

Pensamiento crítico, ética, y responsabilidad profesional en primer curso de grado

Antonio Martí Campoy
Departamento de Informática de
Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
València, España
amarti@disca.upv.es

Miguel Ángel Mateo Pla
Departamento de Informática de
Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
València, España
mimateo@upv.es

Ester Giménez Carbó
Departamento de Ingeniería de la
Construcción y de Proyectos de
Ingeniería Civil
Universitat Politècnica de València
València, España
esgimen@cst.upv.es

Resumen— El trabajo presenta las actividades desarrolladas en la asignatura Fundamentos de Computadores del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación para trabajar y evaluar dos competencias transversales. Estas dos competencias, incluidas en el proyecto institucional de la Universitat Politècnica de València son “Pensamiento crítico” y “Responsabilidad ética, medioambiental y profesional”. Para cada competencia se han desarrollado dos actividades, que los alumnos realizan de forma no presencial. Se describen con detalle las actividades y se presentan los resultados del año y el resultado de una encuesta a los alumnos.

Palabras clave— *Competencias transversales, Pensamiento crítico, Ética, Responsabilidad profesional. Grado en Ingeniería.*

I. INTRODUCCIÓN

Las competencias transversales (CTs) son una parte importante de la formación de los estudiantes universitarios y por tanto deben integrarse en los planes de estudios de los grados universitarios [1]. En el año 2013 la Universitat Politècnica de València puso en marcha el proyecto institucional de competencias transversales (CTs). Se establecieron 13 competencias [2] para ser trabajadas y evaluadas en todas las titulaciones oficiales impartidas en la UPV. De este modo se garantiza que además de poseer los conocimientos técnicos establecidos en su plan de estudios, los estudiantes desarrollan una serie de habilidades que les convierte en excelentes profesionales.

En [3] se propone la integración de especialistas en ética en los equipos de ingenieros que desarrollan aplicaciones tecnológicas en ámbitos sensibles, como la salud y cuidados de personas, o los vehículos autónomos. Estos especialistas señalarían problemas éticos que los ingenieros pueden pasar por alto. Pero también se recomienda mejorar la formación en ética de los ingenieros, que favorecería esta integración de equipos multidisciplinares y la búsqueda conjunta de soluciones a los problemas éticos detectados.

Las notas de las competencias transversales son completamente independientes de las notas de las asignaturas, y no se muestran en el expediente o certificado de notas. El alumno puede descargar desde el campus virtual un documento informativo con las calificaciones obtenidas en las 13 competencias transversales.

Una de las vías para esa acreditación es establecer diferentes asignaturas del grado como punto de control de una competencia. La asignatura Fundamentos de Computadores (FCO) ubicada en el primer curso del grado actúa como punto de control de dos de estas competencias transversales, exactamente de la CT 07 “Responsabilidad ética,

medioambiental y profesional” y la CT 09 “Pensamiento crítico”. Esto implica que durante el desarrollo de las clases se deben trabajar y evaluar estas dos competencias para un primer nivel de dominio tal como se indica en la TABLA I.

Estas dos competencias constituyen conocimientos que caracterizan a los buenos profesionales. Son habilidades que se aprenden, que necesitan trabajarse en el aula de manera particular y con la orientación adecuada [4]. Requieren de tiempo para interiorizarlas y que de manera natural afloren en el momento de tomar decisiones y que estas sean reflexionadas y argumentadas [5]. Únicamente cuando los estudiantes se incorporen al mercado laboral se tendrá la certeza de que han alcanzado el nivel de dominio deseado.

Si se observa la definición de los dos niveles de dominio a alcanzar por los estudiantes, en los dos casos se trata de formarlos para que tengan una actitud activa ante la información que reciben, y por ello se han diseñado las actividades que se van a describir en los siguientes apartados. Para evaluar a los estudiantes y establecer el grado de dominio alcanzado se cuenta con dos rúbricas con las que se analizarán los indicadores mostrados en la TABLA II.

Diversos autores [6] han estudiado otros métodos de evaluación más exhaustivos para este tipo de competencias, integrando en ella aspectos orales y escritos, pero como bien dicen es difícil de llevar a cabo en aulas grandes y requiere de una mayor dedicación temporal a la evaluación del grado de adquisición de las competencias.

Se define una escala de calificación literal con 5 valores para indicar el nivel de logro: A – Excelente; B – Adecuado; C – En desarrollo; D – No alcanzado.

II. CONTEXTO Y ANTECEDENTES

A. Contexto

La experiencia presentada en este trabajo corresponde a la asignatura Fundamentos de Computadores (FCO) del Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación (GITST) de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicaciones (ETSIT) de la UPV.

Se trata de una asignatura de primer curso en el primer cuatrimestre, de 4.5 créditos, organizados en 3 horas (3.9 créditos) semanales de teoría y problemas de aula, y 6 horas (0.6 créditos) de prácticas de laboratorio repartidas en cuatro sesiones. El número de estudiantes matriculados es alrededor de 240, repartidos en 5 grupos, cada uno con un profesor o profesora diferente. El objetivo de la asignatura es introducir a los alumnos en los conceptos básicos del funcionamiento de un computador.

TABLA I
NIVELES DE DOMINIO QUE DEBEN ALCANZAR LOS ESTUDIANTES AL FINALIZAR EL PRIMER CURSO DEL GRADO.

CT 07 Responsabilidad ética, medioambiental y profesional	CT 09 Pensamiento crítico
Cuestionar la realidad y ser conscientes de los conceptos y valores a partir de los que se construye la misma.	Mostrar una actitud crítica ante la realidad, siendo capaz de analizar y cuestionar información, resultados, conclusiones y otros puntos de vista.

Así, los contenidos de la asignatura se dividen en tres bloques:

- Representación de la información, dividida en dos unidades temáticas.
- Lenguaje ensamblador y ruta de datos de un procesador sencillo, organizado en dos unidades temáticas.
- Subsistema de memoria, con una unidad temática.

Por falta de tiempo, el subsistema de entrada y salida no se incluye en el temario. Las sesiones de prácticas se dedican a los dos primeros bloques.

En cuanto a la evaluación, se realizan los siguientes actos de evaluación:

- Un primer examen parcial a mitad del cuatrimestre con un peso del 30%, formado por cuestiones y problemas de respuesta abierta, con posibilidad de recuperación. Se realiza de forma presencial, individual y supervisada.
- Un segundo examen parcial a final del cuatrimestre con un peso del 40%, formado por cuestiones y problemas de respuesta abierta, con posibilidad de recuperación. Se realiza de forma presencial, individual y supervisada.
- Cuatro exámenes con respuesta numéricas, completar y test, realizados durante las sesiones de prácticas, por parejas, con un peso del 10%. Se realizan en el campus virtual y su corrección es automática
- Cinco exámenes, uno por unidad temática, con respuesta numérica, completar y test, realizados de forma no presencial, con corrección automática y un peso del 10%
- Cuatro boletines de ejercicios para las cuatro primeras unidades temáticas, con preguntas de respuesta abierta, y un peso del 10%. La particularidad de estos boletines es que se utiliza evaluación por pares, y reciben el nombre de *Retornables* [7].

B. Antecedentes

Como se ha descrito en la introducción, en el curso 2013 se pone en marcha el proyecto de competencias transversales. En este proyecto se establecieron asignaturas “punto de control”, es decir, asignaturas donde, además de trabajar una

TABLA II
INDICADORES PARA CONOCER EL GRADO DE ADQUISICIÓN DEL NIVEL DE DOMINIO DE LAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES EN LAS QUE SE ACTÚA COMO PUNTO DE CONTROL

CT 07 Responsabilidad ética, medioambiental y profesional	CT 09 Pensamiento crítico
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tomar conciencia de otra manera de ver y percibir las cosas. ✓ Aceptar críticamente nuevas perspectivas, aunque cuestionen las propias. ✓ Diferenciar hechos y opiniones o interpretaciones en las argumentaciones de los demás. ✓ Reflexionar sobre las consecuencias y efectos (implicaciones prácticas) que las decisiones y propuestas tienen sobre las personas. ✓ Reconocer los conceptos éticos y deontológicos de la profesión. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mostrar una actitud crítica ante la realidad: se pregunta el porqué de las cosas. ✓ Profundizar en un tema con lógica e imparcialidad, contrastando información en fuentes fiables. ✓ Diferenciar hechos de opiniones, interpretaciones o valoraciones. ✓ Prever las consecuencias (implicaciones prácticas) de las decisiones.

o varias competencias, se recaban evidencias sobre el nivel de adquisición de estas por parte de los estudiantes. Una asignatura podía ser punto de control de entre una y tres competencias transversales, y se perseguía el objetivo de que el alumno fuera evaluado de cada competencia en más de una asignatura a lo largo del grado. A la asignatura FCO se le asignaron la competencia Responsabilidad ética, medioambiental y profesional (CT07) y la competencia Pensamiento crítico (CT09).

No hubo incremento de horas a las asignaturas, ni de créditos al profesorado para llevar a cabo esta evaluación, ya que se postulaba que las competencias transversales ya se trabajan y evaluaban en múltiples asignaturas, y sólo faltaba el último paso, recabar las evidencias y establecer el nivel de adquisición de cada competencia para cada alumno. Es decir, la evaluación de las competencias transversales debía estar integrada en las actividades que ya se realizaban en las asignaturas.

En FCO, los contenidos son completamente nuevos para la casi totalidad de los estudiantes y quedan lejos, todavía, de lo que será su labor profesional. Es por tanto difícil que puedan aplicar un pensamiento crítico a los mismos, o identificar implicaciones éticas y profesionales.

Sin embargo, no era en los contenidos sino en las actividades que realizaban, concretamente en la evaluación por iguales, donde se podía recabar evidencias sobre el nivel de adquisición de las competencias. Esta actividad consiste en la resolución de unos ejercicios y problemas de forma no presencial. Terminado el plazo de entrega, el profesor o profesora recoge los trabajos y los reparte aleatoriamente entre los estudiantes, que tienen un plazo para corregirlos. Se les entregan los criterios para la corrección pero no las soluciones, por lo que tienen que discriminar por sus propios medios si el trabajo que están evaluando es correcto. Una vez terminado el

segundo plazo, se recogen los trabajos y el profesor o profesora revisa las correcciones, registra las notas obtenidas y devuelve los documentos a los estudiantes que resolvieron los ejercicios. Este trasiego de documentos motivó el nombre de la actividad: retornables. Se realizan, a lo largo del semestre, cuatro retornables.

Observando para cada estudiante el cumplimiento de los diferentes plazos de entrega, y la seriedad, acierto y corrección con que evalúa el trabajo de su compañero o compañera, se podría inferir el nivel de responsabilidad profesional y ética, y en menor medida, el pensamiento crítico del estudiante. Esta forma de evaluar la adquisición de las competencias se utilizó solo en el curso 2015/16, pues pronto se manifestaron los problemas y sobre todo las limitaciones.

El problema más evidente era la sobrecarga de trabajo para el profesorado dado que cada grupo de teoría puede tener entre 50 y 70 estudiantes. En los cursos anteriores no se revisaban todos los retornables, cada profesor o profesora, a discreción, realizaba un muestreo según su disponibilidad y criterio. Pero para asignar una nota a todos los estudiantes era necesario revisar todos los retornables. Se barajaron estrategias para no tener que revisar todos los retornables, como por ejemplo revisar sólo dos por cada estudiante. La puesta en práctica de esta estrategia requería también una importante cantidad de tiempo.

Sin embargo, el principal inconveniente es la falta de homogeneidad en la evaluación de los estudiantes. Si un alumno o alumna evalúa cuatro retornables de cuatro compañeros que realizan los ejercicios sin error alguno, no se puede extraer ninguna conclusión sobre su pensamiento crítico ni su responsabilidad profesional. Por otro lado, si evalúa cuatro retornables con muchos errores, es posible que no los detecte todos, por lo que su tarea evaluadora presentará deficiencias que no pueden serle atribuidas completamente.

También es importante destacar que los estudiantes no están acostumbrados, ni se les enseña, a corregir y evaluar las tareas de sus compañeros, por lo que quizá no sea justo evaluar la forma en que evalúan.

C. Objetivos

Las limitaciones descritas en los párrafos anteriores mueven a los profesores a diseñar un programa de evaluación de las CT07 y CT09 que cumpla los siguientes requisitos y características.

- Para cada CT se deben obtener al menos dos evaluaciones.
- La nota obtenida debe ser comunicada antes de la siguiente formación y/o evaluación para que los estudiantes puedan aprovechar la realimentación obtenida.
- Las notas asignadas deben ser mínimamente justificadas.
- Antes de ser evaluados, o al menos al mismo tiempo, los estudiantes deben ser formados en la correspondiente CT.
- La evaluación debe ser homogénea para todos los estudiantes, e independiente de otros factores.
- La evaluación debe ser lo más objetiva posible.

- No debe suponer una sobrecarga importante para los estudiantes.
- La organización y supervisión debe poder ser compartida entre el profesorado de la asignatura, sin requerir la implicación de todos en todas las fases.

Para conseguir los objetivos anteriores se diseñaron cuatro actividades, dos para cada competencia. En el diseño de las actividades se ha considerado también lo expuesto en [8] donde se indica que para tener pensamiento crítico es necesario tener buenas habilidades comunicativas, tanto en la recepción como en la emisión de información. Por ello se ha buscado, en lo posible y considerando el número de alumnos, proporcionar a los alumnos textos no estrictamente tecnológicos y usar la respuesta abierta para que expresen sus opiniones.

Durante la primera mitad del semestre se trabaja la competencia de pensamiento crítico, y en la segunda mitad la competencia de responsabilidad ética, medioambiental y profesional. El orden en que se trabajan las competencias no es importante, y podrían intercambiarse, pero sí es importante el orden en que se trabajan las dos actividades dentro de cada competencia. Las actividades se diseñaron para que cada una de ellas pueda ser gestionada por un solo profesor o profesora, y se realizan todas utilizando el campus virtual, fuera del horario lectivo.

A continuación se describen con detalle estas actividades en el orden en que se realizan.

III. PENSAMIENTO CRÍTICO CT09

Las dos actividades que se realizan reciben el nombre de “El pez de colores” y “Firma por una buena causa”. Se trata de dos actividades que pueden considerarse como casos de estudio, y que están en sintonía con las actividades realizadas en estudios de ingeniería en Europa [9]. La primera de ellas se realiza en la primera o segunda semana del curso, cuando los estudiantes tienen todavía un número bajo de actividades de otras asignaturas. La segunda actividad se realiza dos semanas después de que los alumnos tengan las notas de la primera actividad.

A. El pez de colores

En esta actividad los estudiantes escuchan, o leen la transcripción, el podcast “Goldfish, brains and phones” de la BBC [10], con una duración de 6 minutos. Este podcast habla de un estudio que constata la reducción de la capacidad de atención de los humanos en los últimos años, que ha pasado de 12 segundos a 8 segundos, y que está por debajo de la capacidad de un pez de colores.

Una vez escuchado el podcast, se les pide a los estudiantes que busquen dos páginas web con artículos que se muestren a favor de este estudio y dos páginas web con artículos en contra, indicando si los artículos tienen alguna base científica o experimental, o si simplemente son opiniones. Finalmente, el estudiante expresa su opinión al respecto de lo expuesto en el podcast.

Al finalizar el plazo de entrega, aproximadamente una semana, se realiza una evaluación por iguales, donde siguiendo unos criterios simples que se muestran en la TABLA III, los estudiantes evalúan el trabajo de sus compañeros. Las parejas de evaluación las establece

TABLA III
CRITERIO DE CORRECCIÓN PARA EL PEZ DE COLORES

Respuesta de texto libre del alumno	Calificación
Presenta dos enlaces a favor y dos en contra, y se decanta por una postura u otra de forma razonada.	A
Presenta un enlace a favor y otro en contra, y razona más o menos su respuesta.	B
Presenta un solo enlace pero razona su respuesta.	C
No presenta ningún enlace, no hay respuesta o la respuesta no tiene sentido	D

aleatoriamente la herramienta del campus virtual. El plazo para esta evaluación es de una semana, tras el cual, el profesor o profesora a cargo de esta actividad realiza las siguientes tareas: si alguna tarea no ha sido corregida, requiere al alumno que realice la corrección. Si no se enmienda, se le asigna la mínima calificación en la tarea y el profesor o profesora corrige la tarea. También se realiza una revisión de la evaluación de algunos trabajos. Aproximadamente tres semanas después de iniciarse la tarea, se envía un correo con la nota y un enlace a un Ted Talk [11] que profundiza en el tema de la actividad.

B. Firma por una buena causa.

En este caso se utiliza un bulo conocido, que consiste en advertir de la existencia y uso de un compuesto químico altamente peligroso. Este compuesto es el *Dihydrogen monoxide*, también llamado monóxido de dihidrógeno o comúnmente agua. Los efectos habituales de este compuesto se describen de forma alarmante y se indica que su uso está extendido en casi todas las actividades industriales. El texto ocupa menos de una página.

Los estudiantes responden *Si*, *No*, o *No lo sé* a firmar una petición para prohibir el uso del compuesto, para reducir drásticamente su uso, y para investigar los efectos de su uso. Posteriormente, se les pide que en dos o tres líneas justifiquen sus respuestas.

La corrección se realiza de forma manual por un profesor o profesora a cargo de la actividad, pues la respuesta correcta es que el alumno o la alumna, bien por tener conocimientos de química o por que realiza una búsqueda en Internet, se dé cuenta de que el compuesto es agua y que han intentado engañarle. Las preguntas sobre si firmarían o no las peticiones son distractores, para hacer más creíble el bulo. El criterio de corrección de esta actividad se muestra en la TABLA IV.

En el aviso de la publicación de las notas se desvela el bulo y se anima a consultar las páginas web del Círculo escéptico y de la Asociación para el avance del pensamiento crítico.

IV. RESPONSABILIDAD ÉTICA, MEDIOAMBIENTAL Y PROFESIONAL

De las tres componentes que integran esta competencia, sólo se trabaja la ética y la responsabilidad profesional, que aparecen en mayor o menor medida en las dos actividades que se realizan. La primera recibe el nombre de “Asimov” ya que se basa en un relato de Isaac Asimov, y la segunda “El contable”, pues se trata de un dilema ético en el desempeño

TABLA IV
CRITERIO DE CORRECCIÓN PARA EL BULO DEL AGUA

Respuesta de texto libre del alumno	Calificación
Indica claramente que el compuesto es agua. No importa si lo ha buscado en Internet o tiene conocimientos de química.	A
Manifiesta que no tiene información suficiente para firmar la prohibición o reducción.	B
Aunque dice que no tiene información suficiente, propone la restricción de uso como medida preventiva.	C
Cualquier otra respuesta en que no se cuestione lo que se dice en el enunciado.	D

profesional de un contable. La primera actividad se realiza justo después de finalizar los exámenes parciales de mitad de semestre, y el plazo es de una semana. La segunda actividad se realiza durante las vacaciones de Navidad a petición de los estudiantes que disponen de unas dos semanas para realizarla.

A. Asimov

Esta actividad está basada en el relato breve de Isaac Asimov titulado Un anillo alrededor del Sol, de 13 páginas. Se dispone de un documento *pdf* proporcionado por la editorial Alamut, extraído de una recopilación de relatos del autor [12]. El interés del relato para esta competencia es que los protagonistas muestran un comportamiento nada profesional y carente de ética.

Tras la lectura del relato, se responde a un cuestionario de 8 preguntas de respuesta cerrada, la primera si ha leído o no el relato, y los 7 restantes con escala Likert [13] de 5 opciones, donde se le pregunta si está de acuerdo o no a afirmaciones sobre la ética y la profesionalidad de los diferentes personajes.

La corrección se realiza de forma automática, con 1 punto para la primera pregunta, y 0, 1 o 2 puntos para el resto de las preguntas. En las preguntas de 5 opciones, estas son “Totalmente de acuerdo”, “De acuerdo”, “Neutral”, “En desacuerdo” y “Totalmente en desacuerdo”. Para algunas preguntas la respuesta correcta es positiva y para otras preguntas es negativa, así en función de la pregunta, las opciones “Totalmente de acuerdo” o “Totalmente en desacuerdo” vale dos puntos, la opción “De acuerdo” o “En desacuerdo” vale 1 punto, y el resto de las opciones valen 0 puntos. De este modo, la puntuación máxima es de 15 puntos. La TABLA V muestra la correspondencia entre los puntos obtenidos y la nota que se le asigna. Al comunicar las notas a

TABLA V
CORRESPONDENCIA ENTRE LOS PUNTOS OBTENIDOS Y LA NOTA ASIGNADA EN LAS ACTIVIDADES DE LA CT07

Puntos obtenidos en la actividad	Calificación asignada en la actividad
No presentado	D
[0, 4]	D
[5, 7]	C
[8, 9]	B
[10, 15]	A

los alumnos se incluye un párrafo donde se enumeran algunos de los comportamientos cuestionables.

B. El contable

Es una actividad cuya dinámica es similar a la anterior, pero en este caso el protagonista es el contable de una empresa y un directivo que factura conceptos cuestionables [14]. El texto que deben leer los estudiantes ocupa un par de páginas y posteriormente deben responder un cuestionario con 8 preguntas, la primera sobre si han leído o no el texto, y las siguientes en una escala Likert de 5 opciones sobre diferentes comportamientos de los dos protagonistas.

La corrección también se realiza de manera automática utilizando la misma puntuación que en la actividad *Asimov*, y con la misma TABLA V de correspondencia entre los puntos y la nota. Así mismo, al publicar las notas, se justifican brevemente las respuestas correctas.

V. ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES Y LOS RESULTADOS

A. Costes temporales

El primer análisis se refiere al coste temporal de realizar y evaluar las tareas. Esto es importante porque la evaluación de estas competencias, tal como se ha dicho en la introducción, se realiza a coste cero, es decir, sin incrementar las horas lectivas, reducir temario, ni aumentar las horas reconocidas a los estudiantes ni a los docentes. Desde el punto de vista de la resolución, las dos tareas más costosas en tiempo son la del pez de colores, pues la búsqueda en Internet puede alargarse a los 30 minutos, más unos 10 o 15 minutos para redactar las respuestas, junto con la lectura del relato de Isaac Asimov, que puede requerir una dedicación de unos 30 a 40 minutos, más otros 5 a 10 minutos para responder las preguntas con calma. Las otras dos actividades pueden resolver fácilmente en unos 15 minutos, aunque el rango oscila entre los 5 y los 30 minutos.

Desde el punto de vista de la corrección, la primera tarea, el pez de colores, pese a ser una tarea donde los estudiantes se evalúan entre ellos, la gestión de la tarea, resolución de incidencias y una revisión aleatoria de un pequeño porcentaje de las respuestas y correcciones pueden necesitar hasta tres horas de trabajo. Este tiempo de dedicación sería aplicable a la segunda tarea, firma por una buena causa, cuya gestión es más sencilla, pero requiere la lectura de todas las respuestas abiertas de los cerca de 230 alumnos y alumnas. Las otras dos tareas demandan alrededor de una hora cada una de ellas, ya que el campus virtual no calcula las notas, y estas han de exportarse a Excel, procesarse y generar las notas, para posteriormente volver a subirlas al campus virtual.

B. Las respuestas de los estudiantes

El segundo análisis muestra algunas características de las respuestas de los alumnos.

En las actividades de pensamiento crítico, donde las respuestas son abiertas, la mayoría de las respuestas están bien redactadas, razonadas y argumentadas. En la actividad del bulo sobre el agua, los estudiantes que caen en el engaño muestran mayoritariamente su rechazo al uso del compuesto, pero también prudencia en su prohibición, pues consideran que debe buscarse una alternativa antes de eliminarlo completamente. Esta respuesta podría utilizarse para evaluar su responsabilidad medioambiental, pero dado que hay

alumnos que descubren el engaño, no se les podría evaluar esta responsabilidad medioambiental.

En las actividades de responsabilidad ética y profesional es más complicado extraer conclusiones, pues las respuestas son cerradas. Si que se detecta que hay estudiantes que muestran seguridad, pues todas las respuestas están en el “totalmente de acuerdo” o “totalmente en desacuerdo”. Por otro lado, un número considerable de estudiantes muestra tibieza, pues, aunque responden correctamente, no eligen casi nunca la opción “totalmente”.

C. Las notas

La Fig. 1 muestra las notas obtenidas en los últimos tres cursos (2019/20 a 2021/2022). La figura muestra la relación entre las notas finales de la asignatura, y las notas obtenidas en las competencias. La primera observación es que las dos competencias presentan una relación muy similar. A primera vista aparece una relación entre la nota de la asignatura y las notas de las competencias. Es decir, los buenos estudiantes lo son tanto en las competencias específicas como en las dos transversales que se trabajan y evalúan en esta asignatura, y los malos estudiantes lo son también en todas las competencias. Y el rango intercuartílico confirma que esto es cierto para el 50% de los estudiantes. Sin embargo, si se observan los máximos y mínimos, y también los valores atípicos, aparecen todas las posibles combinaciones, es decir, buena nota en la asignatura y mala nota en las CTs, y también al revés. Los autores consideran esta última observación como positiva, ya que evidencia que las competencias se evalúan de forma diferenciada según sean específicas o transversales.

La Fig. 2 muestra las notas obtenidas por los estudiantes en las dos actividades de pensamiento crítico. En la primera actividad el 70% de los estudiantes obtienen una A, es decir,

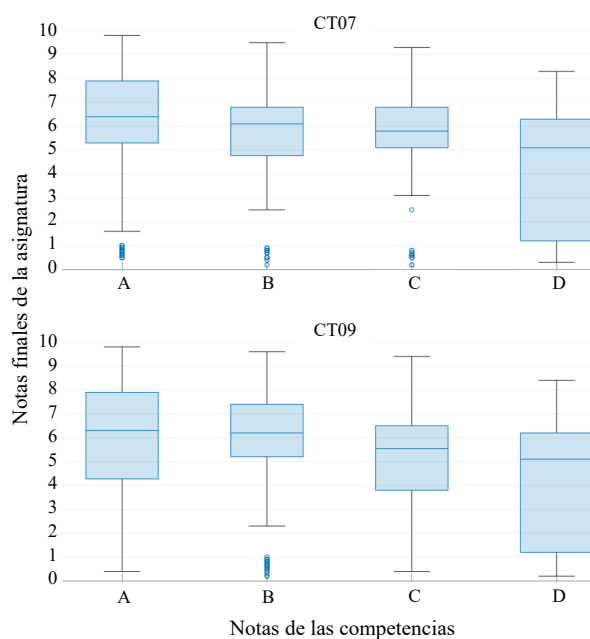


Fig. 1. Correspondencia entre las notas obtenidas en la asignatura y las obtenidas en las competencias transversales.

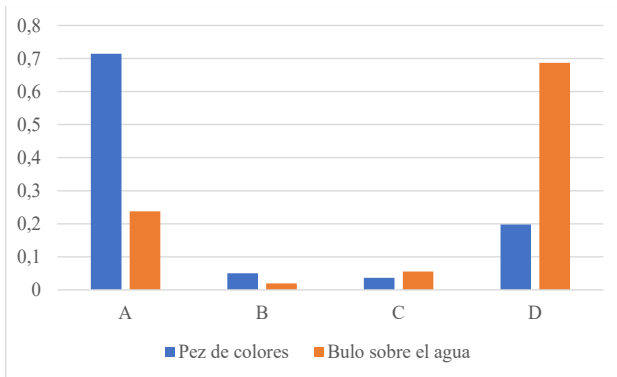


Fig. 2. Porcentaje de notas de las actividades de la CT09, pensamiento crítico.

muestran tener un gran pensamiento crítico. Sin embargo, en la segunda actividad, el porcentaje se invierte, y el 70% obtiene una D. ¿Han perdido los estudiantes su pensamiento crítico? No, no lo han tenido, y lo peor es que no lo han aprendido. En la primera actividad se les indicaba claramente que se cuestionaran lo que les contaban y que buscaran en Internet más información. En la segunda actividad no se les da estas instrucciones, y la mayoría de los estudiantes ni se cuestionan lo que leen ni se les ocurre buscarlo en Internet ni en las redes sociales como Instagram o Facebook. Aunque los alumnos se toman con buen humor la “broma”, sería interesante hacer una tercera actividad para comprobar si por fin han aprendido a cuestionarse lo que les cuentan.

La Fig. 3 muestra las notas obtenidas por los alumnos en las dos actividades de responsabilidad ética y profesional. Dos observaciones se pueden realizar de esta figura. La primera, que frente a las actividades de pensamiento crítico, las notas están más repartidas, posiblemente debido al diseño de las actividades. En pensamiento crítico, la forma en que se pregunta a los estudiantes sólo permite que demuestren que lo tienen o no. En las actividades de responsabilidad ética y profesional, hay más variedad de situaciones y preguntas, por lo que son muchas más las posibles respuestas. La segunda observación es que no hay diferencias significativas entre la nota obtenida en las dos actividades.

La Fig. 4 muestra el porcentaje de cada calificación para las dos competencias. La calificación final de una competencia se obtiene con la ecuación (1), donde A_x es la nota de cada actividad, y los valores numéricos asignados a cada calificación es: A=4; B=3; C=1; D=0;

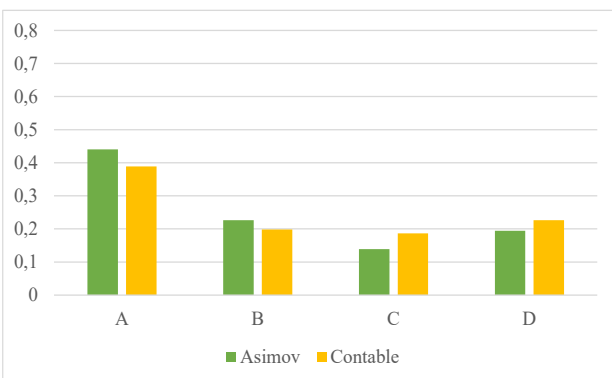


Fig. 3. Porcentaje de notas de las actividades de la CT07, responsabilidad ética, medioambiental y profesional.

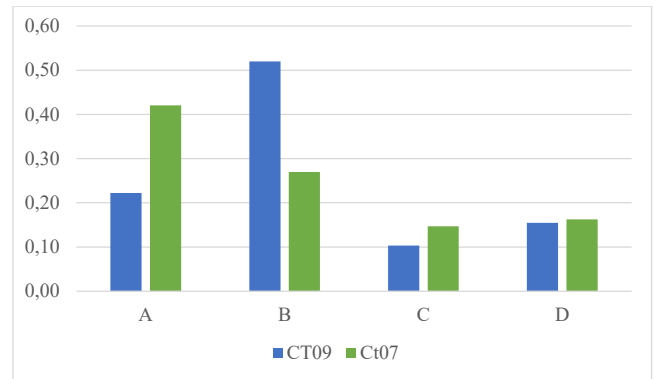


Fig. 4. Porcentaje de notas finales para las dos competencias.

$$Nota = \left\lfloor \frac{A_1 + A_2}{2} \right\rfloor \quad (1)$$

El elevado porcentaje de calificaciones D es debido a que los estudiantes que no entregan las actividades reciben esta calificación. Se decidió asignar esta calificación en lugar de dejar la nota en blanco porque realizar estas actividades tiene un coste temporal que los estudiantes tienen que detracer de otras actividades, por lo que no hacerlas representa un beneficio que se compensa con la mínima nota. Se avisa repetidas veces de esta norma. Hay que recordar que las notas de las competencias transversales no tienen ningún peso en las notas de las asignaturas, ni viceversa.

D. La encuesta

En el curso 2021/2022 se realizó una encuesta, dividida en tres bloques. Se recogieron unas 100 respuestas, que representan poco más del 40% del total de estudiantes. En el primer bloque, para cada competencia, se realizaron las preguntas siguientes con cinco respuestas cerradas entre “Totalmente de acuerdo” y “Totalmente en desacuerdo”.

- 1) He recibido formación en esta competencia.
- 2) He practicado esta competencia antes de ser evaluado.
- 3) La forma en que he sido formado y he practicado esta competencia es adecuada.
- 4) La forma en que se evalúa esta competencia es adecuada.
- 5) Tengo claro los criterios o motivación de la nota que he obtenido.

La Fig. 5 muestra el porcentaje medio de respuestas en la encuesta para cada categoría, para las dos competencias. Cerca del 60% está satisfecho con la forma en que se ha trabajado y evaluado la competencia y tan solo un 20% se muestra descontento.

En el segundo bloque de la encuesta se les pregunta si debería dedicarse más tiempo a las competencias, y si creen que se debería introducir una asignatura o seminario para tratar las competencias. La Fig. 6 muestra las respuestas de los estudiantes a si querían dedicar más tiempo a trabajar las competencias, donde se aprecia que aunque a casi la mitad de los estudiantes les parece bien, hay un porcentaje importante que no se decanta hacia ningún lado. Y en la Fig. 7 se observa que les agrada la idea de introducir una asignatura específica.

Es importante remarcar que a una cuarta parte de los estudiantes no les gusta la forma en que se trabajan y evalúan

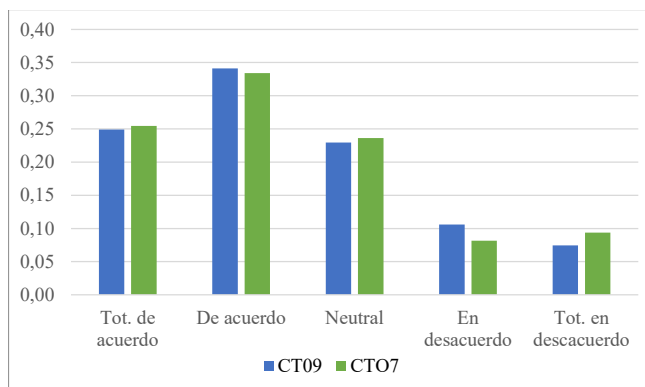


Fig. 5. Porcentaje de respuestas por categoría a las preguntas de la encuesta sobre la forma de trabajar y evaluar las competencias.

las competencias, no quieren dedicarle más tiempo ni una asignatura específica.

El tercer y último bloque de la encuesta es una pregunta de respuesta abierta a la que contestaron unos 25 estudiantes, que se reparten casi a partes iguales entre comentarios positivos y negativos sobre las competencias y sobre las actividades realizadas. Hay un comentario que llama la atención no por las veces que aparece, que no son más de 5, pero sí por lo que significa. En este comentario los estudiantes manifiestan que no es posible evaluar la ética, ya que se trata de una cuestión personal y condicionada por la situación. Parece necesario una formación teórica sobre qué es la ética y su universalidad.

VI. CONCLUSIONES

Este trabajo presenta con detalle las actividades utilizadas para formar y evaluar a los estudiantes en dos competencias transversales, Pensamiento Crítico, y Responsabilidad Ética, Medioambiental y Profesional. Se tratan de competencias que podríamos llamar de alto nivel, pues requieren combinar habilidades intelectuales o cognitivas como la comprensión verbal, velocidad perceptual, razonamiento y reflexión. El principal problema encontrado en la formación y evaluación de estas competencias en una asignatura de primer curso dedicada a la introducción a la arquitectura de computadores es la dificultad para integrarlas en los contenidos y actividades de la asignatura. En opinión de los autores, usar los contenidos de la asignatura sólo serviría para evaluar dichos contenidos, pues los alumnos no tienen bagaje suficiente ni han tenido tiempo para madurar lo aprendido como para aplicar el pensamiento crítico ni aspectos éticos o profesionales.

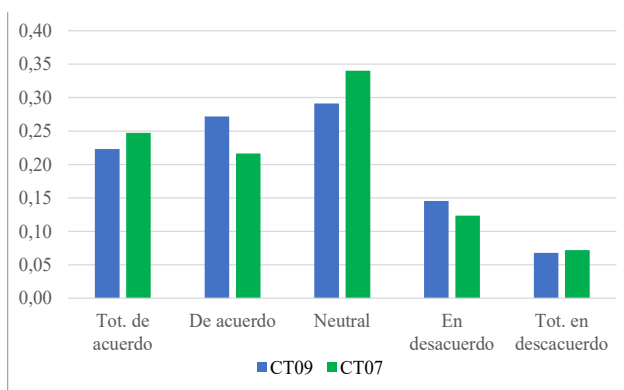


Fig. 6. Porcentaje de respuestas por categoría a la pregunta si debería dedicarse más tiempo a las competencias transversales.

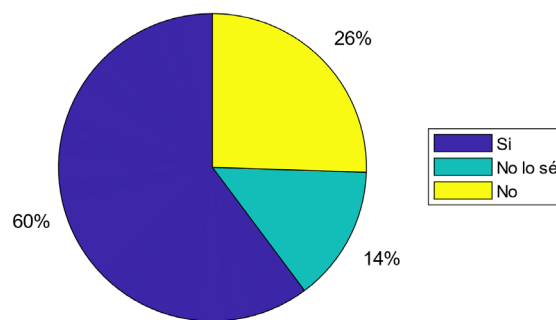


Fig. 7. Porcentaje de respuestas a la pregunta de si debería introducirse una asignatura específica para trabajar estas competencias transversales.

Pese a que esta falta de integración con los contenidos no es la situación ideal, y no acababa de convencer a los profesores, los resultados presentados de las notas y de la encuesta a los estudiantes muestran que se consiguen los objetivos perseguidos: la evaluación es homogénea para todos los estudiantes; las notas de las competencias transversales están desagregadas de las notas de las competencias específicas; la mayoría de los estudiantes creen que han trabajado las competencias y que se les ha evaluado correctamente; y la carga de trabajo es asumible tanto para los estudiantes como para los profesores.

Pese a que los resultados son positivos, hay tres aspectos que necesitan mejorar. Uno de ellos se ha detectado gracias a la encuesta, y es que algunos estudiantes consideran que la ética puede ser personalizada. Es interesante añadir una actividad inicial donde se afiance la idea de que la ética es universal. El segundo aspecto se ha detectado con las notas del bulo sobre el agua. Es necesario introducir una tercera actividad, en esta asignatura o en posteriores, para confirmar si los estudiantes han mejorado su pensamiento crítico. Y el tercer aspecto es que ni los estudiantes ni los profesores se sienten cómodos con la actividad del contable, pues les queda muy lejos en el tiempo y en la que será su profesión. En estos momentos se está desarrollando una actividad relacionada con el plagio realizado por un miembro de un grupo de estudiantes en un trabajo en grupo.

En cuanto a la dimensión medioambiental de la CT07, no se ha encontrado la forma de trabajarla y evaluarla sin añadir una actividad más, aunque bien es cierto que en la actividad del bulo del agua muchos alumnos reflexionan sobre el (aparente) problema medioambiental que se presenta.

Por último, es necesario que todo el trabajo realizado por los estudiantes y el profesorado sea reconocido en sus horarios y créditos. Incluso si la evaluación de las competencias transversales está perfectamente integrada en los contenidos y actividades de la asignatura, su explicitación como nota diferenciada requiere un tiempo que debe ser reconocido por la institución.

AGRADECIMIENTOS

A la editorial Alamut por permitir de forma gratuito el uso del relato "Un anillo alrededor del Sol", incluido en su libro "Relatos completos I".

Este trabajo está parcialmente financiado por el proyecto de innovación y mejora educativa PIME C 20-21/210 de la UPV.

REFERENCIAS

- [1] Gonzalez, J.; Wagenaar, R. Tuning Educational Structures in Europe. Informe Final. Bilbao: Universidad de Deusto. 2003. [Online]. Disponible: http://www.ub.edu/cubac/sites/default/files/tuning_educational_structures_espanyol_0.pdf. Consultado 7 de diciembre de 2021.
- [2] Universitat Politècnica de València. Competencias transversales. [Online]. Disponible: <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/> Consultado 5 de enero de 2022.
- [3] McLennan, S., Fiske, A., Celi, L.A. et al. An embedded ethics approach for AI development. *Nat Mach Intell* 2. 2020. pp. 488–490. <https://doi.org/10.1038/s42256-020-0214-1>
- [4] Adrienne Decker, Jennifer Schneider, Lauren E. Margulieux. How Engineering and Computing Students Demonstrate Critical Thinking During Required Co-op Work Experiences. *IEEE Frontiers in Education Conference*. 2018. pp. 1-9.
- [5] García Moro, F. J., Gadea Aiello, W. F., & Fernández Mora, V. de J. Pensamiento crítico en estudiantes del Grado de Educación Social. *Aula*, 27. 2021. pp. 279–295. [doi:10.14201/aula202127279295](https://doi.org/10.14201/aula202127279295)
- [6] M. Hanafi, S. Mashohor, R. S. A. R. Abdullah and S. N. M. Tukijan, Comprehensive Critical Thinking Problem Solving Assessment Framework for Engineering Students, 7th World Engineering Education Forum (WEEF), 2017, pp. 227-230, [doi: 10.1109/WEEF.2017.8467176](https://doi.org/10.1109/WEEF.2017.8467176).
- [7] A. Martí-Campoy, S. Petit, V. Atienza, F. Rodríguez and M. T. Gassó, Using peer-assessed returnables in multiple stages to improve learning in computer organization courses, *XI Tecnologías Aplicadas a la Enseñanza de la Electrónica (Technologies Applied to Electronics Teaching) (TAEE)*, 2014, pp. 1-6, [doi: 10.1109/TAEE.2014.6900158](https://doi.org/10.1109/TAEE.2014.6900158).
- [8] Caratozzolo, P., Alvarez-Delgado, A. & Hosseini, S. Strengthening critical thinking in engineering students. *Int J Interact Des Manuf* 13, 2019. pp. 995–1012. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00559-6>
- [9] Ahern, A., Dominguez, C., McNally, C., O’Sullivan, J., & Pedrosa, D. A literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 2019. pp. 816-828.: <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1586325>
- [10] BBC 6 Minute English. Goldfish, brains and phones. 2017. [Online]. Disponible: <https://www.bbc.co.uk/learningenglish/english/features/6-minute-english/ep-170518>. Consultado 20 de enero de 2022.
- [11] Daphne Bavelier. Your brain on video games. TEDxCHUV. 2012 [Online] https://www.ted.com/talks/daphne_bavelier_your_brain_on_video_games. Consultado 10 de febrero de 2022.
- [12] Isaac Asimov. *Relatos Completos I*. Editorial Alamut. 2009. ISBN 978-8498890365
- [13] Likert, Rensis. A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychology* 140. 1932. pp. 1-55.
- [14] Breda Sweeney & Fiona Costello. Moral Intensity and Ethical Decision-making: An Empirical Examination of Undergraduate Accounting and Business Students, *Accounting Education*, 18:1. 2009. pp. 75-97, DOI: [10.1080/09639280802009454](https://doi.org/10.1080/09639280802009454)