Avances en la enseñanza a distancia de la ingeniería[1]

Progress in Distance Learning Engineering

José Guadalupe Escamilla (1)

(1) Doctor en Informática, Instituto Politécnico de Grenoble, Francia. Director de Innovación en la Universidad TecVirtual del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM). jose.escamilla@tecvirtual.mx

Recibido 14 de noviembre, 2013. Modificado 28 de enero 2014. Aprobado 31 de enero de 2014.

Palabras claves

Aprendizaje a distancia, aprendizaje mixto, educación a distancia, innovación educativa.

Key words

e-learning, blended learning, distance education, educational innovation.

Resumen

El Tecnológico de Monterrey es pionero en educación a distancia en América Latina. Ofrece una amplia gama de programas en línea de pregrado, posgrado y educación continua que incluye el área de ingeniería. Esta institución, líder en innovación educativa, también aplica tecnología a los procesos de enseñanza-aprendizaje presencial y semipresencial. Algunos proyectos de innovación educativa *online* relacionados con la enseñanza de la ingeniería son: MOOCs –*Massive Open Online Course*, cursos híbridos, simuladores, laboratorios virtuales y remotos, y otros proyectos de gran alcance como universidades corporativas y educación continua ejecutiva.

Abstract

Tecnologico de Monterrey is a leader in distance education learning in Latin America. It offers a wide variety of online programs in undergraduate, graduate and continued education programs, including engineering. This leading educational innovation institution, also applies technology to the teaching-learning face-to-face and *blended* processes. Some of the online-learning initiatives related to engineering education are: MOOCs, hybrid courses, simulators, virtual labs and other high potential projects such as corporate universities and executive continuing education.

Introducción

El Tecnológico de Monterrey es una institución líder en la creación de programas educativos basados en tecnología y cuenta con una oferta académica, principalmente, en programas de posgrado y educación continua en línea. El propósito de este artículo es presentar y describir las principales iniciativas del (ITESM) entorno a la educación a distancia en ingeniería, que ponen de manifiesto los nuevos modelos educativos en el contexto internacional, respondiendo a las demandas del uso de las nuevas tecnologías en la educación.

En el marco de la educación en línea hay unas cifras relevantes que ponen en contexto el alcance del uso de las nuevas tecnologías. Para empezar, cada día se hacen cinco mil millones de búsquedas, que equivale a casi una búsqueda por habitante en *Google*. En el caso de las activaciones de Ipads, *Android* registra por día 1.4 millones y, con las activaciones de IOS (iPhone OS) se llega a un total de casi 1.8 millones de activaciones diarias de dispositivos móviles. Facebook llega a 1150 millones de usuarios totales y, aproximadamente, 700 millones de sus usuarios visitan el sitio web durante 20 minutos diariamente (Thomson Reuters, 2013). México es el quinto usuario en Facebook a nivel mundial y, lo más sorprendente, es que esta compañía lo logra con 4650 empleados. Esto nos da una idea de lo que se puede hacer con la tecnología de las escalas y cómo pueden cambiar las empresas. Hace 20 años algunas de estas empresas no existían pero hoy en día algunas de estas podrían valer alrededor de $ 1000 millones de dólares. Según el Observatorio de Tendencias Digitales, en los próximos diez años, el 75% de las empresas más importantes todavía han sido creadas todavía.

1 Este artículo es el resultado de la ponencia de José Guadalupe Escamilla, que se llevó a cabo en el foro "Fortalecimiento de la enseñanza en la ingeniería con las nuevas tecnologías de información y comunicaciones", realizado en la Universidad de los Andes el día 13 de noviembre de 2013.

José Guadalupe Escamilla. Fuente: Archivo Particular, Universidad de los Andes

Los nuevos modelos de negocios

Las tecnologías están revolucionando al mundo y aquí hay unos ejemplos de ruptura con la aparición de nuevos modelos de negocios. Los *See Sport* son juegos de computadora por internet y reúnen alrededor de 20.000 personas en un estadio para ver un videojuego. Para dar otro ejemplo, *Legend of the World Championship*[2] tiene más jugadores en Estados Unidos que los jugadores de béisbol.

Recientemente en *The Guardian* (13 de octubre de 2013), Craig Venter, biólogo y especialista en genómica sintética, anunció que está trabajando en un convertidor biológico digital donde se puede imprimir una vacuna o un antibiótico. Otro ejemplo es la impresión 3D donde se puede imprimir gran variedad de objetos y su costo puede llegar a $4000 US. Se espera que así como hoy tenemos impresoras de tinta en la casa, en unos años tendremos impresoras 3D. En las impresoras 3D se puede imprimir en distintos materiales, como acero, plástico, chocolate, concreto y en tejidos. Hay empresas que están haciendo experimentos para imprimir tejidos y, recientemente, un grupo de holandeses imprimió una hamburguesa. Todos estos avances son una ruptura en el mundo de la tecnología y hay sitios web como *Shapeways*[3] donde los diseñadores pueden vender modelos 3D listos para mandar a imprimir en dichas impresoras (ver figura 1).

Hay objetos manufacturados como por ejemplo la motocicleta eléctrica que ya se están imprimiendo en impresoras 3D. La gran mayoría de carros de fórmula uno se imprimen en 3D y, a su vez, las turbinas de avión ya no se manufacturan; se imprimen en 3D. Esto puede ser una amenaza para muchas industrias manufactureras pues los países dejarán de importar y será un problema para los países como México y otros países que exportan productos manufacturados.

Los nuevos modelos educativos

La tecnología está afectando muchos campos de la sociedad y los estudiantes que están llegando a las universidades no son la excepción. El estudiante que estamos atendiendo en la universidad no es el mismo que el de hace algunos años. Los estudiantes –que ahora llamamos los nativos digitales, los de la Generación Y o *Millennials*– están planteando un reto educativo a las instituciones. Una de las características de esta Generación Y es el *multitasking*, que se ha convertido en una forma de vida; los *Millennial*s no toleran retrasos y quieren realizar múltiples

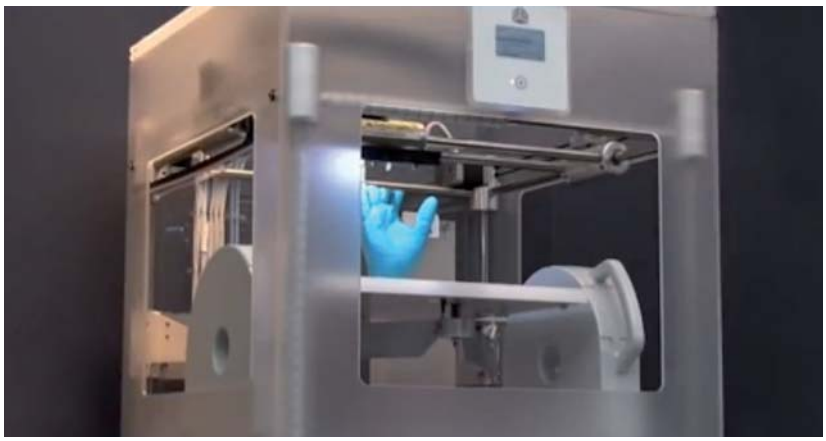

Figura 1. Impresoras 3D
Fuente. Shapeways 3D (2012)

2 http://na.lolesports.com/
3 http://www.shapeways.com

tareas al mismo tiempo. En este contexto, ¿cuál es el impacto que tiene el *multitasking* en el aprendizaje? El *multitasking* tiene relación con la ubicuidad que cada vez esta más presente en nuestra sociedad de la información.

El uso de las TIC está teniendo un impacto en el aprendizaje en varios niveles. El profesor Paul Kim mencionaba las cifras que se están invirtiendo en *venture capital (VC)* que evidencia que el sector de la educación está viviendo un momento revolucionario por los cambios que están sufriendo los modelos educativos. No sabemos exactamente cómo va a ser la educación, pero sí sabemos que va a ser muy distinta a como la vemos ahora y a como la conocemos. Para mencionar un ejemplo, que es nada más la punta del *Iceberg*, los MOOCs son cursos en línea gratuitos abiertos en todo el mundo con contenidos hechos por expertos y profesores, con evaluación automatizada, ya sea por opción múltiple o bien por algún mecanismo de evaluación por pares donde los alumnos evalúan a otros alumnos favoreciendo la formación de redes tanto presenciales como en línea. *Coursera* es una compañía líder en este tema, tiene 100 universidades, 500 cursos disponibles y tiene cinco millones de usuarios registrados desde abril del año 2012; en un año y seis meses el alcance de esta empresa ha sido muy significativo con muy pocos empleados, *Coursera* tiene alrededor de 40 personas.

Avances en la enseñanza a distancia en el Tec

Hay universidades de primer nivel que están participando en *Coursera*. El Tec de Monterrey entró en esta plataforma el 21 de febrero del año 2012. Anunciamos los primeros cursos en abril de ese año, siendo la primera universidad en América Latina en ofrecer cursos en español en *Coursera*. Ofrecimos siete cursos con profesores reconocidos. Tenemos 129.000 alumnos inscritos en estos cursos desde abril del año 2012 hasta la fecha. Los cursos están en las áreas centrales del Tec, algunos relacionados con ingeniería, humanidades, emprendimiento y negocios. De estos, tres de ellos son de ingeniería; el primero de ellos, es desarrollo rápido de productos innovadores para mercados emergentes. Tuvimos más de 25.000 alumnos inscritos, algunos de estos estudiantes fueron alumnos internacionales, y cerramos con alrededor de 32.000 alumnos. Los alumnos tenían que crear un producto para un mercado emergente.

Tenemos cursos de las áreas de ciencia, física y matemáticas, estos cursos son los que llamamos remediales o cursos propedéuticos, que se toman antes de entrar al pregrado. En estos cursos tuvimos alrededor de 10.000 alumnos y gran parte de los alumnos eran de bachillerato o de los primeros semestres de la universidad. Adicionalmente, estamos usando estos materiales para ofrecerlos en formato *blended* en el Tec de Monterrey. Para el caso de física, en el campus de Monterrey, recuerden que el Tec tiene 31 campus, de los nueve cursos en física tenemos siete en formatos *blended* con *Coursera*, y dos tradicionales. En el caso de matemáticas tenemos 11 grupos y tres son tradicionales y el resto en formato *blended*. Es un *blended* tipo *flip-classroom* porque no estamos reduciendo las horas de clase. Los alumnos están llegando al salón de clase y los maestros reportan que anteriormente en una semana alcanzaban a hacer uno o dos ejercicios porque el tiempo de exposición les tomaba gran parte de la clase, pero ahora hacen de siete a diez ejercicios de física en el salón de clase. Los alumnos se inscriben en *Coursera* y conviven con otros 10.000 alumnos que están en otros lugares del mundo. Aplicamos un examen de ubicación al inicio y uno al final de la clase para medir los resultados de los grupos *blended con* los grupos tradicionales.

¿De qué países vienen nuestros alumnos? Hay alrededor de 142 países tomando nuestros cursos en *Coursera* y de los diez más importantes, Colombia es el segundo grupo más importante, probablemente esto se debe a que el Tec fue el primer grupo en ofrecer contenidos en español. De hecho, el 40% de los que se inscribieron, no conocían al Tec, lo que representa una buena estrategia de posicionamiento de la universidad en públicos que no conocen a la universidad. El 8% de nuestros alumnos son de Estados Unidos y España; este último país con mayor conectividad y más población que otros, figura en el tercer lugar.

La maestría que el Georgia Tech (Georgia Institute of Technology) está adelantando en conjunto con AT&T y Udacity se va a ofrecer en el 2014 por $6600 US. Este valor cubrirá la maestría completa y equivale a una cuarta parte de lo que cuesta la maestría en esa universidad. En este plan piloto se van a aceptar 600 alumnos con la idea que para el 2015, el cupo va a ser ilimitado. Esto es disruptivo para la educación.

Entre los MOOCs originarios de Estados Unidos hay cinco cursos de *Coursera* que están recomendados para créditos (*for credit*), es decir que se puede tomar un curso de física, matemáticas en *Coursera* y se paga $250 US. Se presenta un examen que es supervisado y según los resultados se entrega un diploma. Las universidades públicas o privadas están obligadas a considerar estos cursos como parte de la carrera. Las universidades sobreviven porque los cursos básicos son los que más alumnos tienen y estos subvencionan a los cursos de especialidad. Todavía no llega esta tendencia a México ni a Colombia pero es probable que este sea otro ejemplo de disrupción.

El rector de la Universidad de Stanford, **John Hennessy, dijo en una en**trevista para el *New Yorker* (2012, 13 de abril), en que viene un tsumani, refiriéndose a todo lo que tenía que ver con las tecnologías y en general con la ola de los MOOCs. Para aquellos que sostienen que la educación en línea no va a poder nunca sustituir la educación presencial, hay ejemplos de otras industrias que dijeron lo mismo cuando vieron llegar a las tecnologías. En 1994 se crea Amazon, en el 2007 introducen el *Kindle* y Barnes & Noble en el 2009 lanza el lector de libros electrónicos para hacerle competencia. Como

consecuencia de la revolución editorial, Borders quebró en el 2011 y Barnes & Novel reconvirtió sus librerías presenciales en librerías universitarias.

Hasta 1887, año en que se inventó el gramófono, la única manera de escuchar música era oír música en vivo. La gente argumentaba que el gramófono no iba a sustituir a la música en vivo porque el sonido no era bueno, que los discos son muy delicados, entre otros argumentos. En el 2013, el 99.9% de la música que escuchamos es electrónica.

En la educación en línea, un referente importante es el reporte anual de The Alfred P. Sloan Foundation (2010) el cual señala que el crecimiento de la educación en línea es significativo y que el 31.3% de los alumnos inscritos en las universidades llegan al concurso en línea y la tendencia es a creciente.

Para hablarles de lo que estamos haciendo en el Tec, en el área de innovación educativa, una de las cosas más importantes es la educación a distancia que empezamos hace 24 años y actualmente ofrecemos distintos tipos de cursos para distintos tipos de alumnos. El Tec de Monterrey no ofrece una licenciatura en línea, la institución sigue siendo una universidad residencial, es muy parecida a la Universidad de los Andes que tiene alumnos de tiempo completo. Pero es obligatorio para los alumnos tomar dos cursos *online* antes de terminar su licenciatura. Consideramos que el futuro de su capacitación va a ser en gran parte en línea y esas habilidades queremos que las tengan antes de salir de la universidad. Los cursos de licenciatura o de pregrado en línea los ofrecemos a 8791 alumnos por semestre. Tenemos cursos de posgrado completamente en línea y 17 posgrados con 9.923 alumnos de posgrado. Hay 4000 alumnos presenciales y alrededor de 10.000 alumnos en línea. En educación continua, ofrecemos muchos cursos en temas de capacitaciones de personas en las universidades corporativas. Con la Universidad Cooperativa del grupo Banco BBVA, ofrecemos a los 130.000 empleados en 14 países y en tres idiomas todos los cursos *online*. Son cuatro millones de horas anuales y hemos crecido en los últimos cinco años de un millón de horas a cuatro millones de horas donde la educación en línea es el componente más importante de educación para los empleados del banco. También hacemos esto para empresas como Gas Natural, Unión Fenosa y también para la Comisión de Electricidad Federal de México y Pemex.

En el área de programas sociales ofrecemos cursos sueltos, diplomados gratuitos a través de 2000 centros comunitarios principalmente en México y tenemos 24.760 usuarios. De los 9.923 alumnos el 31% está inscrito en un programa relacionado con la ingeniería.

¿Cuál es la presencia que tenemos en otros países? El Tec en 1990 estaba en un país, en el año 2000 pasamos a 7 países y a 31 países en el año 2012 (ver figura 2). La mayor parte se concentra en América. En América Latina tenemos sedes y esta es una de las maneras de fomentar nuestros programas en los distintos países. En Colombia tenemos dos sedes del Tec de Monterrey, una en Medellín y otra en Bogotá.

El modelo de educación en línea de cómo trabajamos internamente en el Tec está centrado en el alumno y buscamos trabajar alrededor del alumno usando estrategias de enseñanza de aprendizaje basadas en el constructivismo y para esto trabajamos en redes con otros alumnos quienes tienen contacto con un profesor y un tutor. Los tutores trabajan con 20 o 30 alumnos, un alumno puede tener *n* tutores, podemos tener grupos con 500 alumnos y con estos tutores que son como *teaching assistant* logramos el objetivo que la enseñanza sea personalizada. Tenemos expertos de otras universidades y de la industria a partir de convenios institucionales.

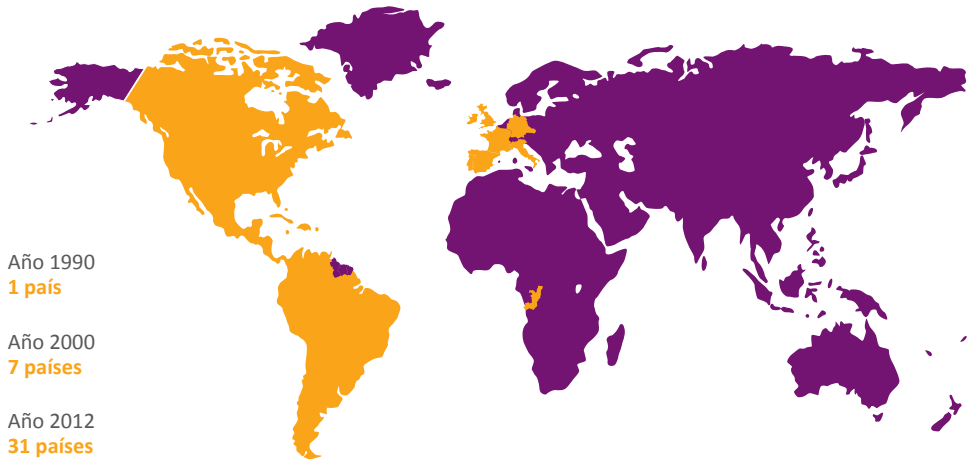

Figura 2. Presencia del Tec en otros países
Fuente. Autor

Tenemos actividades individuales y colaborativas que realizan los estudiantes en distintos momentos. Las actividades colaborativas que hacemos *online* es un aprendizaje basado en problemas (ABP). Por sus siglas en inglés se conoce como *problem-based learning* (PBL). El aprendizaje orientado a proyectos (AOP) donde los estudiantes resuelven un proyecto en lugar de un problema, aprendizaje colaborativo y el método de casos principalmente en los cursos de negocios. En los cursos de ingeniería las dos técnicas más usadas son (ABP) y (AOP) porque le permite al estudiante con varios problemas avanzar en los temas del curso y, en el caso de (AOP) corresponde a un curso con un solo problema y el objetivo es resolver el proyecto; los alumnos tienen que construir un proyecto para mercados emergentes. Las tecnologías que utilizamos en el Tec soportan este tipo de actividades, tenemos una plataforma tecnológica, una biblioteca digital y videoteca para darles acceso en igualdad de condiciones a los alumnos online, que deben tener acceso a recursos equivalentes a los alumnos presenciales. Por esto tenemos una gran inversión en la biblioteca digital.

En la fase previa a la entrega de los cursos, el curso es producido durante seis meses a diferencia de un curso presencial. Para elaborar el curso, cuyo proceso llamamos la celda de producción, el líder es el profesor quien se rodea de un grupo de expertos en otras áreas para apoyarlo: productor audiovisual, programador web, soporte técnico, diseñador gráfico y un diseñador instruccional. El Tec está en un proceso de evolución para llegar a la auto producción en libre servicio. Uno de los procesos que no hemos podido quitar es el diseñador instruccional, esta persona es un experto en pedagogía de adultos y en educación a distancia y sabe cómo se pueden usar las tecnologías y puede apoyar al profesor para adaptar su curso presencial a una pedagogía de la educación a distancia. En el proceso de entrega de los cursos, una vez que ya están diseñados, está el centro con su profesor, tutor y profesor titular y el consejero académico que atiende al alumno fuera del contenido del curso y alrededor de esto están sus recursos de aprendizaje, recursos tecnológicos, entre otros. Tenemos un área de servicios al usuario que es una ventanilla única que es un CRM o el equivalente un *call center* en línea y los alumnos pueden llamar, tener una sesión de chat durante todos los días del año y hay un compromiso en resolver las dudas en 24 horas, dudas que no son del curso, las dudas del curso las resuelve el tutor o el profesor.

Ofrecemos un posgrado, un doctorado y 17 programas de maestría en las áreas de educación, administración, ingeniería y humanidades principalmente. Los programas de las áreas de ingeniería, son administración de la energía y sus fuentes renovables, ingeniería con especialidad en sistemas de calidad, productividad, innovación para el desarrollo empresarial, administración de tecnologías de información; en este último tenemos un programa en doble grado con la universidad de Carnegie Mellon University, donde los alumnos obtienen el grado del Tec y el grado en Carnegie Mellon University en los programas que ofrecemos en la universidad virtual. Tenemos una serie de certificados que los alumnos pueden optar durante su maestría, tomando ciertos cursos y en algunos casos tomando cursos adicionales, terminan con un certificado que tienen valor de mercado y por esto ofrecemos certificaciones como el Project Management for Information Technology & Telecom (PMI), IASSC Certified Lean Six Sigma Black Belt (ICBB), Leading for Productivity, Leading for Strategic Change Certificate, Stanford Advanced Project Management Certificate y Certificate Energy Managment, programas que ofrecemos en conjunto con otras universidades y en donde los alumnos obtienen el certificado de ambas universidades.

Lo anterior es lo que tiene que ver con la parte en línea pero la tecnología también habilita otros modelos de enseñanza de aprendizaje que pueden ser presenciales o híbridos. Tenemos otros esfuerzos donde se han diseñados materiales para cursos híbridos dentro de la Universidad Virtual del Tec y ahora estamos en un proceso de cambio donde un gran número de los cursos en el Tec van a ser híbridos. Se espera que alrededor del 40 o el 50 por ciento de los cursos sean híbridos.

El rector venezolano del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Rafael Reif, mencionaba en un encuentro de educación, que están visualizando una universidad del futuro donde ellos se definen como una universidad residencial, es decir, de tiempo completo. Están visualizando que en un futuro no muy lejano, los estudiantes en vez de hacer cuatro años para hacer el pregrado en MIT, lo hagan en tres o dos años, donde una parte de la licenciatura la puedan hacer en línea. Este modelo es muy interesante porque permitiría no solo que los estudiantes estudien en línea, sino que estén haciendo pasantías, estancias, viajes y complementando su formación en la universidad con una formación fuera de la universidad que cada vez es más importante.

De las tecnologías que habilitan nuevos modelos los *millennials*, la Generación Y y los nativos digitales esperan que se utilicen las tecnologías en el salón de clase. Algunos ejemplos de los esfuerzos que se están haciendo en el Tec en cursos presenciales es un proyecto que tiene alrededor de ocho años y consiste en una serie de laboratorios remotos y laboratorios virtuales.

Los modelos de máquinas que hay que automatizar con PLCS y los estudiantes tienen un modelo de 3D en la computadora que pueden automatizar, hacen toda la automatización en el modelo 3D, simulado en la computadora y luego pueden utilizar el modelo 3D y, desde su casa, o desde donde estén, los estudiantes solicitan el uso de la máquina y con una cámara web ven la ejecución del laboratorio a distancia en una pantalla. Una de las ventajas que ofrece este laboratorio remoto es que los horarios se extienden a 24 horas todos los días de la semana y no

necesitamos tener el laboratorio abierto todo el tiempo.

Tenemos 32 campus compartiendo sus laboratorios. En el campus Laguna, en el campus ciudad de México, y en el campus Monterrey tenemos distintos laboratorios. Los alumnos entonces pueden hacer prácticas en distintos laboratorios y con diferentes máquinas. Cada vez más es más necesario desarrollar para nuestros alumnos ciertas competencias que son de tele ingeniería y estas habilidades solo se pueden desarrollar viviendo este tipo de experiencias donde cada vez más los ingenieros tienen que controlar equipos que están en China o en Singapur.

Otro esfuerzo que está haciendo el Tec tiene que ver con la realidad aumentada que equivale a sobreponer una capa de información a la realidad. En un proyecto con Renault, cerca de Monterrey donde hay una fábrica que fabrica motores de Renault, se hizo un interface con realidad aumentada para el ensamble de un motor de combustión interna para la formación de personal sobre cómo ensamblar el motor. El estudiante usa unos lentes, posiciona el cigüeñal sobre las bancadas y el sistema le dice qué herramientas debe utilizar para un motor del modelo Scenic.

También trabajamos con *AeroMéxico* para un sistema de entrenamiento para el mantenimiento aeronáutico con unos lentes. El proceso de mantenimiento de las piezas de la turbina se elabora con el método de realidad aumentada.

En un estudio que hicieron en el "View Internet" se señala que los adolescentes nacieron en un mundo digital y ellos esperan ser capaces de crear, consumir y compartir material con otros. El 28% de los alumnos de bachillerato cree que las tareas del colegio son significativas, el 21% cree que los cursos son interesantes, el 39% cree que los trabajos de su clase tendrán relación con el éxito de su vida profesional. La figura 3 es un ejemplo que muestra el tipo de alumnos que nos van a llegar a las universidades.

Figure 3. Niña que presenta dificultades para comprender revista tras usar iPad
Fuente. Youtube (2013)

Referencias

Auletta, K. (2012, April, 13) There are no walls between Stanford and Silicon Valley. Should there be? *New Yorker*. Recuperado de http://www.newyorker.com/reporting/2012/04/30/120430fa_fact_auletta?currentPage=all

The Alfred P. Sloan Foundation. (2010). Annual Report. Retrieved from http://www.sloan.org/fileadmin/media/files/annual_reports/2010_annual_report_vff.pdf

Observatorio de Tendencias Digitales (2013).Retrieved from http://sociedaddelainformacion.wordpress.com/2013/09/09/expertos-de-internet-auguran-cambios-radicales-en-la-red/

Shapeways 3D.(2012). Shapeways 3D Printing & the Culture of Creativity [video]. Retrieved from: http://www.youtube.com/watch?v=qJuTM0Y7U1k

Thomson Reuters. (julio de 2013) Retrieved from http://es.reuters.com/article/businessNews/idESMAE96O00F20130725

Youtube (2013). Retirado de http://www.youtube.com/watch?v=v4_KRRhPPQg"

Zoë Corbyn. (13 October 2013). Craig Venter: 'This isn't a fantasy look at the future. We are doing the future'. *The Guardian*. Retrieved from http://www.theguardian.com/science/2013/oct/13/craig-ventner-mars