad Económica de Pedido (CEP) óptima.
- 5) Enfoque gráfico para determinar la CEP óptima.
- 6) Modelo algebraico de inventarios para un artículo.
- 7) Uso del cálculo diferencial para determinar la CEP.
- 8) Inventario de dos o más artículos.
- 9) Determinación de la CEP ante demanda aleatoria.
- 10) Casos prácticos por equipo.
- 11) Discusión y presentación de resultados.
- 12) Conferencia de cierre ante especialista de Inventarios en empresas.

En la figura 3 se muestran algunas actividades. En las actividades 4 a 7 y 10 los equipos tuvieron problemas diferentes, en la figura 4 se muestra la actividad “Camisetas del Cruz Azul” y en la figura 5 la respuesta de un equipo.

Figura 3. Actividades del reto de inventarios

Actividad 3: Un primer modelo óptimo de inventarios



Para construir un primer modelo de inventario, proponemos tres hipótesis que les pedimos tomen en consideración:

- El modelo se realizará para la compra de un solo artículo de inventario.
- El artículo se demanda a tasa constante y este dato se conoce de antemano.
- Se conoce el tiempo de adelanto, esto es, el tiempo transcurrido entre la colocación del pedido y el tiempo necesario para volver a adquirirlo.

Preguntas

- 1) Suponiendo la segunda hipótesis cierta construyan gráficas posibles de cantidad de inventarios vs tiempo.
- 2) Suponiendo la tercera hipótesis cierta construyan gráficas posibles de cantidad de inventarios vs tiempo.
- 3) A raíz de las hipótesis, encuentren expresiones matemáticas del inventario en el tiempo.
- 4) Suponiendo que la tasa de demanda no es constante, sino que cambia en el tiempo, ¿cómo se modifican las gráficas del primer inciso y cómo son expresiones matemáticas posibles?

Elaboren un breve reporte sobre las preguntas para presentarlo al profesor.

Actividad 4: Enfoque tabular para el cálculo de la CEP

Concepto importante: Sea Q el tamaño del pedido. El número de unidades en el inventario es igual a Q cuando el nuevo pedido se recibe físicamente en el inventario; el inventario se agota gradualmente a tasa constante hasta llegar a cero precisamente en el momento en que se recibe el nuevo pedido. Cada nuevo pedido se recibe en el momento en que se agota el pedido anterior lo que garantiza que no falten existencias. El inventario promedio se define como la cantidad $Q/2$.

Observación preliminar importante: Una de las características de un modelo de inventario es que a medida que aumenta el tamaño del lote, aumentan los costos de existencia (mantenimiento) y disminuyen los costos de los pedidos. Por otra parte, a medida que disminuye el tamaño del lote, disminuyen los costos de inventario pero aumentan los de los pedidos. **La cantidad económica de pedido (CEP)**, es el tamaño del lote que disminuye al mínimo el costo total anual del inventario.


Completen la siguiente tabla, estén pendientes de cómo se obtienen los costos totales anuales. Expliquen la forma de obtenerla en un breve reporte.

NOTA: El costo de mantenimiento (anual) es de 100 pesos por unidad.

Pedidos anuales	Tamaño de los lotes	Inventario Promedio	Costos de existencia en pesos (20% anual sobre el costo unitario)	Costo de los pedidos en pesos (1000 pesos por pedido)	Costos totales anuales
1	8000	4000	80,000		81,000
2	4000		40,000	2,000	
4					
8					
12	667				
	500				
	250				

Figura 4. Actividad “Camisetas del Cruz-Azul”

Camisetas del Cruz-Azul

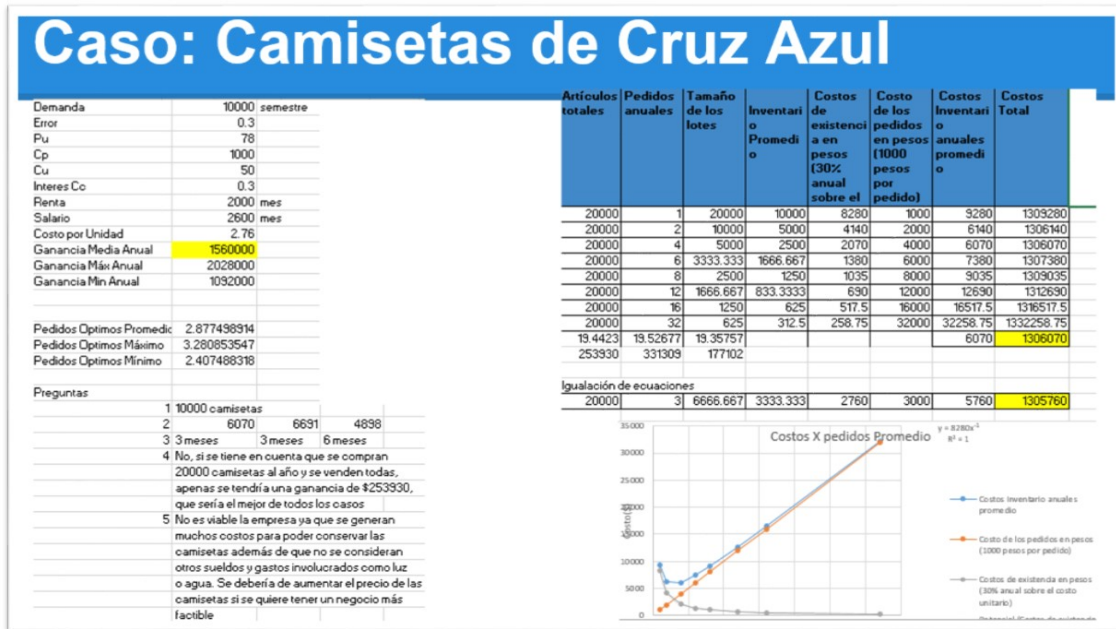


Usted y su equipo han decidido iniciar un negocio de venta de camisetas del equipo “Cruz Azul” en México, para el próximo torneo de fútbol. Para esto, han efectuado una investigación exhaustiva de mercado lo cual ha arrojado que la demanda para las camisetas es de 10000 unidades al semestre con un grado de error del 30%, con un precio unitario de \$ 78.00. El proveedor de camisetas que ustedes han escogido se encuentra en León, Gto., por lo tanto el costo de traer las camisetas a México es de \$ 1000 (considerando únicamente transporte y comidas). El proveedor vende cada camiseta en \$50 independientemente del número a comprar. El costo del capital puede ser calculado considerando las tasas de interés de los bancos, que aproximadamente es de 30% anual. El capital necesario para comprar las camisetas lo aportaran ustedes. Los gastos de operación incluyen la renta de un local (\$2000/ mes) y el salario de dos personas (\$1300 mensuales cada una).

Preguntas

1. ¿Cuánto comprar de camisetas para este semestre?
2. ¿Cuál es el costo de llevar inventarios?
3. ¿cada cuándo debo hacer un pedido?
4. ¿Es factible esta empresa?
5. ¿Qué conclusiones podemos sacar de este ejercicio?

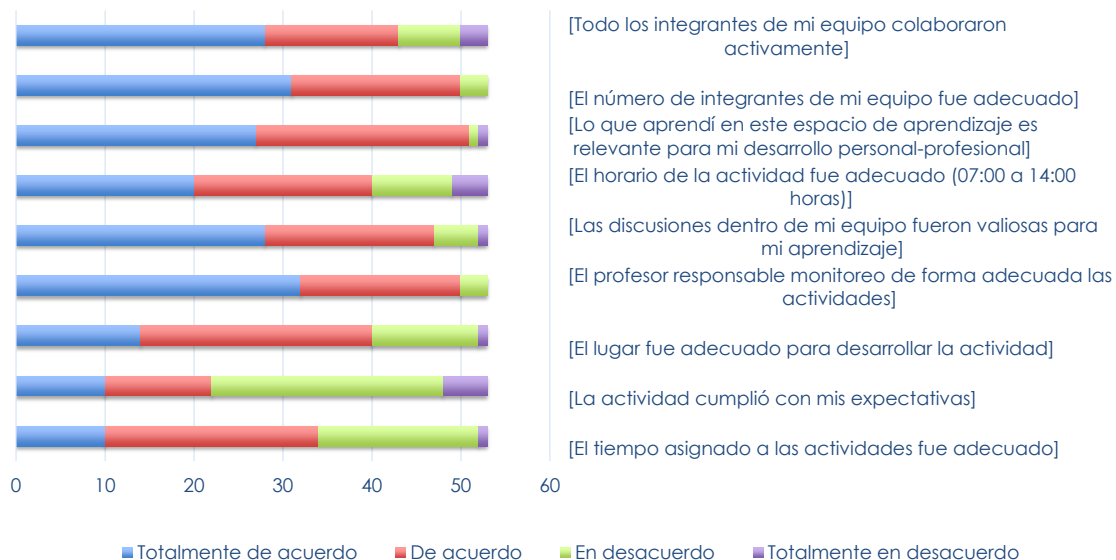
Figura 5. Respuesta a la actividad “Camisetas del Cruz-Azul”



■ RESULTADOS

El trabajo realizado en este espacio de innovación permitió interactuar con alumnos de semestres diferentes. Por esa razón se observa una amplia diversidad para enfrentar problemas matemáticos. En general, los resultados obtenidos son buenos. Se aplicó una encuesta de evaluación cuyos resultados se muestran en la figura 6. Un resultado importante es que los alumnos consideran que trabajaron activamente y que discutieron ampliamente sus ideas matemáticas, como quizá no lo habían hecho anteriormente.

Figura 6. Encuesta aplicada a los alumnos en “Espacios de Innovación”



■ CONCLUSIONES

La experiencia obtenida al aplicar el reto de inventarios permite concluir que la enseñanza basada en retos fomenta el desarrollo de competencias de los alumnos. Al integrar estudiantes de diferentes semestres en el mismo equipo se logran aprendizajes sociales en diferentes dimensiones (comunicación, apoyo a otros, etc.) Los alumnos aprenden a considerar varias alternativas en la solución de problemas considerando herramientas tecnológicas. La organización de los profesores es vital para obtener buenos resultados (guía didáctica). Además, se observa que el reto contiene aspectos vivenciales que permitan mantener el interés de los alumnos en resolverlo.

■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alanís, J., Cantoral, R., Cordero, F., Farfán, R., Garza, A., & Rodríguez, R. (2008). *Desarrollo del pensamiento matemático*. México: Editorial Trillas
- Argudín, Y. (2005). Educación basada en competencias: Nociones y antecedentes. *México: Trillas*.
- Barnett, R. (Ed.). (2012). *The future university: Ideas and possibilities*. Routledge.
- Brousseau G. (1998): *Théorie des Situations Didactiques*, Grenoble, La Pensée Sauvage
- Cano, E. V., & Meneses, E. L. (2014). Los MOOC y la Educación Superior: la expansión del conocimiento. Editorial. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 18(1), 3-12.
- Delgado, F., Santiago, R., & Prado, C. (2002). Principia program: experiences of a course with integrated curriculum, teamwork environment and technology used as tool for learning. In *the Proceedings of 2nd International Congress of Teaching Mathematics; Crete, Greece*.
- ITESM. (2012). Modelo educativo Tec21. Recuperado de <http://tecdigital.net/cie/Modelo-Tec21/index.htm>.
- ITESM. (2015). Programas Formativos de Profesional. Documento interno no publicado. ITESM, México.
- Simone, D. (2001[]). Key competencies. USA: Hogrefe.
- Skovsmose, O. (2014). *Critical mathematics education* (pp. 116-120). Netherlands: Springer.
- Swain, R. (2009). Portal de ANFEI. Recuperado de http://www.anfei.mx/public/files/CNI/XXXVII/04_Ponencia_TECCEM.pdf