

Inventar para Aprender: Fabricación, Cacharreo e Ingeniería en el aula de clase

2013-10-01

Inventar para Aprender: Fabricación, Cacharreo e Ingeniería en el aula de clase

Traducción del capítulo 2 del libro "Invent To Learn", escrito por Sylvia Libow Martinez y Gary Stager, PhD. Estos adalides del construccionismo y del aprender haciendo se apoyan en diversos autores para reflexionar sobre la efectividad de estos enfoques en el aula de clase y para proponer estrategias de enseñanza en las que experimentar libremente y construir con distintos materiales, incluido entre estos el computador, son los mediadores y la guía del aprendizaje de los estudiantes."

Traducción del capítulo 2 del libro "Invent To Learn", escrito por Sylvia Libow Martinez y Gary Stager, PhD. Estos adalides del construccionismo y del aprender haciendo se apoyan en diversos autores para reflexionar sobre la efectividad de estos enfoques en el aula de clase y para proponer estrategias de enseñanza en las que experimentar libremente y construir con distintos materiales, incluido entre estos el computador, son los mediadores y la guía del aprendizaje de los estudiantes.

•

INVENTAR PARA APRENDER

Fabricación, Cacharreo e Ingeniería en el aula de clase

Por Sylvia Libow Martinez – Gary Stager, Ph.D (2013)

CAPÍTULO 2 - APRENDIZAJE

<http://www.inventtolearn.com/>

Algunos de los pasos más cruciales en el desarrollo o crecimiento mental se basan no solamente en adquirir nuevas habilidades sino en la adquisición de nuevas formas de administrar para utilizar lo que ya se sabe.

•

* “Principio de Papert”

descrito en el libro de Marvin Minsky

La sociedad de la mente.

<http://www.inventtolearn.com/>

En este artículo:

1. [Constructivismo y Construccinismo](#)
2. [Fabricación, cacharreo e ingeniería El Cacharreo, la ingeniería y el "trabajo real "](#)
- Sylvia

CONSTRUCTIVISMO Y CONSTRUCCIONISMO

El constructivismo es una teoría de aprendizaje muy bien establecida que sostiene que las personas construyen activamente nuevo conocimiento combinando sus experiencias con lo que ya saben. El constructivismo sugiere que el conocimiento no se entrega al aprendiz, sino que este último lo construye al interior de su cabeza. El conocimiento nuevo resulta del proceso de darle sentido a nuevas situaciones reconciliando las nuevas experiencias o información con lo que el aprendiz ya sabe o ha experimentado. Este proceso, profundamente personal, subyace en todo

aprendizaje. De manera que la nueva expresión “aprendizaje personalizado” se convierte en redundante; todo aprendizaje es personal y siempre lo es.

El constructivismo con frecuencia se malinterpreta como si quisiera significar que el aprendizaje solo ocurre cuando se está solo; este no es el caso pues el aprendizaje con frecuencia es una construcción social. Hablar y trabajar con otros es una de las mejores formas de cimentar nuevo conocimiento.

Creemos que el “construccionismo” término acuñado por Seymour Papert y que suena igual al anterior, es la teoría de aprendizaje que resuena con más fuerza en el Movimiento de Hacer y se debe tomar con seriedad por quien quiera que investigue el hacer en el aula.

Papert definió así el construccionismo:

De las teorías construccionistas de la psicología tomamos la visión de que el aprendizaje es una reconstrucción más que una transmisión de conocimiento. Por lo tanto, extendemos la idea de materiales manipulables a la idea de que el aprendizaje es más efectivo cuando, como parte de una actividad, el aprendiz tiene la experiencia de construir un producto significativo (Papert, 1986).

El construccionismo de Papert lleva la teoría constructivista un paso más allá, hacia la acción. Aunque el aprendizaje se sucede en la cabeza del aprendiz, esto ocurre más posiblemente cuando él está comprometido con una **actividad personalmente significativa, que sucede fuera de su cabeza** y que convierte el aprendizaje en real y compartible. Lo construido, lo que se comparte puede tomar la forma de un robot, una composición musical, un volcán en papel maché, un poema, una conversación o una nueva hipótesis.

Esto es mucho más que “aprender haciendo”. La parte “significativa” del construccionismo no es solo tocar o sentir cómo se expresa el lenguaje de la Nueva Era (new age); manifiesta que el poder de hacer algo proviene de una pregunta o impulso que le surge al aprendiz y que no se impone desde fuera. Preguntas tales como ¿cómo podría mi carro ir más rápido? O, me gusta como se ve esto, ¿podría volverlo más

bonito?, se valoran y potencialmente se valoran más que criterios impuestos por cualquiera, incluyendo el maestro. Se empodera a los aprendices para que se conecten con todo lo que saben, sienten o se imaginan y de esta manera ampliar su experiencia y aprender cosas nuevas. Queremos que los aprendices se liberen de la dependencia de aprender lo que les enseñen.

El “Movimiento del Hacer” es profundamente interesante en el sentido de que celebra las virtudes del construccionismo, aún si los promotores del aprender haciendo no tienen un conocimiento formal de la teoría que subyace en lo que los apasiona.

El construccionismo es una teoría del aprendizaje, una posición de cómo cree usted que se genera el conocimiento. No es un currículo ni un conjunto de reglas. En este libro se exploran las estrategias para enseñar y organizar las aulas con materiales y procesos modernos que apoyen el construccionismo.

FABRICACIÓN, CACHARREO E INGENIERÍA

Fabricación, Cacharreo e Ingeniería representan formas de saber que se deben visibilizar en todas las aulas de clase, independientemente del área académica o de la edad de los estudiantes. En un ambiente de aprender haciendo, este proceso se puede definir más o menos así:

Fabricación se refiere al papel activo que la construcción juega en el aprendizaje. Al trabajar con herramientas y materiales el fabricante o constructor tiene un producto en mente.

-

Cacharreo es una disposición mental, una forma juguetona de aproximarse a los problemas y resolverlos mediante la práctica directa, la experimentación y el descubrimiento. ****

-

Ingeniería extrae principios de la experiencia directa. Construye un puente entre la intuición y los aspectos formales de la ciencia mediante la capacidad de explicar mejor, medir y predecir el mundo que nos rodea. ****

Fabricación - Trabajar libremente con materiales transformadores

Fabricar o construir se refieren al acto de crear con materiales nuevos o con otros que nos son familiares. Los niños siempre han hecho cosas pero en años recientes su paleta de herramientas y sus lienzos se han expandido considerablemente.

El hacer algo es una poderosa expresión personal del intelecto. Genera apropiación aún cuando lo que usted haga no sea perfecto. Los investigadores han identificado el “[Efecto IKEA](#)” en el cuál las personas que hacen cosas valoran sus creaciones, aun las defectuosas, más que las perfectas creadas por expertos (Norton, Mochon & Ariely, 2011).

El Movimiento moderno de Hacer también promueve la habilidad para compartir, no solo los productos, sino el disfrute del proceso de construir con videos, blogs e imágenes. Mark Frauenfelder, editor en jefe de la [revista Make](#)., escribió sobre este “círculo virtuoso” de los entusiastas de Hágalo Usted Mismo (DIY, por su sigla en inglés), que disfrutan el documentar en línea sus proyectos e inspirar a otros:

Yo he experimentado en carne propia ese círculo virtuoso. Cada vez que construyo una nueva guitarra o un nuevo implemento para mi gallinero, publico en mi blog una descripción o un video al respecto. Mucha gente me ha escrito para decirme que mis proyectos los han animado a realizar sus propios proyectos. Me han dicho que hacer cosas les ha cambiado la forma de ver el mundo que los rodea, abriéndoles puertas nuevas y ofreciéndoles diferentes oportunidades para involucrarse en procesos que requieren conocimiento, desarrollo de habilidades, creatividad, pensamiento crítico, toma de decisiones, asumir riesgos, interactuar socialmente y ser recursivos. Entienden que cuando usted hace algo por sí mismo, lo que cambia más profundamente es usted (Frauenfelder, 2011).

María Montessori dijo, “Las manos son los instrumentos de la inteligencia humana”. Pero la inteligencia no está solamente en el acto de hacer, está en expandir la propia inteligencia con materiales y herramientas interesantes. Cuando se usan durante un

buen tiempo, herramientas y materiales del constructor se vuelven parte del laboratorio intelectual que puede usarse para resolver problemas.

En la década de 1960, los computadores eran máquinas enormes usadas solamente por el ejército y las grandes corporaciones. El genio de Papert fue ver los computadores como un material fructífero, que permitía jugar, y que los niños podían usar mientras aprendían sobre el mundo.

En el artículo <http://www.papert.org/articles/ComputerAsMaterial.html> "[Computer as Material: Messing About with Time](#)"; Papert y Franz escribieron:

**Mencionamos otro punto de interés relacionado. La frase "Messing about" del título, claro que la tomamos de un escrito muy famoso de David Hawkins (Hawkins, 1965). Maravillosamente titulado "Messing about in Science", en el que describe como él y Eleanor Duckworth inician a los niños en el estudio de los péndulos estimulándolos a "experimentar libremente" con ellos. Esto hubiera horrorizado a docentes o administradores que miden la eficacia de la educación por la velocidad con la que los estudiantes "conocen" la respuesta "correcta". Sin embargo, Hawkins estaba interesado en más que respuestas correctas. Había observado que el péndulo era una escogencia brillante de un "objeto que ayuda a pensar", para usar el lenguaje de Papert en [*"Mindstorms"](#); uno que puede construir un sentido de la ciencia como indagación, exploración e investigación, más que como respuesta.*

- En la misma forma en que los péndulos, las pinturas, el barro y demás, permiten "experimentar libre y desordenadamente con ellos", lo mismo se puede hacer con los computadores. Muchas personas asocian los computadores con un estilo de trabajo rígido, pero esto no es necesariamente el caso, pues de la misma manera en que un dibujo con lápiz refleja el estilo intelectual de cada artista, eso mismo sucede con el trabajo en el computador (Papert & Franz, 1987).**

La idea de los computadores como "materiales" contrasta con el uso típico de estos en las Instituciones Educativas, antes y ahora. Robert Taylor en su libro seminal sobre

ese tema [*The Computer in School: Tutor, Tool, Tutee*](#) (Taylor, 1980), describió tres categorías de uso. Enmarcó el uso potencial de los computadores como:

1. **Un Tutor.** El computador despliega instrucciones y realiza evaluaciones.
2. **Una Herramienta.** El computador permite a los estudiantes llevar a cabo tareas académica con mayor facilidad o eficiencia.
3. **Un Tutorado.** El estudiante aprende programando el computador (como tutor del computador).

A pesar de haber sido publicada en 1980, la clasificación de Taylor del uso de los computadores en los colegios sigue hoy vigente. Sigue dominando el computador como tutor y como herramienta. Para Papert, la fortaleza del computador no reside en ninguna de éstas categorías. Él lo considera un material con el que se puede Experimentar. En el acto de experimentar libremente, sin intención definida, que nosotros llamaríamos “cacharrear”, es en el que ocurre el aprendizaje. El computador ofrece un material flexible que el niño puede entretener con sus propias ideas y dominar para sus propios fines.

Podría parecer que de lo que estamos hablando acá es del uso como tutorado, o sea, los niños aprendiendo a programar los computadores. Sin embargo, existe una diferencia sutil. En el artículo de Papert y Franz, [*Computers as Material: Messing about with Time*](#), describen a los estudiantes investigando el concepto de tiempo. La profesora muestra a los estudiantes cómo, gradualmente, se va extinguendo la llama de una vela cubierta por un recipiente en forma de campana. Ella pregunta, ¿cómo podemos medir el tiempo que le tomará a la llama extinguirse?

Este simple interrogante genera una cantidad de retos y oportunidades de aprendizaje para esos estudiantes en su ruta hacia la solución del problema. Inventan múltiples maneras de medir el tiempo, desde contar los latidos del corazón hasta construir relojes de arena caseros. La construcción de estos cronómetros y relojes la impulsa la necesidad de una medida precisa del tiempo, no las instrucciones de la docente. De hecho, las instrucciones de la docente fueron muy pocas, fuera de retarlos a responder la pregunta.

El aula estaba “bien dotada de materiales”, aun de “basura”, lo que ofrecía a los estudiantes una rica fuente de materiales cuando pensaban en cómo medir el tiempo de nuevas maneras. Eventualmente los estudiantes usaron los computadores para que les ayudaran a medir el tiempo. Programaron en el computador cronómetros y contadores, además de los otros elementos que construyeron con los elementos que tenían a la mano. Construyendo con estos, de manera natural, llegaron a enfrentarse a problemas que debían resolver, obstáculos de ingeniería, inconsistencias y conceptos matemáticos como el de precisión. Ellos construyeron, probaron y reconstruyeron sus relojes y cronómetros para solucionar esos problemas y lograr mejores resultados.

El objetivo de estas clases no era construir un cronómetro o programar un computador; el objetivo era empoderar a los niños para que usaran sus cerebros y cualquier material que pudieran poner en sus manos, para resolver un problema.

¿Podrían haberse logrado esos aprendizajes sin el computador? Posiblemente. Pero incluir el computador como parte de los materiales a utilizar para solucionar un problema ofreció a los estudiantes una experiencia más fructífera y relevante. En la era tecnológica en que vivimos, no es posible “experimentar” con ideas matemáticas y científicas sin el computador.

Como conclusión, el artículo recomienda utilizar los computadores en las Instituciones Educativas (IE); recordemos que el artículo es del año 1987!

Busque proyectos no estructurados que estimulen a los estudiantes a comprometerse con una diversidad de materiales, tomando el computador como un material más, entre otros como reglas, alambre, papel, arena y demás. Proponga actividades en las que los estudiantes usen los computadores para resolver problemas reales. Conecte el trabajo hecho en el computador con lo que se sucede en el resto de la jornada escolar, así como con los intereses que tiene el estudiante fuera de la IE. Reconozca las características únicas de los computadores, aproveche su precisión, adaptabilidad, posibilidades de extensión y habilidad para reflejar tanto las ideas individuales de los estudiantes, como sus construcciones de la realidad. Saque partido de avances tecnológicos de bajo

costo como sensores de luz y de temperatura, que promueven la integración del computador con aspectos del entorno físico del estudiante. Mientras que el tema de este artículo ha sido el papel que juegan los computadores en el proceso educativo, permítanos afirmar que las ideas que subyacen nuestras estrategias educativas, las formularon educadores y filósofos cuyas vidas antecedieron, por mucho, la invención del computador y cuyas ideas pueden aplicarse a cualquier situación de aprendizaje y a cualquier material. Nuestro énfasis, tal como el de Piaget, Dewey, Susan y Nathan Isaacs y otros, claramente se enfocan en la indagación y en el aprendiz, no en el currículo específico o en los hechos que se deben aprender. En esta visión, todos los materiales se crearon iguales, aunque admitiendo que el computador aporta aspectos únicos y poderosos al proceso de aprendizaje (Papert & Franz, 1987).

“Los computadores como materiales” puede ser la idea más poderosa que exploraremos en este libro a medida que desarrollemos los conceptos de fabricación, cacharreo e ingeniería en el aula de clase. En los capítulos subsiguientes respaldaremos esas ideas dando a los maestros más sugerencias prácticas como el desarrollo de buenas ayudas y la selección del mejor tipo de materiales, tanto físicos como digitales, para promover experiencias intelectuales empoderadoras.

“Cacharrear” - Un marco mental para el aprendizaje

Cacharrear es una actividad humana única, que combina fuerzas sociales y creativas que abarcan jugar y aprender.

En muchas Instituciones Educativas (IE), la estructura se valora más que el hallazgo fortuito (serendipity). El comprender lo “diseña” anticipadamente y con frecuencia un comité de adultos aún antes de conocer a los estudiantes. Jugar es algo que se hace en el receso o tiempo libre no en la clase donde los estudiantes deben “estar tranquilos” y “ser serios”. Horarios y timbres o campanas indican a los estudiantes dónde ubicarse y qué van a aprender. Los libros de texto marcan el ritmo del aprendizaje y los docentes tienden a seguir el patrón de tareas por capítulo y exámenes o pruebas. Con frecuencia los niños dependen del profesor y este depende de los libros de texto.

Lo anterior se evidencia cuando usted le pregunta a los niños ¿qué están haciendo en Matemáticas? y ellos responden el “Capítulo 12”. La razón de toda esta estructura no es que beneficie al estudiante. Realmente beneficia al maestro como administrador y a los administradores del sistema. La estructura facilita al docente enseñar a grandes grupos de niños de la misma edad con un currículo genérico que debe servir para todos los estudiantes. Ninguna de las limitaciones de las Instituciones Educativas benefician el aprendizaje, lo que generan es una plataforma más manejable, homogénea y eficiente, para enseñar una determinada porción de contenido.

Crear un ambiente de aprendizaje que deliberadamente rompa este enfoque del maestro como administrador, es difícil pero necesario. Requiere del maestro un nuevo marco o disposición mental y además, dar permiso explícito a los estudiantes para que puedan hacer las cosas de manera diferente.

Cuando permitimos a los niños experimentar, asumir riesgos y jugar con sus propias ideas, les estamos dando permiso para confiar en sí mismos. Ellos comienzan a verse como aprendices que tienen buenas ideas y que pueden convertirlas en realidades.

Cuando reconocemos que una pregunta puede tener muchas respuestas válidas, damos permiso a los estudiantes para tener la seguridad de pensar y solucionar problemas y no, a experimentar esa sensación solo si responden correctamente. Cuando admitimos diferentes estilos de aprendizaje, se vuelve aceptable resolver problemas sin temor.

En el artículo [*“Epistemological Pluralism and the Revaluation of the Concrete”*](#), Sherry Turkle y Seymour Papert argumentan que la igualdad del acceso para las mujeres a las ciencias y las matemáticas, incluida la ciencia de la computación, no es solamente una cuestión de inequidad histórica de género sino una falta básica de balance en la que se valoran solamente las formas “abstracta, formal y lógica” cuando se piensa sobre la ciencia.

Las preocupaciones que instigan las discusiones de las mujeres y los computadores se resolverían hablando más que de las mujeres y más que de los computadores. Históricamente el acceso de las mujeres a las ciencias y a las

ingenierías ha estado bloqueado por prejuicios y discriminación. Señalamos aquí fuentes de exclusión determinadas no por reglas que excluya a las mujeres sino por formas de pensar que las hacen dudar en involucrarse. Nuestro argumento central es que la igualdad de acceso, aún a los elementos más básicos de la computación, requiere un pluralismo epistemológico, aceptando la validez de múltiples formas de saber y pensar (Turtle & Papert, 1991).

Continúan describiendo otras maneras de saber y de aprender, contrastando el planeador con su lista de chequeo en mano al “*bricoleur*” (cacharrero en francés) quién “se asemeja a un pintor que retrocede entre brochazos, mira el lienzo y solo después de contemplarlo, decide lo que a continuación hará” (Turtle & Papert, 1991)

En muchas aulas de clase se da claramente el mensaje de que solo hay una forma de aproximarse al aprendizaje. Se da por sentado que la ciencia es analítica, la matemática lógica, el arte creativo y así sucesivamente. La contemplación es una pérdida de tiempo y solamente hay una manera de resolver problemas. Los niños oyen estos mensajes con toda claridad “Esta materia no es para mí” o peor, “La escuela no es para mí”.

En su libro <http://mitpress.mit.edu/books/second-self> “*The Second Self*” (El segundo yo), Sherry Turtle describe el cacharrear como un enfoque alternativo a la ciencia, pero igualmente valioso; lo llama “competencia blanda” (soft mastery) contrastándola con la “competencia dura” del enfoque de solución de problemas, lineal, paso a paso, con diagramas de flujo o analítico (Turtle, 1984).

La escuela especialmente en las clases de ciencias y matemáticas, por lo general, solo apoya un solo tipo de aprendizaje y de solución de problemas, el modelo analítico tradicional del paso a paso. Otros estilos de solución de problemas menos lineales y más colaborativos o artísticos con frecuencia se tildan de “confusos” o “intuitivos” con la implicación de que no son confiables.

En estos adjetivos también hay una implicación clara del rol del género; las competencias blandas se atribuyen por lo general a las mujeres, mientras que las competencias duras se atribuyen a los hombres. Cuando una Institución Educativa privilegia las competencias duras sobre las blandas, para algunos niños queda

implícito el mensaje de ignorar sus mejores intuiciones; en lenguaje figurativo les atamos una mano a la espalda.

El punto no es que cacharrear sea bueno para un tipo de estudiantes y no para otros. Cacharrear no es lo que hace usted con los estudiantes que no pueden “hacer trabajo regular” o simplemente algo con lo que las niñas se sienten bien. Adoptar la disposición mental del cacharrero en su aula de clase, permite a todos los niños aprender con su propio estilo.

Muchas de las mejores experiencias se suceden cuando usted está usando materiales disponibles en su entorno, cacharreando con lo que tiene a su alrededor, construyendo un prototipo, obteniendo retroalimentación, modificándolo reiterativamente, adquiriendo nuevas ideas, una y otra vez, adaptándose tanto a la situación del momento como a la nueva que se genera. Creo que hay lecciones para las Instituciones Educativas que provienen de la manera en que los estudiantes aprenden fuera de la institución. Lo que queremos es apoyar este tipo de aprendizaje tanto en el colegio como fuera de este. Trabajando tiempo extra creo que debemos repensar las Instituciones Educativas como sitios que estimulen la experimentación lúdica - Mitchel Resnick (Rheingold, 2011).

El Cacharrear, entendido como forma de aproximarse a los problemas de manera iterativa y contemplativa, puede tener su lugar adecuado en las IE, así como lo tienen los enfoques analíticos para solucionar problemas.

Cacharrear como juego

Nos referimos a cacharrear con lo que pasa cuando ensayamos algo con lo que no sabemos exactamente qué hacer, guiados por la fantasía, la imaginación y la curiosidad. Cuando se cacharrea no hay instrucciones, como tampoco hay fracasos, ni formas correctas o incorrectas de hacer las cosas. Se trata más bien de suponer cómo funcionan las cosas y re-trabajarlas. Artefactos, máquinas,

objetos ensamblados a la loca que funcionan armónicamente, estos son los productos de cacharrear. Cacharrear es en esencia un proceso de maridaje entre el juego y la indagación (Banzi, 2008).

“El juego es el trabajo de los niños” es un dicho de María Montessori que se cita con frecuencia y al que hace eco Jean Piaget, “Jugar es el trabajo infantil” y también Fred Rogers “El juego les da a los niños la oportunidad de practicar lo que están aprendiendo”. Pero el juego no es una tarea, tampoco es lo opuesto a trabajar; Stuart Brown en su libro <http://www.amazon.com/Play-Shapes-Brain-Imagination-Invigorates/dp/1583333789> “*Play: How it Shapes the Brain, Opens the Imagination, and Invigorates the Soul*”, dice que lo opuesto al juego es la depresión.

Al juego se le llama recreación porque nos renueva, nos recrea tanto a nosotros mismos como a nuestro mundo (Brown & Vaughan, 2010).

Tanto Abraham Maslow, “Casi toda la creatividad involucra un juego con propósito” como el Dr. Benjamin Spock, “el niño ama su juego, no porque sea fácil, sino porque tiene dificultad”, comprenden que el juego puede ser simultáneamente divertido, creativo, cuidadoso y con propósito. El juego no es una actividad frívola para perder el tiempo. Cuando los niños están profundamente involucrados en el juego, están aprendiendo. Su pasión, fluidez y pérdida del sentido del tiempo reflejan la acción del cacharrero (Csikszentmihalyi, 1991). Es mediante estas actividades que el niño expande sus horizontes para convertirse en la persona que puede llegar a ser.

El juego crea para el niño una zona de desarrollo próximo. Cuando el niño juega siempre se comporta por encima del promedio de la edad que tiene, mejor que en su conducta diaria; al jugar es como si agregara una cabeza más a su altura real. Como en el foco de una lupa, el juego contiene todas las tendencias de desarrollo en forma condensada y es en sí mismo una fuente mayor de desarrollo (Vygotsky, 1978).

Edith Ackermann, colega tanto de Piaget, como de Papert, ha dedicado su carrera a investigar las intersecciones entre aprendizaje, enseñanza, diseño y tecnologías digitales. Ella sostiene que el juego y el diseño son similares:

Tanto el diseño como el juego involucran romper con las formas tradicionales de pensar y hacer que los sueños se vuelvan realidad. Esto a su turno requiere, 1. Habilidad para imaginar cómo podrían ser las cosas que va más allá de la mera descripción o representación de lo que estas son (preguntar qué pasaría sí, hacer como sí, inventar vías alternativas); 2. El deseo de expresar o dar forma a las cosas que se imaginan, proyectándolas hacia afuera (haciendo que las ideas, que de otro modo permanecen ocultas, se vuelvan tangibles y compartibles). Los dos tienen que ver con construir e iterar. Experimentar libremente con materiales o dándole vía libre a lo que pensamos, con frecuencia dispara la imaginación del hacedor y sostiene su interés y compromiso: comience, que las ideas vendrán. Persevere y las ideas volarán (Ackermann, 2010).

Ingeniería como invención

Hemos probado todos los sistemas que se ya se han ensayado , luego pusimos a prueba nuestros propios sistemas y experimentamos con algunas combinaciones en las que nadie antes había pensado. Eventualmente volamos – Orville Wright.

El origen de la palabra “ingeniero” se refiere al que construye un “motor”, que se deriva de la palabra latina *ingenium*, para significar invención inteligente. La Ingeniería consiste en aplicar los principios científicos a diseñar, construir e inventar.

En el contexto de la educación escolar “ciencias” por lo general tiene el significado de las ciencias naturales tradicionales: física, química, biología y más recientemente, ciencias de la tierra, el espacio y el medioambiente.... usamos el término “ingeniería” en sentido muy amplio para significar cualquier compromiso con una práctica sistemática de diseño que busca dar solución a problemas

humanos específicos. De la misma manera que usamos la palabra “Tecnología” para referirnos a todo tipo de sistemas y procesos hechos por el hombre y no en el sentido limitado en el que a menudo se usa en las Instituciones Educativas. En éstas, equiparan la tecnología con los modernos dispositivos de computación y comunicación. Las tecnologías resultan cuando los ingenieros aplican su comprensión del mundo natural o del comportamiento humano para diseñar formas en que pueden satisfacer necesidades o deseos de las personas (National Research Council, 2012).

Les enseñamos a los niños ciencias y matemáticas para que puedan hacer del mundo un mejor lugar, no para que pasen evaluaciones; Edith Ackermann dice:

En la práctica del diseño, el propósito no es representar lo que está allá afuera, o sea un modelo de cómo son las cosas, sino en imaginar lo que no está, o imaginarse cómo pudieran ser las cosas y materializar lo que se imagina. Los creadores son fabricantes intrínsecos de posibilidades: Ellos simultáneamente hacen e idean cosas! (Ackermann, 2007).

Desafortunadamente pensamos la ingeniería, como si fuera algo muy serio que se estudia en la universidad. De hecho, la ingeniería es algo perfectamente compatible con niños pequeños. Cuando los animamos para que construyan con arena, con bloques, pintando y pegando, simplemente les estamos pidiendo que tengan en cuenta lo que saben de ciencias y lo apliquen al mundo real. En el sentido más verdadero, los niños son ingenieros naturales y podemos en nuestras aulas celebrar ese hecho.

La Ingeniería es algo concreto. Los ingenieros hacen cosas que funcionan en el mundo real con restricciones de tiempo, presupuesto y materiales. Las restricciones hacen que la vida sea interesante y, lidiar con ellas, ofrece oportunidades para el ingenio y la creación. Los ingenieros planean pero también hacen ensayos y cacharrear. Sin embargo, **a la mayoría de los niños se les priva de experiencias de ingeniería hasta que se han sometido a 12 años de abstracciones.** La construcción del conocimiento sigue una progresión de lo concreto a lo abstracto, pero lo abstracto no

es “mejor”. Es simplemente una manea diferente de saber. Si las inclinaciones de creatividad juguetona de los niños pequeños se estimularan en contextos de ingeniería, su comprensión de los cada vez más elusivos conceptos de ciencias y matemáticas, se desarrollarían en situaciones naturales significativas.

La Nueva Generación de Estándares de Ciencias, recientemente publicados, claramente especifican que todo ciudadano debe aprender prácticas de ingeniería que incluyen “definir problemas en términos de criterios y restricciones, generar y evaluar múltiples soluciones, construir y probar prototipos y optimizar. Hasta ahora, lo anterior no se había incluido explícitamente en los estándares de ciencias” ([Next Generation Science Standards](#), 2013). Confiemos en que estos estándares se interpreten con el significado real de la ingeniería que es juguetón y creativo.

En su ensayo [How Kids Learn Engineering: The Cognitive Science Perspective](#), el investigador Christian Schunn explora cómo apoyar tempranamente a los aprendices de ingeniería (Schunn, 2009). Su investigación saca a la luz varias contradicciones en la manera como se enseña ciencias y matemáticas a los estudiantes. **En muchas aulas de clase se enfrenta a los estudiantes a una lista interminable de “habilidades básicas” o vocabulario científico, seguridad en el laboratorio, teoría y aún lecciones de historia, sobre científicos destacados antes de comprometerse en actividades en las que se hacen cosas.** A veces, no hay actividades solo datos.

Estas técnicas de carga frontal no funcionan. Aburren a los estudiantes y cuando se presenta la actividad, la mayoría han perdido el interés. **Cautivar a los niños en proyectos reales, tan pronto como se pueda, genera un contexto auténtico para aprender una fórmula específica de ciencias o una ecuación matemática, pues los estudiantes se dan cuenta de que necesitan esa habilidad o información para continuar con sus proyectos.** Los buenos proyectos crean la necesidad de saber más. Esto es mucho más poderoso que una lista de chequeo o la amenaza de una mala nota.

En este libro, usaremos la fabricación, el cacharreo y la ingeniería, como lentes a través de los cuales se exploran formas de enriquecer el aprendizaje de los niños.

El Cacharreo, la ingeniería y el “trabajo real” - Sylvia

Parece que para mucha gente cacharrear tiene una connotación de desorden y de falta de profesionalismo que no aplica para los “trabajos reales” que se llevan a cabo en los campos de la ciencia.

Yo creo que lo opuesto es lo cierto, cacharrear es exactamente como la verdadera ciencia y la ingeniería se llevan a cabo.

Me gusta pensar que tengo al respecto una perspectiva única. Después de graduarme de [UCLA](#) en ingeniería eléctrica me fui a trabajar en una compañía aeroespacial en un proyecto de investigación que produciría el primer sistema de [navegación por GPS](#) del mundo. Era un trabajo divertido y estimulante porque sabíamos que estábamos trabajando en algo que cambiaría el mundo.

Teóricamente, la tarea era imposible, lo que la hacía todavía mejor. El hardware era muy lento, el software no existía, la matemática era solo teoría y los sistemas de navegación que había no estaban contruidos para manejar lo que necesitábamos. Mi grupo estaba compuesto por matemáticos, científicos, gurús del hardware, ingenieros y programadores que no estaban acostumbrados a trabajar juntos. Los pilotos militares a los que les colaborábamos no confiaban en ninguno de nosotros ni en nuestras ideas de avanzada, lo que generaba una dinámica de equipo aún más interesante. Muchos días simplemente nos sentábamos y hablábamos sobre los problemas, íbamos al laboratorio a trabajar en ellos y veíamos como nuestras grandiosas ideas se convertían en humo. Lo hacíamos una... y otra... y otra vez hasta que funcionaban.

Era la esencia del cacharreo. Cacharreábamos con ideas, métodos, con el hardware y el software, colaborando siempre, ensayando siempre cosas nuevas. No había “respuestas correctas”, o “método científico” y muchas veces las respuestas surgieron de las fuentes más inesperadas y aún de los errores. Había ráfagas de lucidez, discusiones, líneas de batalla establecidas, revelaciones locas a la medianoche y ocasionalmente, almuerzos de seis horas en la piscina cercana.

Mi momento de lucidez, veinte años más tarde, es que en la cruzada por enseñar a los estudiantes sobre “el mundo real”, que solo existe en la endeble imaginación de los editores de libros de texto, quizá deberíamos evitar sacar todos los hallazgos fortuitos “serendipity” de las asignaturas de STEM [1]. El cacharreo, en toda su gloria de experimentación libre y poco organizada, es la vía por la que se produce u ocurre la ciencia real.

NOTAS DEL EDITOR:

[1] STEM es el acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering y Mathematics, que sirve para designar las disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (<http://es.wikipedia.org/wiki/STEM>).

CRÉDITOS:

<http://www.inventtolearn.com/Traducción> al español realizada por Eduteka del capítulo 2 del libro “[Invent To Learn](#)”, escrito por Sylvia Libow Martinez y Gary Stager, Ph D.

Eduteka recomienda ampliamente este libro, el cual se puede adquirir en [Amazon](#).

*Publicación de este documento en EDUTEKA: Octubre 01 de 2013.

Última modificación de este documento: Octubre 01 de 2013.*