

Test de Concordancia Script (TCS)

JUSTO BOGADO S.¹

INTRODUCCIÓN

El Test de Concordancia Script (TCS) es un moderno instrumento de evaluación destinado a medir el razonamiento clínico a partir del modelo clásico hipotético-deductivo y de la “teoría de script”, que trata de demostrar cómo está organizado el conocimiento del examinado para las acciones clínicas. La teoría de script deriva de la psicología cognitiva y se fundamenta en la existencia de redes conceptuales estructuradas en la memoria, cuya complejidad va creciendo con la experiencia clínica para, comprender, transformar, categorizar y actuar en frente a una situación clínica, portadora de incertidumbre.

La capacidad de reflexión y de razonamiento en la resolución de problemas clínicos representa el núcleo insustituible de la competencia clínica, poseedora de juicio y sagacidad. Este proceso cognitivo es tácito, pero se revela en la acción y en la toma de decisiones, en situaciones reales, donde el examinado debe reflejar su actuación en forma certera y competente, según las metas específicas: diagnóstico, investigación complementaria (exámenes de laboratorio, imágenes o procedimientos) o tratamiento.

Los script o guiones u organización de los conocimientos comienzan a aparecer cuando el estudiante se contacta con los primeros casos clínicos y son madurados y afinados con la experiencia clínica. El razonamiento del profesional experto, frente a un paciente o caso clínico, pasa por eventos, en los cuales hay activación automática y no analítica de las redes de conocimientos, que contienen datos clínicos relevantes de experiencias pasadas, reconociendo patrones. Estos patrones de enfermedad son fundamentales para emitir juicios relacionados.

El TCS aparece ante las limitaciones de los instrumentos escritos tradicionales, para evaluar el razonamiento clínico o para inferir o predecir competencias clínicas.

El TCS pone al examinado frente a casos clínicos escritos, pero auténticos, en los que debe interpretar datos para emitir un juicio y tomar decisiones. Dichas interpretaciones dependerán de la calidad del set de operaciones cognitivas que disponga y su toma de decisiones será comparada con la de grupos de expertos. De allí la importancia que tiene el entrenamiento temprano en el aprendizaje basado en problemas, a partir de la integración de los conocimientos biomédicos y de las ciencias clínicas.

ESTRUCTURA DEL TCS

El TCS comprende cuatro partes (Tablas 1 y 2):

1. *Viñeta Clínica (primera fila)*: Se describe la situación clínica real representativa, problemática y que requiera reflexión. Frente a un caso clínico, no están disponibles todos los datos para resolver un problema, el que suele ser confuso o mal definido. Justamente, la capacidad de raciocinio en contextos de incertidumbre para la resolución de un problema es la característica de la competencia profesional. El número de viñetas y su complejidad, varía según los objetivos de la evaluación (diagnóstica, formativa, sumativa o de certificación) y según los niveles a evaluar (estudiantes, residentes o profesionales de la salud).

Las pruebas diagnósticas, para identificar áreas de debilidad, tendrán un número importante de casos que son relativamente fáciles para la población general de los examinados. En las pruebas formativas, de discriminación, se construirán viñetas de mediana dificultad, de manera que la varianza de los resultados de los examinados será maximizada. El muestreo de los casos debe ser adecuado (tabla de especificaciones), que cubra el área de razonamiento deseado, es decir, que tenga validez de contenido.

¹ Médico. Unidad de Urología Sede Oriente, Departamento de Urología, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

Tabla 1. Ejemplo de Test de Concordancia Script (Diagnóstico)

Hombre de 59 años de edad que al tacto rectal presenta aumento de consistencia en el lóbulo derecho prostático						
Hipótesis (Diagnóstica)						
Ud. Piensa en:	Usted encuentra que:	-2	-1	0	+1	+2
Cáncer de próstata	Tiene APE de 2,0 ngs/ml					
Cáncer de próstata	Tiene APE de 4,0 ngs/ml y hace un año atrás tenía 2,5 ngs/ml					
Cáncer de próstata	Tiene APE de 5,0 ngs/ml					
Prostatitis aguda	Tiene dolor perineal, dolor al TR y APE de 15 ngs/ml					
Prostatitis crónica (incrustada)	No tiene dolor al TR y tiene APE de 1,0 ngs/ml					
- 2 Rechaza hipótesis						
- 1 Hipótesis poco probable						
0 Neutro						
+ 1 Apoya hipótesis I						
+ 2 Refuerza hipótesis						

TR = tacto rectal; APE = antígeno prostático.
Explicación de los puntajes en el texto.

Tabla 2. Ejemplo de Test de concordancia Script (Tratamiento)

Hombre de 38 años de edad que consulta por cólico renal izquierdo con cálculo de 1,5 cm en situación uretero-piélica y que se ve en la radiografía renal simple						
Hipótesis (Tratamiento)						
Ud. Piensa proponer el siguiente tratamiento:	Usted encuentra que:	-2	-1	0	+1	+2
Antiinflamatorios no esteroideos	Tiene función renal normal					1
Antibióticos	Está afebril	1				
Alfa-bloqueadores	Tiene presión arterial normal	0	0	0,7	0,3	0
Alcalinización de la orina	El pH urinario de 5,5	1				
Litotricia extracorpórea	Cálculo urinario radiopaco					1
-2 Tratamiento no útil o totalmente contraindicado						
-1 Tratamiento poco útil o eventualmente peligroso						
0 Neutro						
+1 Tratamiento útil						
+2 Tratamiento indispensable o casi indispensable						

- Hipótesis (primera columna):* Que pueden ser diagnósticas, de investigaciones complementarias o de opciones terapéuticas, relacionadas con la situación clínica descrita en la viñeta.
- Nueva información (segunda columna):* Relevante para cada hipótesis o ítem, independientes entre sí, necesarias para la resolución de los problemas. La nueva información debe tener un impacto positivo o aceptable que apoyan la hipótesis, elementos negativos o inaceptables que las rechazan o las hacen menos probables y elementos neutros que no tiene ningún efecto

sobre la hipótesis.

- Escala de Likert (tercera columna):* De cinco puntos, para las opciones de respuestas, con valores negativos a la izquierda, cero en posición neutra y valores positivos a la derecha (Tabla 1).

La construcción del TCS requiere un grupo pequeño de expertos, con los que se puede optimizar la creatividad y productividad. Diez o más expertos en su propio campo de experticia, dan sus opciones de respuestas y ellos mismos pueden elaborar el sistema de puntajes.

ELABORACIÓN DEL PUNTAJE

El puntaje para cada ítem está dado por la frecuencia que los expertos determinan para cada punto de la escala de Likert (escala de cinco puntos: -2, -1, 0, +1, +2). Es aconsejable que el número de expertos sea diez, como mínimo, para expresar la variabilidad de las respuestas, lo que hace más fiable al instrumento. Las respuestas de los expertos pueden ser las mismas para algunos ítems y diferentes en otros o no consensuados, dicha forma de ponderación no es arbitraria ya que refleja la manera en que los expertos dan sus resultados basados en su experiencia clínica.

El resultado del test es la suma de los puntajes obtenidos en cada ítem. El examinado tendrá mejor nota cuando sus respuestas tengan más coincidencias con las dadas por los expertos, es decir, cuando mayor concordancia haya con las redes conceptuales de éstos. Si, por ejemplo, para un determinado ítem, la distribución de las respuestas de los expertos es de 7 para un punto de la escala y 3 para otro, las calificaciones de los examinados que contestan de la misma manera sería 0,70 (7/10), 0,30 (3/10) y 0 para todos los demás (Tabla 2).

Con las respuestas del panel de expertos se elabora la rejilla de puntuación del test de script, la que es comparada con la de los estudiantes. Hecha la rejilla de respuestas, no hay interpretación de ellas, el test es objetivo, estandarizado y el sistema de puntaje es directo.

CUALIDADES Y UTILIZACIÓN DEL TCS

La literatura señala que el TCS ha demostrado tener interesantes propiedades psicométricas en términos de validez, confiabilidad, aceptabilidad, factibilidad e impacto educativo. Las cualidades de la medición se ven reforzadas por el riguroso control de todas las etapas de la construcción de la prueba.

TCS puede ser utilizado como evaluación diagnóstica, formativa o sumativa en pregrado, postgrado o en educación continua presenciales o a distancia.

CONCLUSIÓN

El TCS es un instrumento moderno y novedoso de medición del razonamiento clínico y de un juicio crítico acertado a partir del modelo clásico hipotético-deductivo y de la "teoría de script", cuyo objetivo no es medir conocimiento, sino la organización de dichas redes de conocimiento clínico. La capacidad de reflexión y del razonamiento clínico representa el núcleo central de la competencia clínica, de allí que es relevante su utilización en pregrado, postgrado y educación continua.

Sabiendo que la competencia clínica es una entidad multidimensional, el TCS no sustituye pero complementa a otros instrumentos de evaluación de las competencias clínicas como el Examen Clínico Estructurado y Objetivo ó la Prueba de Selección Múltiple.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bogado J, Lopez I. Percepción de la aplicación del Test de Concordancia SCRIPT (TCS) como instrumento de evaluación, por parte de los estudiantes de quinto año de Urología, Medicina Oriente, Universidad De Chile. *Rev Educ Cienc Salud* 2009; 7(1): 12-16.
2. Gagnon R, Charlin B, Coletti M, Sauvé E, Van der Vleuten C. Assessment in the context of uncertainty: how many members are needed on the panel of reference of a script concordance test? *Med Educ* 2005; 39: 284-291.
3. Gagnon R, Charlin B, Lambret C, Carrière B, Van der Vleuten, C. Script Concordance Testing: more cases or more questions?. *Adv in Health Sci Educ* 2009; 14: 367-375.
4. Charlin B, Brailovsky C, Roy L, Goulet F, Van der Vleuten C. The Script Concordance Test: A tool to assess the reflective clinician. *Teach Learn Med* 2000; 12(4): 189-195.
5. Charlin B, Brailovsky C, Leduc C, Blouin D. The diagnosis Script Questionnaire: A new tool to Assess a Specific Dimension of Clinical Competence. *Advances in Health Sciences Education* 1998; 3: 51-58.
6. Sibert L, Charlin B, Corcos J, Gagnon R, Grise P, Van der Vleuten C. Stability of clinical reasoning assessment result whit the Script Concordance test across two different linguistic, cultural and learning environments. *Medical Teacher* 2002; 24(5): 522-527.

Correspondencia:
Justo Bogado S.
El Bautisterio 848, Las Condes,
Santiago, Chile.
justo_bogado@yahoo.com



Exámenes no presenciales

David López, Fermín Sánchez, Josep-Llorenç Cruz, Agustín Fernández

Departamento de Arquitectura de Computadores
Universitat Politècnica de Catalunya, UPC-BarcelonaTech
Módulos C6 y D6, C/Jordi Girona, 1-3, 08034 Barcelona
david@ac.upc.edu , fermin@ac.upc.edu , cruz@ac.upc.edu, agustin@ac.upc.edu

Resumen

Los exámenes tradicionales están orientados a la evaluación sumativa, no a la formativa. Su objetivo es evaluar, no facilitar el aprendizaje, y debido a ello provocan un aprendizaje superficial más que un aprendizaje profundo: los estudiantes perciben que su futuro a corto plazo depende de su nota en un examen, por lo que orientan su estudio a aprobar dicho examen. En este artículo se propone una alternativa: un examen no presencial que realiza tanto evaluación sumativa como formativa. Es un tipo de examen que los estudiantes realizan fuera de clase a lo largo de un periodo de tiempo mucho más largo que el de un examen tradicional, lo que les ayuda a conseguir un aprendizaje profundo. En el artículo se presentan los resultados de una experiencia de 11 semestres utilizando este tipo de exámenes en una asignatura de la Facultat d'Informàtica de Barcelona.

Palabras clave: Modelos de evaluación, evaluación formativa, evaluación sumativa, evaluación de competencias, modelos de aprendizaje.

1. Reflexiones previas

Competencias profesionales

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone un cambio en el modelo de Universidad en Europa. La educación pasa de estar centrada en la enseñanza (el profesor) a un modelo centrado en el aprendizaje (los alumnos). Las titulaciones definen una serie de competencias que los alumnos deben adquirir a lo largo de su periodo de formación y los planes de estudio se deben organizar en función de éstas.

Una competencia profesional es el conjunto de conocimientos, responsabilidades, habilidades y actitudes que describen los resultados del aprendizaje de un programa educativo y que capacitan para el desarrollo de una actividad profesional. Existen dos tipos de competencias:

- Competencias transversales o genéricas: son las que, pese a no estar relacionadas con los conocimientos técnicos propios de la titulación, debe poseer un titulado con ese nivel académico.
- Competencias técnicas o específicas: son las relativas a los conocimientos técnicos propios de la titulación. Son más volátiles que las transversales.

Las competencias transversales no tienen por qué estar relacionadas con los conocimientos técnicos de la titulación, pero su posesión se considera básica para todo titulado de cierto nivel académico. Ejemplos de las mismas son: tener una

buena capacidad de expresión oral y escrita; ser capaz de buscar, seleccionar e integrar información; o ser capaz de planificar y organizar el estudio, tomando un rol protagonista en el aprendizaje. Estas competencias no se adquieren en una sola asignatura, sino a lo largo de la carrera, de ahí el nombre de “transversales”.

Los exámenes tradicionales suelen limitarse a evaluar las competencias técnicas. Resulta lógico: un estudiante en situación de estrés, ¿cómo puede buscar, filtrar y resumir información, siendo crítico con la misma, si no puede acceder a nueva información? ¿Cómo puede demostrar una capacidad de comunicación escrita cuando, debido a restricciones de tiempo, muchas veces no puede ni releer su examen?

Los exámenes tradicionales están orientados a calificar los conocimientos adquiridos, más que a ayudar a adquirirlos. Permiten evaluar, pero ¿permiten aprender?

Modelos de evaluación

Valero y Díaz de Cerio [9] distinguen entre evaluación formativa y evaluación sumativa:

- Evaluación formativa: la información se usa para guiar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje;
- Evaluación sumativa: la información se usa para determinar la calificación que acredita el nivel de aprendizaje alcanzado por el alumno.

Los exámenes tradicionales están orientados a realizar la evaluación sumativa, que es una de las tareas más importantes de la universidad: certificar los conocimientos adquiridos por los estudiantes. Sin embargo, cabe preguntarse si un examen tradicional es una buena herramienta para el aprendizaje. La pregunta que planteamos es: ¿un modelo de evaluación basado en exámenes tradicionales influye en el aprendizaje?

Un principio educativo bien conocido afirma que *la evaluación dirige el aprendizaje*. Como indican Felder y Brent [4], si los estudiantes saben que algo será evaluado, harán un intento serio de aprenderlo; sin esta motivación, muchos alumnos de ingeniería decidirán dedicar su tiempo de estudio a cosas que consideran más provechosas. Además, el sistema de evaluación que escojamos puede influir en el aprendizaje: Gibbs y Simpson [6] presentan diez condiciones bajo las cuales la evaluación ayuda al aprendizaje de los alumnos, demostrando la influencia de la evaluación en el volumen, enfoque y calidad del estudio, y la influencia de la realimentación en el aprendizaje.

En nuestra opinión, ante un examen tradicional los estudiantes orientan su estudio a lo que cuenta (o al menos, a lo que ellos perciben que cuenta) para poder aprobar dicho examen. Y orientan sus esfuerzos de acuerdo a esta percepción, produciéndose lo que Biggs [1] denomina *backwash effects*: escenarios en que el aprendizaje está orientado a cómo aprobar el examen más que a adquirir competencias.

Así pues, algunos estudiantes realizan un esfuerzo final para memorizar ciertas ideas, o a aprender “recetas” sobre cómo resolver ciertos tipos de problemas (los que han salido en exámenes de años anteriores) en lugar de aprender los conceptos del curso. Y esto lleva a un modelo de aprendizaje erróneo.

Modelos de aprendizaje

Podríamos decir que el EEES está basado en el constructivismo, al cambiar el centro de atención del profesor al estudiante, de la enseñanza al aprendizaje. El constructivismo, desarrollado entre otros por Vygotsky y Piaget, indica que el ambiente de aprendizaje más adecuado es aquel donde existe una interacción dinámica entre los instructores, los alumnos y las actividades que proveen oportunidades para los alumnos de crear su propia verdad, gracias a la interacción con los otros.

A modo de ejemplo, el constructivismo nos dice que si usted, apreciado lector, lee este texto, probablemente lo olvide tras un corto lapso de tiempo. En cambio, si explicara los conceptos descritos a una tercera persona, usando sus propias palabras, y parándose a meditar (y estudiar) cuando encuentra una laguna en su discurso, entonces los conceptos que está leyendo quedarían mucho más grabados en su mente [8].

Hay críticas al constructivismo, en particular debido a que asume que los alumnos quieren aprender (y no aprobar, como pasa demasiado a menudo) y a que ignora las capacidades cognitivas de la memoria en el aprendizaje. Sin embargo, hay muchos estudios que indican que los métodos desarrollados a partir de estos conceptos tienen una influencia muy

positiva en el aprendizaje.

Así, Entwistle [3] nos habla del aprendizaje superficial y del aprendizaje profundo. En esta división, un alumno que haya realizado un aprendizaje superficial estudia sin un propósito o estrategia definida, trata lo aprendido como bloques de conocimiento no relacionados, memoriza hechos y recetas para resolver problemas y encuentra difícil cada idea nueva. Sin embargo, si ha trabajado para conseguir un aprendizaje profundo es capaz de relacionar las nuevas ideas con conocimientos y experiencias previas, buscar patrones y teorías subyacentes, buscar evidencias y relacionarlas con las conclusiones. El aprendizaje superficial es rápidamente olvidado mientras que el profundo se recuerda.

Muchos estudiantes, en su ansia por aprobar un examen tradicional que definirá si superan o no la asignatura, realizan un aprendizaje superficial. Aunque no podemos aportar datos concretos para esta afirmación, sí que podemos apuntar ciertos hechos que apuntan en esa dirección:

1. Los estudiantes solicitan exámenes de años anteriores resueltos, así como que los profesores resolvamos muchos ejercicios en clase sin ni siquiera haber intentado resolverlos antes por sí mismos (orientación a un esfuerzo final, memorizando recetas).
2. Cuando un enunciado de examen tradicional resulta novedoso en su planteamiento (que no más difícil) suele aumentar el número de suspendidos (no hay adaptación a ideas nuevas o a escenarios desconocidos).
3. Muchos alumnos muestran un gran desconocimiento de conceptos que se han estudiado en asignaturas anteriores que ya han aprobado (pérdida rápida de conocimientos adquiridos).

A la vista de estos hechos podríamos afirmar que, aunque los estudiantes que han realizado un aprendizaje profundo normalmente aprueban con buena nota un examen tradicional, aprobar un examen tradicional no implica haber realizado un aprendizaje profundo. Es más, cabe plantearse si un examen tradicional es un buen método para facilitar un aprendizaje profundo.

2. Propuesta: exámenes no presenciales

En este trabajo proponemos un examen no presencial (de ahora en adelante, ENP) en el cual cuando se les proporcione el enunciado de examen a los alumnos, estos se lo puedan llevar a casa para resolverlo, dándoles un largo periodo de tiempo para entregarlo (por ejemplo, una semana o 10 días). Naturalmente, un ENP no debería poderse contestar en el tiempo de un examen normal, sino que debería requerir un esfuerzo mayor (por ejemplo, 10 horas de trabajo para aprobar, más para sacar una buena nota)

Los ENP tienen un gran inconveniente: ¿cómo garantizamos un comportamiento ético por parte de los estudiantes? Hay mecanismos para garantizar que los estudiantes no hagan trampas, como veremos más adelante, pero primero estudiaremos las ventajas que convierten los ENP en una poderosa herramienta para el aprendizaje.

3. Ventajas de un ENP

Cambia la motivación

En un examen tradicional ponemos al estudiante en una situación de estrés, dándole un tiempo limitado y acceso a una cantidad de información limitada (a menudo, solamente aquella que ha podido memorizar). En cambio, un ENP no está limitado por el tiempo ni por la disponibilidad de recursos.

Ante la situación de no tener que estudiar para un futuro enunciado desconocido, sino tener que resolver un enunciado conocido disponiendo de tiempo y recursos, los alumnos cambian de mentalidad. Nuestra experiencia indica que los estudiantes intentan dedicar tiempo a contestar *todas* las preguntas y *en profundidad*. Para muchos estudiantes su objetivo deja de ser *aprobar* para convertirse en *obtener una buena nota*. En parte, este cambio se produce por lo que denominamos el síndrome “si trabajo apruebo”.

Pongamos un ejemplo: sea un estudiante que se plantea dedicar 12 horas a estudiar una asignatura los 10 días anteriores al examen final tradicional, y que dedicará otras 3 horas a resolver el examen en el aula. Muchos estudiantes dedicarán las 12 horas de estudio a revisar una y otra vez problemas de exámenes de años anteriores para tratar de extraer un patrón y aprender recetas de “cómo aprobar el examen”. Sin embargo, son conscientes de que este trabajo puede ser en vano si tienen un mal día, el examen pregunta algo “diferente” o simplemente han errado en su planteamiento de qué estudiar. Es decir (y esto lo sabemos todos de nuestra época de alumnos), estudiar mucho no implica aprobar y la razón es porque estamos estudiando mal, ya que nos orientamos a un aprendizaje superficial.

Si el mismo estudiante dedica las 15 horas que pensaba dedicar (estudio más resolución de examen) a resolver un ENP, es más que probable que el estudiante acabe aprobando. ¿Ha hecho trampa? No, simplemente su estudio ha sido guiado por las preguntas del examen y le aprovecha más. El estudiante tiene la sensación de que todas las horas que dedica se reflejan en la nota final. Y sabiendo que la nota que obtenga será función de las horas dedicadas, la motivación para dedicar tiempo es muy distinta.

Se da un aprendizaje profundo

Como decíamos en el punto anterior, ante un examen sin la presión del tradicional los estudiantes pueden ser guiados por las preguntas en su proceso de aprendizaje. Se les puede animar a expresar con sus propias palabras lo que han aprendido, sin la presión del tiempo y, sobre todo, permitiéndoles

reflexionar, descubrir qué es lo que no habían entendido, estudiarlo de nuevo consultando más fuentes y llenando, por tanto, las lagunas en su conocimiento. Este punto permite un aprendizaje profundo. ¿Por qué?

En parte porque no sólo quitamos la presión de tener restricciones de tiempo y recursos a los estudiantes, sino también a los profesores. Hay veces que no ponemos ciertas preguntas en los exámenes por la cantidad de tiempo y esfuerzo que requeriría contestarlas. Sin embargo en un ENP podemos hacer preguntas más sofisticadas, complejas y largas y ser mucho más exigentes con la calidad de las respuestas.

Si los estudiantes son conscientes de que se les exigirán respuestas completas, justificadas, concisas y claras (y viendo que su esfuerzo será recompensado) dedicarán tiempo a pensar las respuestas, a completarlas y a buscar más información, meditando sobre los conceptos preguntados y rellenando los huecos en su conocimiento, y por tanto, realizando un aprendizaje profundo.

Se puede preguntar el temario completo y en profundidad

Otro de los problemas del examen tradicional es que algunos alumnos estudian un subconjunto de temas de la asignatura, dejando algunos sin mirar debido a que raramente aparecen en los exámenes finales o a que cuando aparecen preguntas de ese tema valen muy pocos puntos o a que su objetivo es únicamente aprobar, no sacar una buena nota. Por esto tratan de optimizar su esfuerzo enfocándolo a resolver las preguntas de sólo una parte de la asignatura. Del mismo modo, de algunos temas se limitan a estudiar los dos o tres tipos de problemas más típicos, sin profundizar en el conocimiento. Esto normalmente se traduce en preguntas que los estudiantes dejan en blanco o a las que responden cualquier cosa para intentar arañar alguna décima.

En un ENP, al no estar limitados por el tiempo ni por los recursos a consultar, podemos hacer preguntas que cubran todo el temario. Incluso preguntas que impliquen la lectura de un capítulo de libro o las prácticas de otros estudiantes, la evaluación de un producto o el desarrollo de un pequeño programa para dar con la respuesta.

Como el tiempo no es un problema, podemos incluso exigir que *todas* las preguntas sean contestadas con una nota mínima, de manera que les guiamos en qué queremos que estudien, y a qué nivel de profundidad, lo que se convierte en una enriquecedora experiencia de aprendizaje.

Es útil para la evaluación de competencias transversales

Decíamos que un ENP nos puede permitir ser muy exigentes, ya sea en la cantidad de conceptos preguntados o en la calidad de la respuesta. Esto hace que sea muy útil como herramienta para evaluar competencias transversales tales como comunicación, lengua extranjera, pensamiento crítico, uso

adecuado de recursos de información, sostenibilidad o aprendizaje autónomo.

Por ejemplo, podemos exigir respuestas con ortografía y sintaxis correctas, claramente escritas y razonadas. Podemos hacer preguntas que exijan buscar muchas fuentes de información, tener una visión global de la asignatura, realizar una crítica de un trabajo o producto o tomar decisiones razonadas entre diversos productos. Incluso podemos exigir conceptos como evaluar el impacto ecológico y social de diversas soluciones a un problema. Y si las fuentes de información están en inglés (o se exigen algunas respuestas en inglés) se evalúa también la lengua extranjera.

Además, un ENP, dado que es mucho más exigente y largo que un examen tradicional, ya requiere planificación, gestión del tiempo, iniciativa, aprendizaje autónomo y razonamiento. Incluso se puede evaluar trabajo en equipo (como veremos en una sección posterior) algo complicado en un examen tradicional.

Por supuesto, un ENP también permite evaluar las competencias técnicas (de hecho, mejor que un examen tradicional, al poder ser más exigente y preguntar todo el temario) por lo que puede sustituirlo perfectamente.

Corregir es agradable

Muchos profesores consideran que corregir exámenes es la más pesada de las tareas de nuestro oficio. Algunos profesores toman el atajo de hacer exámenes de respuesta múltiple (generalmente conocidos como de tipo test), o con una única respuesta correcta posible, de manera que son más fáciles de corregir. A menudo, una baja dedicación del profesorado a preparar un enunciado o a corregir es lo que conduce a exámenes “típicos”, donde siempre se preguntan pequeñas variantes sobre lo mismo, y que resultan en el estudio de recetas por parte de los alumnos, provocando aprendizaje superficial. Y esto es lo que queremos evitar con los ENP.

Sin embargo, poder exigir respuestas completas, bien escritas, razonadas e incluso con buena caligrafía hacen que, de repente, corregir sea mucho más agradable. Incluso, en nuestra experiencia con este tipo de exámenes, hemos leído soluciones que nos han sorprendido con puntos de vista nuevos o informaciones de las que no éramos conscientes, permitiéndonos aprender.

4. Inconvenientes de un ENP

Desgraciadamente, no todo son ventajas. También hay inconvenientes, algunos muy obvios y otros no tanto. Por fortuna, estos inconvenientes pueden ser paliados.

Comportamiento poco ético

A todos los profesores nos preocupa que un estudiante pueda superar un examen con métodos poco éticos y esta

preocupación aumenta ante la naturaleza misma del ENP. Podríamos confiar en un sistema de honor como el descrito por Camahort y Abad [2]. La alternativa es atacar la naturaleza misma de las preguntas del examen. Si estas fueran de respuesta múltiple, o con una única, o un conjunto muy limitado, de respuestas correctas posibles, la posibilidad de que las respuestas de dos alumnos coincidieran sin que se hubiera producido fraude serían muy elevadas, de manera que no habría manera de discernir si los alumnos han hecho trampa o no.

Sin embargo, con el tipo adecuado de preguntas es muy difícil que dos respuestas coincidan. Un ENP debe tener preguntas abiertas, con muchas respuestas correctas y que se pueden contestar con diversos niveles de profundidad. Además, no deberían poder contestarse con un *copiar y pegar* de algún libro, manual o página web, sino que la respuesta debería exigir un cierto nivel de razonamiento, con la búsqueda y contraste de información. Además, los estudiantes deberían citar sus fuentes y efectuar elecciones dentro de sus respuestas, de manera que fuera muy difícil que dos respuestas coincidieran sin que se hubiera producido fraude. De esta manera, una copia es fácilmente detectable.

Pero incluso podemos ir un poco más allá: usar preguntas abiertas, donde los estudiantes perciban inmediatamente que si copian serán atrapados *ipso facto*, previene las copias. En nuestro centro las copias detectadas son reportadas al jefe de estudios y los estudiantes involucrados sufren las consecuencias, que pueden ir desde una anotación en su expediente académico hasta la expulsión de la universidad en caso de reiteración. Si los estudiantes son informados explícitamente sobre estas normativas, y al mismo tiempo saben que esforzándose pueden garantizar el aprobado, concluyen que el riesgo de un comportamiento poco ético no compensa.

Otro tipo de comportamiento inadecuado sería no una copia entre estudiantes del mismo curso, sino la suplantación, es decir, que alguien que no se presenta al examen resolviera el ENP en lugar del estudiante. Este comportamiento puede ser contrarrestado con una prueba de validación presencial. La prueba de validación es una prueba corta donde el estudiante responde una serie de preguntas orientadas a saber si ha sido el autor del contenido del ENP. Las preguntas deben ser tales que no se limiten a volver a explicar lo que ya contestaron, sino a realizar nuevos razonamientos que justifiquen la autoría del ENP. Esta prueba de validación debe tener un resultado binario (superada/no superada) y en ningún momento influir en la nota numérica final, más allá de la validación de la autoría del ENP.

Finalmente, algunos colegas nos han planteado un tipo de comportamiento poco ético no contemplado en los casos anteriores: el de estudiantes que resuelvan el examen en grupo, o que lean las respuestas de otros compañeros para “inspirarse”.

Para nosotros, este comportamiento no es problemático. No es sino el equivalente a “estudiar con los compañeros”. Como hemos dicho antes, las respuestas deben ser suficientemente diferentes como para que cada estudiante haya tenido que trabajarla, aunque se junte con otros estudiantes y se hayan explicado cosas. Incluso es bueno que colaboren: es un

proceso que ayuda al aprendizaje profundo y lo importante no es que hayan hecho el examen sin ninguna ayuda, sino que hayan aprendido. Si un compañero ayuda a otro a arrancar, pero las respuestas son lo suficientemente diferentes como para pasar los filtros anti-trampa, entonces ambos alumnos han trabajado y aprendido.

Dedicación del alumno y sincronización

Los ENP requieren un tipo determinado de enunciados. No se puede hacer un examen de respuesta múltiple o con una única respuesta correcta posible, por lo que el ENP es claramente más costoso de preparar y corregir que un examen de estos tipos. Como hemos indicado anteriormente, los exámenes que inciden sobre el aprendizaje profundo son aquellos que realizan preguntas abiertas, donde no hay preguntas “típicas” y no se pueden aplicar recetas. Por tanto, si queremos hacer un examen que ayude al aprendizaje deberíamos plantear preguntas de este tipo, independientemente de si el examen es presencial o no. Quizá un ENP sea más largo de elaborar y de corregir, pero como también se indicó anteriormente, si exigimos buenas respuestas, corregir deja de ser una tarea pesada para ser más agradable y rápida, de manera que aunque haya que evaluar más preguntas, estas se evalúan más rápidamente que preguntas escritas bajo presión en un examen presencial.

Por lo que respecta al incremento de tiempo para el alumno, no es realmente un problema si está contemplado dentro de los créditos de la asignatura. El tiempo que antes un alumno dedicaba a estudiar ahora lo dedica resolver el examen realizando, de hecho, un estudio guiado. El tiempo dedicado puede ser el mismo, pero se dedica no a memorizar recetas, sino a resolver problemas y profundizar en conceptos.

El problema con el tiempo de dedicación de los estudiantes no es el trabajo total que implica un ENP, sino que en momentos determinados del curso los alumnos se vean desbordados de trabajo, por ejemplo si deben realizar diversos ENP simultáneamente. Esto requiere un esfuerzo de coordinación entre profesores para que la dedicación semanal del estudiante no supere en ningún momento lo razonable para que pueda dedicarse a resolver los ENP, asistir a sus clases, entregar sus prácticas, etc. Nuestra recomendación es calcular cuántas horas a la semana deben dedicar los alumnos a nuestra asignatura, y adaptar el tiempo del examen. Por ejemplo, si nuestra asignatura es de 6 créditos y contamos 25 horas por crédito y 18 semanas de curso (incluyendo las de exámenes), nos sale una dedicación de un poco menos de 8 horas y media semanales. Si calculamos unas 15 horas de dedicación a solventar el ENP, eso significa que, durante casi dos semanas los estudiantes no deberían dedicar a nuestra asignatura más tiempo que el que dedican al examen (es decir, ni clases, ni prácticas, ni presentaciones, ni ninguna otra actividad). Así se elimina la necesidad de sincronización con el resto de asignaturas

5. Elaborando enunciados para un ENP

En esta sección vamos a analizar cómo deberían formularse las preguntas de un ENP. Sin embargo, sólo es una guía elaborada desde nuestra experiencia, que no abarca todas las áreas de conocimiento de la informática. Debemos decir, pues, que cada profesor debe adaptar el ENP a su asignatura, con la mentalidad abierta y pensando que cualquier conocimiento debe poder preguntarse con cuestiones abiertas, que fuercen a pensar (y a aprender) a los estudiantes.

Formato y condiciones del examen

La extensión y complejidad del examen eliminan cualquier intento de realizarlo en un espacio de tiempo breve y sin pausas. Los alumnos deben saber a principio de curso cómo será el examen, en qué fechas se realizará y cuánto tiempo se espera que le dediquen. Conocer las reglas del juego les ayudará a realizar una planificación del tiempo a dedicar durante esos días.

Debe exigirse que el examen se entregue como si fuese un documento final, sin los habituales tachones, frases mal construidas ni incoherencias de los exámenes convencionales. Para que el alumno reflexione sobre las respuestas que va a escribir y evite la tentación de realizar copias literales de párrafos obtenidos de diversas fuentes, se puede pedir que las respuestas sean manuscritas. Es interesante que escriba un borrador de su respuesta y vaya refinándola hasta obtener una respuesta satisfactoria en contenido, síntesis, completitud, claridad y redacción. Es interesante también que el enunciado disponga de algún sistema (como marcas de agua, por ejemplo) para evitar que lo fotocopien (indicándoles que fotocopiarlo está prohibido), de manera que tengan que estar seguros de su respuesta antes de pasarla a limpio manuscrita.

El enunciado del examen debe tener un espacio asignado para cada respuesta. Esto limita la extensión de la respuesta, forzando al alumno a asimilar y entender el contenido antes de redactarlo con un estilo propio, sintetizándolo en un espacio preestablecido.

Para que los estudiantes se tomen en serio este tipo de examen, las capacidades de buscar, seleccionar, integrar y resumir información, así como las capacidades de argumentar y justificar lógicamente las decisiones tomadas deben ser evaluadas, igual que la concisión/nivel de redacción, la claridad/legibilidad, la gramática, la ortografía y la caligrafía/pulcritud. Es decir, deben evaluarse una serie de competencias transversales.

Algunos profesores han mostrado su preocupación ante el hecho de que, si evaluamos estas competencias en un examen, un estudiante puede aprobar la asignatura con mala nota técnica, pero buena nota en competencias transversales. Para evitar esta situación existen mecanismos, como evaluar la parte técnica con una nota entre 0 y 5, y evaluar las competencias transversales con otra nota entre 1 y 2, siendo la nota final de

examen el producto de las dos anteriores. Esto garantiza la necesidad de una nota mínima en la parte técnica para aprobar el ENP, al tiempo que da mucho peso en la nota a las competencias transversales, haciendo que los estudiantes se esfuercen en ellas.

Preguntas en un ENP

Para desarrollar un aprendizaje profundo un estudiante debe entender la respuesta para poder plasmarla con sus propias palabras. Pueden realizarse preguntas cuyo contenido técnico no tenga por qué ser difícil, pero que sea difícil resumirlo en un espacio delimitado, con sus propias palabras y su propio estilo, que será distinto al de sus compañeros. Deben plantearse preguntas que requieran consultar los apuntes del curso, y los trabajos/ proyectos del curso (si hubiera), especialmente los de sus compañeros si tienen encargos diferentes. Igualmente, se deberían realizar búsquedas en la bibliografía recomendada y en Internet. Debe proponerse un examen formado por preguntas que no se respondan con una única opción, un número o una simple frase, sino que el alumno necesite elaborar y estructurar sus respuestas. Este tipo de preguntas nos permiten valorar la capacidad del alumno de organizar, integrar, sintetizar y argumentar la información. Además, podemos valorar su habilidad para utilizar el vocabulario y los conceptos propios de nuestra área de conocimiento.

Hay varios tipos de preguntas que podemos poner en este examen. Un primer tipo son aquellas preguntas donde se debe buscar información de diversas fuentes para generar la respuesta, y la cantidad de fuentes e información es muy extensa. Con este tipo de preguntas podemos valorar la capacidad de buscar, seleccionar e integrar la información obtenida y sintetizarla en una respuesta breve. Resulta interesante plantear alguna pregunta en que sepamos que el primer resultado ofrecido por el buscador más popular de Internet obtenga datos erróneos. Así podemos ver si el alumno se ha quedado únicamente con la primera información obtenida o ha contrastado esa información con distintas fuentes.

Podemos proponer preguntas sobre la opinión de algún producto/sistema/protocolo/algoritmo; preguntas en las que los alumnos deban comparar productos seleccionando las características más destacadas y mostrando las ventajas e inconvenientes de cada uno; y preguntas en las que los alumnos deban realizar una elección de un producto justificando su decisión (que debería ser muy personal y diferente para cada alumno, evitando así las copias).

En los temas novedosos, es habitual que haya bastante desinformación, así como información distorsionada. Se puede proponer alguna pregunta sobre estos temas para ver la capacidad de los alumnos para presentar una información que no es precisa y que puede no ser cierta. Los alumnos deben presentar la respuesta opinando y justificando la credibilidad de sus fuentes.

Otro tipo de preguntas se basa en que el alumno debe seleccionar las 2 ó 3 características más importantes de un producto, justificando por qué cree que esas son las más impor-

tantes, o preguntas en las el alumno debe escoger, entre múltiples opciones posibles, la más adecuada bajo unas determinadas circunstancias (que pueden variar de un alumno a otro).

Para acabar, se puede pedir incluso alguna pregunta que deba resolverse en grupo, discutiendo la respuesta, pero que cada estudiante deba exponer su respuesta desde un punto de vista diferente (de la gestión de redes, de la seguridad, del económico,...)

6. Aplicación: el caso de APC

La asignatura Arquitectura del PC

Arquitectura del PC (APC) era una asignatura de libre elección de la antigua carrera de Ingeniería en Informática de la Facultat d'Informàtica de Barcelona, en la Universidad Politècnica de Catalunya – BarcelonaTech. Actualmente, ha pasado a formar parte del grado en Ingeniería Informática como asignatura optativa. El objetivo de APC es ofrecer a los alumnos conocimiento sobre el pasado, presente y futuro de los ordenadores y de sus componentes, ligando los conceptos teóricos estudiados en la carrera con su plasmación en productos reales y su evolución a lo largo del tiempo. Igualmente, la asignatura tiene otros objetivos: ha sido un campo de pruebas para la incorporación de competencias transversales [7]. Entre los objetivos de APC se incluye trabajar el pensamiento crítico, la comunicación oral y escrita, la toma de decisiones, la búsqueda e integración de información y la sostenibilidad y el compromiso social.

El curso se basa en clases magistrales, aunque los estudiantes deben desarrollar un trabajo. Una quinta parte de las clases se dedican a la presentación de estos proyectos ante el grupo. Los trabajos pueden estar relacionados con temas técnicos o temas éticos, como dispositivos para discapacitados, o el proyecto One Laptop per Child. Estos proyectos están orientados al estado del arte de la tecnología, incluso aquellos relacionados con temas éticos. Una parte importante de la nota del proyecto deriva de su contenido técnico, pero otra parte proviene de la calidad de la búsqueda de información, la escritura de la memoria, la presentación pública o las conclusiones presentadas.

Los alumnos también participan en unas clases de laboratorio consistentes en reparar ordenadores personales, aquellos de los que nuestra Universidad se deshace por viejos o estropeados. Estos ordenadores se reparan si es posible, o se separan las piezas útiles para reparar otros, y las piezas inútiles se envían a un centro de reciclaje adecuado. Los ordenadores reparados se utilizan en proyectos de cooperación. El lector interesado puede encontrar más información sobre este laboratorio en Franquesa *et al* [5].

Debido a la cantidad de proyectos presentados por los alumnos y a la naturaleza del laboratorio, la matrícula de la asignatura está limitada a 20 alumnos. La asignatura se impartió por primera vez en 2004, en un principio los dos semestres del año. Sin embargo, nos encontramos que los grupos no se

llenaban (llegamos a tener sólo 12 estudiantes por clase) por lo que se decidió ofrecer la asignatura sólo en el semestre de otoño. Desde entonces se suelen llenar las 20 plazas ofertadas.

La nota final de la asignatura proviene en un 40 % del proyecto presentado, un 20 % del laboratorio y un 40 % del examen final. Este examen final ha sido no presencial desde la primera edición de la asignatura.

El examen consiste en 16 preguntas y los alumnos disponen en actualidad de 10 días para contestarlo (los primeros años fueron 7 días). Para contestar las preguntas se deben consultar los apuntes del curso, los proyectos de otros estudiantes, la bibliografía recomendada y buscar información por Internet. La información recogida debe ser procesada para generar una respuesta manuscrita clara, concisa, razonada y completa. El examen se imprime con marcas de agua por los motivos explicados en una sección anterior. La nota final se obtiene valorando las competencias técnicas y las transversales. Entre otras, se evalúa la habilidad para encontrar, seleccionar, integrar y sintetizar información, para argumentar y justificar decisiones, así como para comunicar estas decisiones de manera efectiva. La nota técnica se evalúa entre 0 y 5, mientras que la nota de competencia transversal se hace entre 1 y 2, siendo la nota final su producto.

Calculamos que se requieren al menos 10 horas para contestar el examen y más para obtener una buena nota. Los alumnos conocen desde principio de curso el tipo de examen y las fechas entre las que se celebrará. Solemos eliminar al menos una de las clases de teoría durante el periodo del examen.

Resultados

APC se ha impartido en 11 semestres, utilizándose un ENP en las 11 ocasiones. Para recoger las opiniones de los alumnos se realizaron encuestas anónimas sobre la metodología utilizada tanto para las clases como para la evaluación, con resultados muy positivos. Sin embargo, hace 6 ediciones nos planteamos que necesitábamos información más exhaustiva para realizar un análisis más adecuado de la metodología, por lo que separamos la encuesta en dos partes. Por un lado, una encuesta corta y anónima en la cual los estudiantes expresaban su opinión sobre los profesores, la asignatura, etcétera. Por otro lado, una encuesta mucho más elaborada con preguntas más específicas como «¿Cuánto tiempo has dedicado a contestar el examen?» o «¿Cuántas páginas web consultaste durante la realización del ENP?» La encuesta ha acabado con más de 100 preguntas (alguna de ellas abiertas) siendo 14 de ellas referentes al ENP. Estas preguntas no incluyen opiniones personales, por lo que el anonimato ya no es necesario. Al eliminar el anonimato de esta encuesta, pudimos cruzar la información obtenida con los resultados académicos de los estudiantes. En este punto queremos hacer notar que la encuesta no anónima era de realización completamente voluntaria.

El análisis que presentamos a continuación proviene de las encuestas completas de los últimos 6 semestres, en los cuales 90 estudiantes (la práctica totalidad de los matriculados) contestaron la encuesta.

- El 77 % de los estudiantes afirmaron haber pasado más de 4 horas buscando información en Internet. El 59 % del total habían consultado más de 20 páginas web, y otro 36 % entre 11 y 20 páginas.
- Un 62 % de los estudiantes afirmaron no haber consultado ni un solo libro durante la realización del examen. Sólo un 4 % afirmó haber consultado 3 o más libros.
- Los trabajos de otros estudiantes se consultan. El 83 % de los estudiantes afirman haber leído uno o más proyectos de sus compañeros durante la realización del examen.
- El 77 % de los estudiantes pasaron más de dos horas consultando el material del curso (las transparencias usadas por los profesores en las clases magistrales).
- El 94 % de los estudiantes escribieron un borrador de todas sus respuestas antes de escribirlas en las páginas con marcas de agua. Sólo 6 estudiantes afirmaron haber escrito directamente en el examen (y justamente han sido los 6 que han sacado peor nota en la asignatura)
- El 69 % de los estudiantes afirman haber dedicado más de 10 horas a resolver el examen. Como era esperable, existe una fuerte correlación entre el tiempo dedicado a contestar el examen y la nota final.
- El 82 % de los estudiantes están de acuerdo con la necesidad de evaluar las competencias transversales dentro del examen. Sólo el 6 % de ellos se oponía con contundencia. A pesar de que el sistema de evaluación y la importancia en la asignatura de las competencias transversales aparece claramente explicado en la guía docente, un 83 % de los estudiantes afirma no ser consciente de este hecho en el momento de la matrícula. Sin embargo, un 81 % considera que este énfasis en dichas competencias mejora sustancialmente la asignatura, encontrándolo incluso esencial.
- Un alto porcentaje de los estudiantes (el 89 %) prefieren este tipo de exámenes a uno más convencional. Sin embargo, un 64 % lo considera muy exigente y afirma haber dedicado más tiempo a resolver el ENP del que hubiera dedicado a estudiar si hubiera sido un examen tradicional. Sólo 6 estudiantes (un 7 %) afirman haber preferido una examen tradicional.
- El 43 % considera que una semana es tiempo suficiente para acabar el examen. Este número se incrementa al 80 % en el caso de 10 días.
- Un 59 % de los estudiantes consideran haber aprendido mucho en el examen, y que puede considerarse como «la última lección del curso».

A la luz de los datos de estas encuestas, concluimos que APC es una asignatura altamente apreciada por los estudiantes, en términos de utilidad de lo aprendido y de cumplir las

expectativas que tenían en el momento de matricularse. Asimismo, consideramos que el ENP cumple con los objetivos que nos planteamos como educadores cuando lo diseñamos.

7. Conclusiones y últimas reflexiones

Hemos presentado aquí un trabajo teórico sobre los exámenes no presenciales (ENP), junto con su aplicación en una asignatura durante 11 semestres. Hemos visto las grandes ventajas que ofrece un ENP respecto a un examen tradicional, cómo diseñar enunciados y cómo solventar los posibles problemas asociados al ENP (especialmente el de comportamiento fraudulento por parte de los estudiantes). Podríamos acabar aquí concluyendo que el ENP es una poderosa herramienta para promover un aprendizaje profundo, pero queremos acabar con una última reflexión.

Cuando hemos explicado el concepto de ENP en otros foros, algunos colegas nos indicaron que les gustaba mucho la idea, pero para implementarla *además* del examen final tradicional. Este planteamiento es, para nosotros, un error. Para que realmente sea útil, el ENP debe sustituir al examen final. Pensemos que, tal y como lo hemos descrito, el ENP es muy exigente. Si tenemos una asignatura de 6 créditos, a 25 horas de trabajo del estudiante por crédito, y un ENP de 15 horas, éste ya representa el 10% del tiempo total de la asignatura. Como hemos indicado a lo largo del artículo, el objetivo del ENP es guiar el estudio y realizar un aprendizaje profundo, pero tiene un alto coste en dedicación. Si un gran coste no tiene una gran recompensa en la nota, volveremos al caso en que nuestros alumnos sobrecargados no dedicarán tiempo a resolver el ENP y por tanto perderá todas sus virtudes. Como profesores debemos conseguir que nuestros estudiantes aprendan y se conviertan en los profesionales que la sociedad nos demanda y los ENP pueden ser una poderosa herramienta para ayudarnos a conseguir este objetivo.

Agradecimientos

A los alumnos de APC, que llevan 11 cuatrimestres disfrutando del ENP, por su ilusión y su imprescindible realimentación. A la Facultat d'Informàtica de Barcelona, por permitirnos experimentar y por apoyar nuestras locas ideas. Al comité directivo de JENUi, por considerar la versión reducida de este artículo como uno de los dos mejores trabajos presentados en JENUi 2012.

Referencias

- [1] John Biggs: The reflective institution: Assuring and enhancing the quality of teaching and learning. *Higher Education*, vol. 41, núm. 3, pp. 221–238, 2001. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1004181331049?LI=true#page-2>
- [2] Emilio Camahort y Francisco Abad: *Métodos alternativos de evaluación basados en el sistema de honor*. Actas del Jenui 2002. pp. 223–230, Cáceres 2002. Disponible en http://bioinfo.uib.es/~joemi/aenui/procJenui/Jen2002/Cac247_254.pdf
- [3] Noel Entwistle: Styles of learning and approaches to studying in higher education. *Kybernetes*, vol. 30, núms. 5/6, pp. 593–602, 2001.
- [4] Richard M. Felder, y Rebecca Brent: Designing and Teaching courses to Satisfy the ABET Engineering Criteria. *Journal of Engineering Education*, vol. 92, núm. 1, pp. 7–25, enero 2003. Disponible en [http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ABET_Paper_\(JEE\).pdf](http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/ABET_Paper_(JEE).pdf)
- [5] David Franquesa, Josep-Llorenç Cruz, Carlos Alvarez, Fermín Sánchez, Agustín Fernández y David López: The Social and Environmental Impact of Engineering Solutions: from the Lab to the Real World. *International Journal of Engineering Education* vol. 26, núm. 5, pp. 1144–1155, octubre 2010.
- [6] Graham Gibbs y Claire Simpson: Conditions Under Which Assessment Supports Students' Learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, vol. 1, núm. 1, pp. 3–31. 2005. Disponible en http://www.londonmet.ac.uk/library/r71034_39.pdf
- [7] David López, Fermín Sánchez, Josep-Llorenç Cruz y Agustín Fernández: *Developing Non-technical Skills in a Technical Course*. Proceedings of the 37th Frontiers in Education Conference, pp. F3B5–F3B10. Milwaukee, WI, USA, octubre 2007. Disponible en <http://fie-conference.org/fie2007/papers/1053.pdf>
- [8] Jérôme Proulx: Constructivism: A re-equilibration and clarification of the concepts, and some potential implications for teaching and pedagogy. *Radical Pedagogy*, Vol. 8, núm. 1, 1996. Disponible en http://radicalpedagogy.icaap.org/content/issue8_1/proulx.html.
- [9] Miguel Valero-García y Luis M. Díaz de Cerio: *Evaluación continuada a un coste razonable*. Actas del Jenui 2003, pp. 183–190, Cadiz, 2003. Disponible en <http://bioinfo.uib.es/~joemi/aenui/procJenui/Jen2003/vaeval.pdf>



David López (Barcelona, 1967) es profesor titular en la Universitat Politècnica de Catalunya, con docencia en la Facultad de Informática de Barcelona desde 1991. Desde 2004 se dedica a temas de educación, ética y sostenibilidad en la informática, habiendo publicado más de 40 artículos en estos temas. Actualmente es el presidente de la ONG Tecnología

para todos (TxT). El Dr. López es miembro de AENUI.



Fermín Sánchez Carracedo (Barcelona, 1962) es profesor titular en la Universitat Politècnica de Catalunya, con docencia en la Facultad de Informática de Barcelona (FIB) desde 1987. Desde Mayo de 2007 es vicedecano de innovación de la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales

y autor y coautor de varios libros. El Dr. Sánchez es miembro de AENUI.



Jospe-Llorenç Cruz Díaz (Barcelona, 1970) es profesor colaborador permanente en la Universidad Politècnica de Catalunya, con docencia en la Facultad de Informática de Barcelona desde 2001. Su actividad docente e investigadora se centra en temas de arquitectura de computadores y en la jerarquía de

memorias para microprocesadores, en particular: en el banco de registros, así como en la innovación docente y en la ética en la educación en Informática. Es miembro de ARCO (Architectures and Compilers) grupo de investigación de la UPC. Ha participado en varios proyectos de investigación españoles y europeos financiados. Es autor de diferentes artículos en congresos y revistas internacionales de reconocido prestigio. Es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales.



Agustín Fernández (Barcelona, 1962) es profesor titular en la Universidad Politècnica de Catalunya, con docencia en la Facultad de Informática de Barcelona desde 1988. Sus temas de investigación están relacionados con la Computación de Altas Prestaciones, educación, ética y sostenibilidad. En la Actualidad es director del Departamento de Computadores.

tores.

©2012 D. López, F. Sánchez, J-Ll. Cruz, A. Fernández. Este artículo es de acceso libre, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons de Atribución, que permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra en cualquier medio, sólido o electrónico, siempre que se acrediten a los autores y fuentes originales