

El fracaso de muchos países en la formación de sus científicos – reflejado sobremanera en la disminución de vocaciones científicas entre sus estudiantes- tiene por consecuencia el cuestionamiento de metodologías y programas escolares en todo lo referente a las distintas áreas científicas. En este contexto, son numerosos los gobiernos que, hoy en día y en distintas partes del mundo, se replantean la reforma del sistema educativo en aras de reforzar las competencias científicas de los estudiantes, y con el objetivo ulterior de lograr un nuevo sistema educativo capaz de atraer a futuros estudiantes a las carreras científicas. Por otra parte, el despertar de muchos países al progreso en las últimas décadas –naciones que representan a 4.000 millones de personas- no ha hecho sino incrementar el impulso a la carrera de tecnificación en la que nos hallamos actualmente. Una carrera en la que el principal activo es el capital humano. Esta recién incorporada competencia en los ámbitos científicos no hace sino espolear a los distintos gobiernos para que acometan reformas que mejoren y potencien sus sistemas educativos, haciendo, de estas necesarias reformas, una prioridad nacional.

Sin embargo, y pese a la gran importancia que todos los actores involucrados en la creación de programas escolares otorgan a la ciencia, las prácticas identificadas por académicos y pedagogos por su mayor potencial distan mucho de ser implementadas en los diferentes sistemas educativos. En este escrito trataremos brevemente de identificar algunas de las prácticas que deben formar parte de las metodologías educativas en áreas científicas y de cómo en ITECS tratamos de transferirlas y adaptarlas a la enseñanza de la programación.

*“El acceso a un conocimiento científico a una edad temprana es parte fundamental del derecho de la educación inherente al ser humano. La educación científica es parte esencial en el desarrollo humano con objeto de crear una capacidad científica endógena y para formar ciudadanos activos e informados”*

*“La educación científica, en un sentido amplio del término, sin ningún tipo de discriminación y englobando todos sus diferentes niveles y modalidades, es un requisito fundamental de la democracia y de un desarrollo sostenible”*

**Declaración sobre la ciencia. Budapest 1999.**

Cabe resaltar que el objetivo de la puesta en marcha de estas prácticas excede en mucho al simple aprendizaje de las cuestiones científicas tratadas. Más allá del mero aprendizaje de cuestiones científicas, deseamos imbuirnos en las inspiradoras ideas de autores como Amartya Sen [**Sen 2001**] aceptando como válida la relación que establece entre la capacidad de plantear y discutir argumentos científicos y la capacidad en la toma de decisiones, y yendo incluso más allá de esta correlación, optamos por ampliarla hasta aquella que vincula las situaciones de pobreza, injusticia y subdesarrollo –ajústelo cada cual a su escala de valores y/o a sus horizontes vitales- con la falta de educación científica. Por esta razón, en ITECS decidimos reflejar en nuestra metodología una serie de prácticas que van más allá de la enseñanza de conocimientos científicos –o tecnológicos en nuestro caso-, llegando a constituir, en su aspecto más profundo, una metodología para **aprender a través de la ciencia**, en contraposición a una manera de aprender ciencia. Este cambio paradigmático de visión global, que bien puede ser englobado dentro de las externalidades positivas de las enseñanzas científicas, responde a la constatación de la creciente necesidad de conocimiento científico en ámbitos de responsabilidad y de toma de decisiones y a la imperiosa necesidad de una capacitación científica como requisito imprescindible para lograr ser un ciudadano activo en dichos ámbitos.

En este sentido, compartimos la visión de informes como [**TIMSS 2008**] o [**PISA**] al poner de manifiesto como un acceso amplio y equitativo a la enseñanza científica –y tecnología- representa una mayor potencialidad para los países que, en base a ello, diseñen sus programas educativos, en contraposición a aquellos que aboguen por una concentración de recursos en los estudiantes con mayores potencialidades.

Un hecho fundamental del éxito de la educación científica, y sobre el que girará nuestro argumento, es la motivación y el afecto que el alumno pueda tener por la materia impartida. Este aspecto se ha desatendido en los diferentes currículos escolares. Nosotros consideramos que la motivación, o más bien la falta de ella, es el principal responsable de muchas de las deficiencias en el conocimiento científico de una gran parte de nuestra sociedad, al menos de las últimas generaciones, así como del abandono del estudio de materias científicas por parte de alumnos que prosiguen sus estudios por ramas distintas a las científicas. A lo largo de este texto tratamos de identificar las causas y exponer algunas soluciones.

*“En estos momentos difíciles, hay algunos que argumentan que no podemos permitirnos invertir en ciencia, que el apoyo a la investigación es, de alguna manera, un lujo en estos momentos marcados por la necesidad. Yo, fundamentalmente, discrepo. La ciencia es más esencial hoy en día para nuestra prosperidad, nuestra seguridad, nuestra salud, nuestro medio ambiente y nuestra calidad de vida que nunca lo fue.*

...

*Nuestras escuelas se retrasan en comparativa a las de otros países en desarrollo y, en algunos casos, a las de países en vías de desarrollo. Nuestro estudiantes son superados en matemáticas y ciencias por sus colegas de Singapur, Japón, Inglaterra, Países Bajos, Hong Kong y Corea, entre otros... y hemos contemplado como la integridad científica ha sido minada y la investigación científica politizada en un esfuerzo por imponer ideologías predeterminadas”*

**Barack Obama.** Discurso ante la Academia de Ciencias. 2009.

Trabajos de campo con estudiantes muestran como los últimos años se ha visto como ha crecido el desinterés entre los alumnos por las carreras y enseñanzas científicas **[Jarvis & Pell, 2002]**, **[Royal Society, 2008a]**, **[Sturman & Rudduck, 2009]**. Este problema fue definido como uno de los mayores desafíos por el Presidente de los EEUU en el discurso mencionado anteriormente.

Una de las causas de esta pérdida de interés, es la despersonalización típica del estudio de ciencias. Los currículos académicos científicos normalmente están plagados de situaciones totalmente inconexas con la realidad de los estudiantes. Algunos autores, como **[Duckworth, 1995]**, **[Jarvis & Pell, 2002]**, muestran como profesores y estudiantes encuentran divertidas la enseñanza y el aprendizaje de materias científicas en el momento en el que se les brinda la oportunidad de trabajar e investigar sus propias ideas y compararlas con los planteamientos normalizados científicos. Las implicaciones de este resultado son claras y proporcionan una respuesta al reto planteado por el desinterés generalizado de los estudiantes por las ciencias. Los estudiantes básicamente rechazan una educación científica desconectada totalmente de la realidad de sus propias vidas y donde no tienen la capacidad de experimentar y probar sus propias ideas.

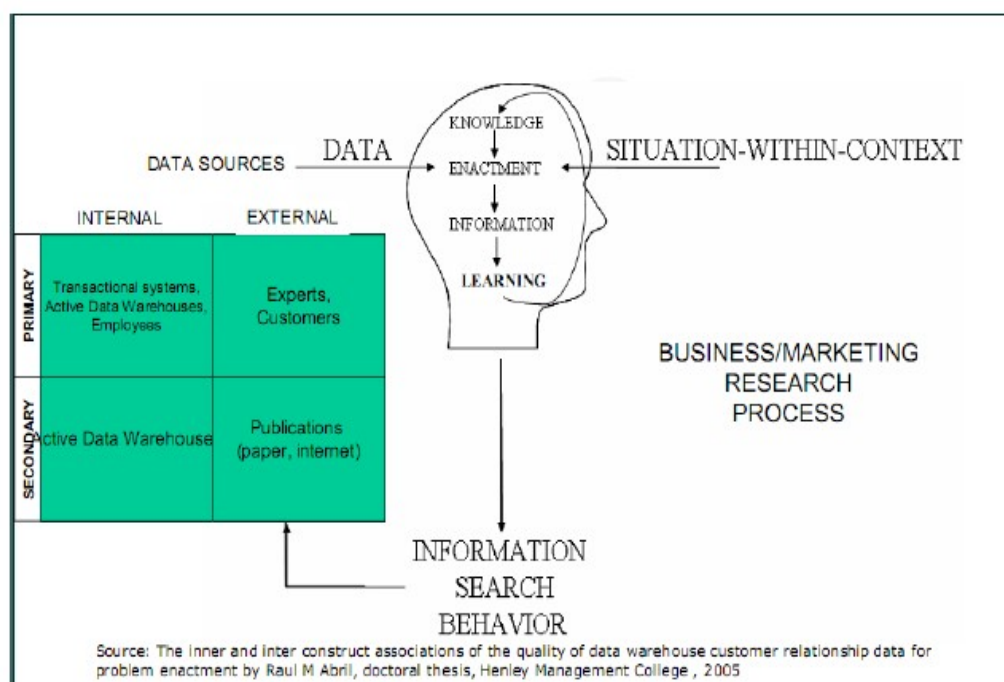
De acuerdo a **[ICASE]**, algunas otras causas que generan esta pérdida de interés son:

- **Primacía de transferencia de conocimientos.** Desde el punto de vista de los estudiantes, aprender ciencia es básicamente actuar como una “*esponja*” e impregnarse del conocimiento que mana de profesores y libros. En aquellos sistemas en los que se prima la mera transferencia de conocimientos, el abandono de los estudiantes de materias científicas es más importante.
- **La ciencia es dogmática y correcta.** Las ideas se dan como válidas, o bien son correctas o incorrectas. No hay espacio para “*grises*” en el estudio científico.
- **La abstracción de la ciencia la hace irrelevante.** Muchas de las cosas que se incluyen en los currículos no son interesantes porque no son útiles o relevantes a la vida diaria de los estudiantes. La ciencia que se muestra en las películas suele ser interesante, sin embargo no es esa ciencia la que se incluye en los programas escolares. Hay muchos tópicos que resultarían interesantes pero que, simplemente, no se plantean como necesarios en los currículos escolares.
- **El estudio de ciencias es relativamente difícil, sólo apto para buenos estudiantes.** El estudio de ciencia es, sin lugar a dudas, de mayor dificultad que otros estudios por los cuales el estudiante puede optar en algunas etapas educativas.

De esta manera, es normal que muchos estudiantes se replanteen en los momentos de decisión la posibilidad de seguir cursando materias científicas. **¿Por qué debería continuar estudiando ciencias cuando existen materias más interactivas, interesantes y con una menor dificultad?** Adicionalmente, habría que remarcar que muchas carreras no científicas presentan, hoy en día, una recompensa financiera más importante.

Una de las conclusiones claras que se puede extraer de estas causas es la necesidad de cambiar el modelo educativo desde un modelo basado meramente en la transmisión de conocimientos a uno alternativo en el que prime el trabajo con ideas y la experimentación. Es decir, un sistema en el que prime **aprender haciendo** sobre **aprender estudiando**. La enseñanza científica ha de trabajar con ideas en lugar de transmitirlas, y de esta forma lograr que la necesaria transmisión de información, canalizada a través de la experimentación y la prueba, derive en un conocimiento que, mediante su correcta aplicación, pueda convertirse en una habilidad.

Y, en este contexto que demuestra la preeminencia de la práctica sobre la teoría, ¿por qué no aplicar estos conceptos en los sistemas educativos actuales? Es decir, ¿por qué no crear entornos educativos dinámicos y que prioricen la experiencia sobre los conocimientos teóricos? Para poder responder positivamente a esta pregunta, preferimos apoyarnos previamente en un modelo teórico del conocimiento, más en concreto, en el modelo del ciclo de conocimiento presentado por Raúl M. Abril [Abril, 2009], y representado en la siguiente figura:



Según el modelo presentado, el aprendizaje está condicionado por la interacción entre la transmisión de datos, "Data", y la aplicación práctica y/o contextual de dicha información, "Situation with context" en la figura anterior. Dicha interacción provoca que el proceso de aprendizaje transforme la información y la representación en conocimiento. Es decir, resulta más adecuado presentar situaciones prácticas que permitan que el alumno recree los escenarios presentados por el profesor -"transmisión"-; de esta forma se crea el conocimiento deseado más rápidamente y con carácter más duradero.

Según el ciclo del conocimiento SECI creado por Nonaka & Takeuchi [Nonaka & Takeuchi, 1995], el primer paso en dicho ciclo es la llamada **socialización**. En este paso, el caracterizado como conocimiento tácito -

conocimiento individual no articulado y que no puede ser codificado y es difícil de formalizar- se traspa a otros individuos mediante la socialización y el intercambio de interacciones. Es decir, mediante una comunicación cara a cara o mediante la compartición de experiencias se llega a una transmisión de un conocimiento que, de otra manera, sería imposible transmitir. Este no es sino el modelo tutor-aprendiz, considerado como el mejor método de aprendizaje y de amplia aplicación en otros entornos educativos.

Posteriormente, han de producirse dos pasos ulteriores: “Externalización” (conocimiento tácito a explícito) y Combinación (conocimiento explícito a explícito), fase en la cual el conocimiento implícito o tácito se puede articular y reestructurar en piezas discretas de conocimiento explícito, para que éste pueda llegar la Internalización del conocimiento, o último paso del ciclo SECI. Es en este último ciclo del ciclo de aprendizaje donde se produce la incorporación y consolidación del conocimiento adquirido. Este paso está directamente vinculado al “**aprender haciendo**” y constituye el paso primordial previo a la utilización efectiva de los conocimientos. Es en este punto cuando ya se puede hablar de capacidades y/o habilidades en lugar de conocimientos.

De acuerdo a este modelo de generación de conocimientos, es difícil pensar que los actuales modelos educativos en lo que el estudiante es un mero sujeto pasivo en el proceso de enseñanza, siendo sólo sujeto activo en una mínima fracción del tiempo consumido, puedan generar una ulterior capacitación de los estudiantes. Aún más, es importante revisar y verificar la adaptabilidad de los currículos escolares a unos contenidos que, además de generar un mayor interés entre el alumnado, permitan reducir el nivel de abstracción de la enseñanza de ciencias. Evidentemente, ciertos conceptos han de perdurar como abstractos en el currículum escolar, lo contrario sería engañarse, pero es precisamente la falta de contenidos concretos y adscritos a los problemas de la vida cotidiana lo que incrementa la percepción de dificultad del alumnado hacia la materia y su posterior abandono.

Por otra parte, una visión realista del trabajo científico que englobe la percepción de la ciencia no como un cuerpo dogmático e inalterable, sino como un conocimiento y un entendimiento del medio que nos rodea y que nos proporciona poderosos métodos de trabajo y/o herramientas que se pueden utilizar en la vida cotidiana. O, desde otro punto de vista, una visión que presente a la ciencia como una rica herencia compuesta por un creciente corpus de ideas sujetas al cambio al albur de nuevas experimentaciones, observaciones y maneras de interpretar una realidad que nos es común a todos.

Como mencionamos anteriormente, el estudio de materias científicas proporciona unas externalidades positivas que consiguen que el alumno no sólo aprenda todo lo que resulte pertinente en el ámbito científico, sino que a través del estudio de ciencia pueda **aprender a aprender**, a la vez que se contribuye a su desarrollo personal. Delors [**Delors, UNESCO**] identifica cuatro pilares que posibilitan el aprendizaje efectivo y que se incluyen en nuestro programa educativo:

- **Aprender a convivir.** El trabajo en ciencias y/o tecnología ha de comprender el trabajo en grupo. Por varias razones, como pueden ser la gestión de los grupos de trabajo y las cuestiones pedagógicas, los estudiantes han de trabajar en grupos para llevar a cabo sus investigaciones o proyectos científicos/tecnológicos. Contando con la adecuada función del profesor/tutor en forma de guía, el estudiante ha de comprender que los resultados y su calidad son dependientes del trabajo que él y su grupo sean capaces de realizar. Al mismo tiempo, considerar diferentes puntos de vista en la concepción y diseño de los proyectos y experimentos lleva a mejores realizaciones [**Baines et al. 2008**]. Saber cómo hacer llegar nuestros puntos de vista y escuchar y atender los puntos de vista y opiniones de terceros es una habilidad aplicable a la vida en general y, en particular, a casi cualquier carrera profesional.
- **Aprender a ser.** En general la ciencia y el mundo científico comparte una serie de valores que, en la medida justa, representan ciertamente algunas de las mejores capacidades del ser humano. Es por ello que la enseñanza de ciencias es, sin lugar a dudas, la mejor herramienta para que dichas capacidades se manifiesten y desarrollen. Capacidades como las siguientes [**Camps, 1925**]:
  - Capacidad de observación.
  - Orden, calma y auto-control.
  - Interés por las causas de las cosas y procesos.
  - Precaución y auto-control ante las aseveraciones propias.
  - Admiración de la naturaleza, modestia y tolerancia.-

- **Aprender a hacer.** A través de la ciencia y/o tecnología los estudiantes aprender a definir, redefinir y solventar y resolver problemas. El proceso de recolectar datos e información, transformarlos en aras de realizar generalizaciones y, finalmente, explicar sus resultados e implicaciones hace que los procesos de raciocinio propios de la lógica y de la abstracción se desarrollen. Adicionalmente, la generación y contrastación de hipótesis no sólo implica el aprendizaje de cuestiones científicas, sino que desarrolla las capacidades de expresión, tanto orales como escritas, en los alumnos.
- **Aprender a saber.** Con unos contenidos relacionados con las vidas e inquietudes de los estudiantes **[Fensham, 2008]**, los estudiantes llegan a un conocimiento implícito del funcionamiento del mundo que los rodea. Sin embargo, los estudiantes también han de conocer que el conocimiento científico no tiene todas las respuestas y que es variable y sujeto a nuevas transformaciones día tras día. Este hecho ayuda en el desarrollo de diferentes modelos de pensamiento entre los estudiantes que pueden usar en otros contextos.

A través de estos cuatro pilares, los estudiantes tienen oportunidades para desarrollar su creatividad e imaginación mientras se convierten en estudiantes “*activos*”. Por este y otros motivos, el programa educativo de ITECS se fundamenta en la realización de proyectos propios por parte de los estudiantes. Proyectos que, trabajando en grupos, finalicen con algún resultado práctico que el estudiante pueda utilizar en su día a día o en los que el estudiante vea una potencial aplicación futura. En este contexto, el profesor se ha de ajustar al papel de guía y tutor proponiendo alternativas y guiando al alumno a través de la resolución del problema o proyecto planteado pero siempre dejando que la responsabilidad final del cumplimiento de los objetivos asignados recaiga en el propio alumno.

“La adolescencia no es meramente un proceso de preparación para la vida futura, es también una parte importante de la vida en sí misma. Los estudiantes en el colegio deberían experimentar este periodo como algo interesante, divertido y estimulante en sí mismo”

**Schneider y Sjobert, 2004.**



Por otra parte, la metodología de enseñanza propuesta plantea la necesidad de desarrollar la capacidad comunicativa y expresiva de los alumnos. Es decir, el conocimiento y estudio científico requiere que el alumno tenga la capacidad de argumentar públicamente su caso y desarrollar unas capacidades de expresión orales y escritas que incluyan la capacidad de expresar claramente conceptos e hipótesis de carácter científico. Es inquietante ver como el actual sistema educativo no pone en valor la capacidad expresiva que tan demandada es, tanto en el mundo laboral como en la vida privada de las personas. La necesidad de exponer claramente unos conceptos con un grado de dificultad debería ser una parte primordial del currículo educativo, tanto en educación primaria como en educación secundaria. Algunos investigadores, como Baines, Blatchford o Kutnich [**Baines et al. 2008**] ponen de relieve como aquellos alumnos que son capaces de hablar, expresarse y escuchar claramente en un contexto científico son capaces de desarrollar y mantener conversaciones inteligentes y desarrollan la inteligencia que resulta evidente de dichas conversaciones. Es por motivo que la culminación de los proyectos en ITECS tiene como punto culmen la presentación de los resultados ante el resto de compañeros de clase. De este modo se fomentan una serie de capacidades que, desde ITECS, creemos infravaloradas en el actual currículo escolar.

Como venimos reiterando, la enseñanza de ciencias no puede ni debe estar relacionada con el mero y simple aprendizaje de información sino con su procesamiento y aprovechamiento ulterior. Para esto, el proceso de aprendizaje debe estar compuesto de entendimiento, investigación y práctica. De lo contrario, la información científica no deriva en conocimiento y no genera las anteriores externalidades en el resto de actividades educativas. Por este motivo, los principios fundamentales de nuestro plan de estudios siguen las siguientes pautas:

- Las ideas previas de los estudiantes son consideradas y estudiadas y han de ser el hilo conductor de muchas de las ideas y experiencias del aula.
- Todos los conceptos e ideas expuestos, y que se integren dentro del plan educativo, han de ser aprendidos en un contexto en el que el alumno pueda experimentar y comprobar in situ.
- El aprendizaje ha de suponer un reto para el alumno.
- El objeto de todo aquello que se haga en el aula ha de ser claro para el alumno.
- Se enfoca a los alumnos hacia el pensamiento propio y la toma de responsabilidades desde el principio.

- El profesor presenta modelos (teoría) con un vínculo claro hacia los resultados que los estudiantes han de buscar y favorece la discusión y argumentación entre los alumnos.

Por otra parte, en ITECS creemos en la necesidad de una evaluación final del alumno en todos los proyectos y actividades que éste emprenda. Sin embargo, la evaluación no es ni ha de ser el objetivo final del proceso de aprendizaje. El objetivo no es otro que el propio aprendizaje y la evaluación no es sino una parte integrante de dicho proceso de aprendizaje. Así mismo, la evaluación no ha de centrarse en repeticiones ni en aprendizajes teóricos, con ello no haríamos sino reforzar directamente el carácter trasmisor de la enseñanza de ciencias, sino que ha de servir para valorar correctamente tanto los objetivos a corto plazo como los objetivos a largo plazo; dando prioridad a estos últimos sobre los primeros.

En esencia, muchos son los objetivos y abundante es la evidencia científica que nos ha servido para desarrollar nuestro proyecto educativo. Si bien es cierto que se puede considerar que el estudio de programación informática no es exactamente equivalente al estudio de una “ciencia”, desde ITECS hemos tratado de hacer una analogía entre ciencia y tecnología. Por este motivo abogamos por utilizar aquellos conceptos que, como hemos pretendido demostrar, se han mostrado más útiles y pertinentes en el estudio científico.

Al mismo tiempo queremos resaltar que, por encima de todo, la educación de toda persona tiene tres responsables básicos. Estos son, en orden de prioridad y responsabilidad, los siguientes:

- El propio individuo.
- El entorno del individuo: familia, principalmente, y amigos.
- Las instituciones o entidades educativas.

Es por eso que, en la línea de todo lo expuesto anteriormente, nuestro programa educativo se basa en la influencia que el tercer actor del proceso de aprendizaje -las instituciones o entidades educativas- puedan tener en el primer y, más importante desde nuestro punto de vista, actor: el propio individuo. Por eso condicionamos todo nuestro programa educativo a potenciar un hecho singular que redundará en beneficio del proceso de aprendizaje de forma global: su **motivación**.

## Referencias:

**[Abril, 2009]** Raul. M. Abril. The dissemination and Adoption of Knowledge Management Practices Behavioral Mode. The Electronic Journal of Knowledge Management Vol. 5, Issue 2, pp. 131-142, 2009. Disponible en [www.ejkm.com](http://www.ejkm.com)

**[Baines et al. 2008]** Promoting Effective Group Work in the Primary Classroom: a handbook for teachers and practitioners. London, Routledge, 1995.

**[Camps, 1925]** Comas Camps, M. (1925) Las Ciencias en la Escuela, Revista de Pedagogía en Bernal Martínez, J.M. and Comas Rubí, F (2001) Escritos sobre ciencia, género y educación, Madrid. Biblioteca Nueva S.L.

**[D. Budapest]** 1999 Declaración de Budapest. BUSCAR REFERENCIA

**[Delors, UNESCO]** Education for All Global Monitoring Report, UNESCO 2009.

**[Duckworth, 1995]** The Havind of Wondeful Ideas (2nd Ed.), New York, Teacher College Press, 1995.

**[Fensham, 2008]** Fensham, P.J. Science Education Policy-Making: Eleven Emerging Issues. Paris, UNESCO, 2008. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001565/156700e.pdf>.

**[ICASE]** International Council of Associations for Science Education.

**[Jarvis & Pell, 2002]** Changes in primary boys' and girls' attitudes to school and science during a two-year in-service programme. The Curriculum Journal, Vol. 13 No. 1 pp43-69, 2002.

**[Nonaka & Takeuchi, 1995]**

**[PISA]** Buscar ref.

**[Royal Society, 2008a]** Royal Society Science and Mathematicis Education, 14-19: A "state of the nation" report on the participation and attainment of 14-19 year olds in science and mathematics in the UK, 1996-2007. London, The Royal Society, 2008a. Disponible en [www.royalsociety.org/education](http://www.royalsociety.org/education)

**[Schneider y Sjobert, 2004]** Sowing the sedes of ROSE: background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE (The Relevand of Science Education) – a comparative study of students' view of science and science education, Acta Didactica 4/2004, Oslo, University of Oslo.

# Las enseñanzas de Ciencias y recomendaciones

ITECS 2013

**[Sen 2001]** Development as Freedom, Oxford, Oxford Paperbacks, 2001.

**[Sturman & Rudduck, 2009]** England's achievement in TIMSS 2007, London DCSF, 2009. Disponible en [www.dcsf.gov.uk/research](http://www.dcsf.gov.uk/research)

**[TIMSS,2008]** Trends in International Mathematics and Science Study, 2008. Disponible en <http://timss.bc.edu>



IT EDUCATIONAL CONSULTING SERVICES