

¿Podemos considerar la docencia como un fractal?

Patricia Compañ Rosique; Rafael Molina Carmona; Rosana Satorre Cuerda; Faraón Llorens Largo
 Dpto. Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial
 Universidad de Alicante
 Alicante, España
 company@dccia.ua.es, rmolina@dccia.ua.es, rosana@dccia.ua.es, faraon@dccia.ua.es

Resumen— Este trabajo surge de una reflexión de las tantas que se plantea el profesor cada curso académico. Estas reflexiones nos han llevado a analizar los distintos puntos de vista del estudiante y del profesor frente a la realidad que se desarrolla en el aula, tratando aspectos como la motivación y el trabajo del estudiante, la masificación de las aulas y el diseño de las actividades formativas. Resultado de este estudio, se propone un modelo docente basado en los principios de la geometría fractal, en el sentido de que se plantean diferentes niveles de abstracción para las diversas actividades formativas y éstas son auto similares, es decir, se descomponen una y otra vez. En cada nivel una actividad se descompone en tareas de un nivel inferior junto con su evaluación correspondiente. Con este modelo se fomenta la retroalimentación y la motivación del estudiante. El modelo presentado se contextualiza en una asignatura de introducción a la programación pero es totalmente generalizable a otra materia.

Palabras clave— *motivación; evaluación; fractal.*

I. INTRODUCCIÓN

Al inicio de cada curso académico, el docente se plantea el modelo que debe seguir para impartir su asignatura, esperando que funcione adecuadamente. Al final del curso, sin embargo, se cuestiona mucho de lo que inicialmente estaba convencido. Esto que puede parecer negativo, en realidad no lo es, puesto que curso a curso provoca modificaciones, avances y mejoras en la impartición de la materia, ¿por qué repetir los errores pasados habiendo tantos errores nuevos por cometer? Fruto de estas inquietudes, surge este trabajo.

La propuesta presentada en este documento, se enmarca en una asignatura de introducción a la programación en el Grado de Ingeniería Multimedia, aunque estas reflexiones no son exclusivas ni particulares de la asignatura, sino que se pueden producir en cualquier ámbito en el que se desarrolle un proceso de enseñanza-aprendizaje.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En el apartado 2 se muestra la distinta percepción de estudiantes y docentes frente a las mismas situaciones. El apartado 3 presenta otros aspectos de carácter más general, fundamentales en el proceso docente. En el apartado 4 se describen distintas experiencias que

se han llevado a cabo a lo largo de distintos cursos académicos. El apartado 5 presenta un modelo general de docencia y el apartado 6 concreta este modelo al ámbito particular de esta asignatura. Por último, el apartado final describe las conclusiones derivadas de la reflexión presentada.

II. EL COLOR DEL CRISTAL CON QUE SE MIRA

En cualquier escenario de la vida cotidiana, los actores tienen diferentes apreciaciones según el papel que desempeñan; sólo hay que pensar en cualquier situación que ocurra entre padre-hijo, jefe-empleado, incluso amigo-amigo. La relación profesor-estudiante no está al margen de esta realidad y se refleja en las diversas dificultades con las que se encuentra el profesor en su labor docente día a día. En muchas ocasiones, situaciones que el docente considera como problemáticas, carecen de importancia para el estudiante, y viceversa. Es importante, a nuestro parecer, tratar de encontrar una explicación a estas discrepancias.

Para comparar la opinión de los estudiantes con la de los docentes en algunos aspectos clave del desarrollo de las clases, se hemos pasado unos cuestionarios. Aunque el estudio se centra en la asignatura Programación 1 del Grado en Ingeniería Multimedia, los cuestionarios se han llevado en cabo en todos los grupos de esta asignatura, y también en 3 grupos de Programación 1 del Grado en Ingeniería Informática, para poder comparar con grupos heterogéneos. En los próximos apartados se analizan los resultados y se presentan nuestras conclusiones.

A. La cuantificación del trabajo del estudiante

Los profesores consideramos frecuentemente que los estudiantes no dedican el tiempo suficiente fuera del aula para trabajar la materia. En nuestro caso, dado que se trata de una asignatura de 6 créditos, teniendo en cuenta la correspondencia de las horas presenciales (en aula) y las no presenciales (fuera del aula) de trabajo del estudiante, deberían dedicarle aproximadamente unas 6 horas semanales de trabajo no presencial. Para medir el trabajo fuera del aula, hicimos dos preguntas. La primera de tipo valorativo, preguntando si dedican tiempo suficiente a la asignatura, y la segunda de tipo

cuantitativo, sobre el tiempo dedicado, dando tres posibles respuestas: menos de 3 horas semanales, entre 3 y 6 horas y más de 6 horas. Revisando los resultados de las encuestas vemos que no le dedican el tiempo previsto y sin embargo no perciben de manera radical que el tiempo destinado es claramente insuficiente. Si observamos el gráfico de la figura 1, prácticamente casi la mitad de los estudiantes creen que le dedican el tiempo necesario a la asignatura, y sin embargo, se detecta que una inmensa mayoría de los estudiantes le dedican menos de las horas consideradas como necesarias por el profesorado para asimilar la materia. Es más, muy pocos estudiantes se han aproximado a las 6 horas de dedicación recomendadas según créditos ECTS. Estos datos corroboran la percepción que tenemos los profesores sobre el trabajo de los estudiantes fuera del aula, especialmente si tenemos en cuenta las calificaciones finales. No obstante, ¿debemos deducir que los malos resultados vienen de la poca dedicación o son otras las causas de las malas calificaciones?, ¿sabemos los profesores estimar el tiempo que necesitan para realizar las distintas actividades?, ¿tenemos algún método realmente fiable para saber el tiempo que utilizan? Todas estas preguntas nos llevan a diferentes reflexiones y propuestas que presentamos más adelante.

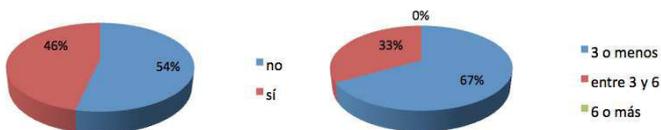


Fig. 1. Izquierda: ¿Crees que dedicas el tiempo necesario a la asignatura? Derecha: ¿Cuánto tiempo le dedicas a la asignatura fuera del aula?

B. El objetivo del aprendizaje

Otra cuestión interesante es averiguar qué percepción tienen los estudiantes de los objetivos de aprendizaje de la asignatura. Seguramente nos llevaremos muchas sorpresas, porque los objetivos que los profesores planteamos y los que perciben los estudiantes son a menudo muy distintos. En nuestro caso, nos interesa conocer la idea que tiene el estudiante de primer curso de lo que es diseñar un programa. Según nuestra experiencia, para un estudiante lo fundamental es que el programa realice la tarea solicitada sin tener en cuenta si es un diseño adecuado, simple, eficiente, etc., es decir, que funcione sea como sea. Teniendo en cuenta esta perspectiva se entiende perfectamente que consideren que la asignatura debería impartirse íntegramente en un aula de ordenadores. Para ello hemos preguntado si consideran interesante que la asignatura se imparta íntegramente en un aula de ordenadores. En la figura 2 presentamos los resultados: una abrumadora mayoría defienden este tipo de aulas como las más adecuadas para la materia. Esto no se corresponde exactamente con la opinión del profesor. Desde nuestro punto de vista, frente al ordenador, los estudiante

tienden a centrarse en escribir código sin analizar de antemano el diseño de la solución en su conjunto. Previsiblemente no funcionará como esperan y entonces se dedicarán a parchearla incorporando nuevas instrucciones, copiando y pegando código hasta ensamblar un programa que medio funciona pero que resulta totalmente incomprensible. Si hubieran dedicado un tiempo a pensar en el diseño, no sucedería esto, pero a ellos les parece un tiempo perdido los minutos en los que no escriben código. Evidentemente se hace necesario el uso de un ordenador para poder implementar el programa pero las actividades formativas deben estar diseñadas de forma que no se premie este tipo de “programación que funcione a toda costa”.

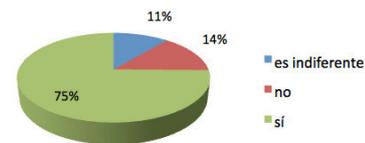


Fig. 2. ¿Piensas que sería mejor impartir la asignatura íntegramente en un aula de ordenadores?

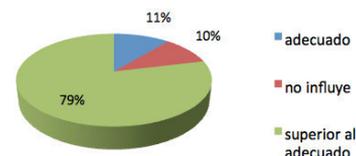


Fig. 3. ¿Crees que es adecuado el número de estudiantes del aula de teoría? Grupo de referencia de tamaño 125.

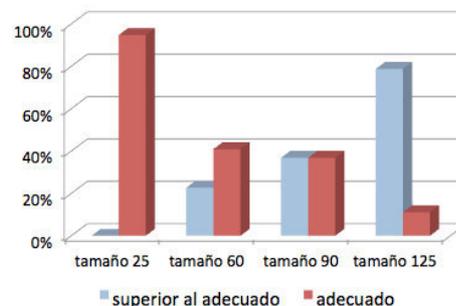


Fig. 4. ¿Crees que es adecuado el número de estudiantes del aula de teoría? Comparación entre grupos de diferente tamaño.

C. El tamaño de los grupos y el método docente

El número de estudiantes que hay en las clases denominadas de teoría es percibido por el docente como un gran contratiempo. Consideramos absurdo intentar explicar una materia eminentemente práctica en una clase con 100 estudiantes. Los únicos que prestan o pueden prestar atención son los que están en las primeras filas. Además, cuando el tamaño del grupo es pequeño, el profesor puede interactuar con

los estudiantes de forma cercana con lo que se podría plantear una evaluación menos enfocada en la realización de exámenes. El hecho de tener pocos estudiantes hace que el profesor conozca el trabajo/esfuerzo que cada uno dedica a la asignatura.

Para recabar la opinión de los estudiantes, les preguntamos si creían que el número de estudiantes del aula de teoría es adecuado. Como intuíamos, los estudiantes piensan que el tamaño es superior al adecuado en una inmensa mayoría, como se observa en la figura 3. No obstante, nos pareció interesante conocer la opinión de los estudiantes en grupos de tamaño más reducido. Aprovechando que los profesores también imparten docencia en una asignatura de idénticos contenidos en el Grado de Ingeniería Informática donde la casuística de tamaños de grupo es mayor, se les hizo la misma pregunta. Los resultados se muestran en la figura 4 para cuatro tamaños de grupo distintos. En ella se observa que el número de estudiantes que consideran que el tamaño es adecuado va descendiendo conforme aumenta el tamaño del grupo a la vez que aumenta los que perciben que el tamaño es excesivo.

A pesar de que los estudiantes corroboran nuestra impresión, los datos no son tan concluyentes como se esperaba del estudio. Se ha paliado en parte la problemática de la masificación porque el profesor se ha adaptado para impartir su clase no de la forma que le gustaría, con una participación activa del estudiante, sino de la única forma posible, en modo lección magistral. De este modo, el estudiante no sufre tanto el hecho de que el exceso de compañeros le afecte a la hora de atender a la clase, sin embargo, si durante la lección ejerciera una participación más activa, inmediatamente se daría cuenta de que en los grupos grandes es imposible.

III. AÑADIENDO MÁS PIEZAS AL PUZLE

Además de los aspectos tratados en el apartado anterior, existen otras cuestiones que subyacen en el pensamiento común de los docentes pero que no son fácilmente medibles.

A. La motivación

Toda actividad humana se realiza en función de la recompensa que se obtiene al llevarla a cabo. Esta recompensa puede ser muy variada. Por poner algunos ejemplos, el trabajo nos proporciona, entre otras, una recompensa económica pero también puede proporcionarnos satisfacciones de índole más personal; ayudar a los demás de forma altruista proporciona recompensas emocionales; el ocio nos satisface como diversión, etc. Esto puede llevarse a la educación y en este sentido, los estudiantes trabajan para conseguir su propia recompensa: en muchos casos la recompensa que persiguen es superar la materia, pero en otros, la satisfacción la proporciona el propio placer de aprender. Es lo que se suele llamar motivación extrínseca (conseguida por medio de recompensas externas) y

motivación intrínseca (la que depende de nosotros mismos y que viene dada por los intereses de cada uno) [5,7].

El estudiante motivado intrínsecamente selecciona y realiza actividades por el interés, curiosidad y desafío que éstas le provocan, y está más dispuesto a aplicar un esfuerzo mental significativo durante la realización de la tarea, a comprometerse en procesamientos más ricos y elaborados y en el empleo de estrategias de aprendizaje más profundas y efectivas. Por ejemplo, los estudiantes que tienen un interés real por aprender a programar intentan hacer cosas distintas de las que se explican, hacen preguntas relativas a “cómo se haría esto”, preguntan por temas que no se ven en la asignatura, o se interesan por cuestiones que se ven en asignaturas más avanzadas.

En cambio, un estudiante motivado extrínsecamente se compromete en ciertas actividades solo cuando éstas ofrecen la posibilidad de obtener recompensas externas; además, es posible que tales estudiantes opten por tareas más fáciles, cuya solución les asegure la recompensa. En el campo educativo, estas recompensas suelen ser obtener buenas notas, lograr el reconocimiento por parte de los demás, evitar el fracaso, etc.

Generalmente la motivación extrínseca es más fácil de inducir que la motivación intrínseca. Por eso los docentes trabajamos, principalmente, la motivación extrínseca, y por eso repetimos muy a menudo frases como las siguientes: “para aprobar debes trabajar más”, “si hacéis este ejercicio, tendréis un punto más en la nota final”,... En definitiva, hacemos hincapié en la recompensa para conseguir un fin. Por supuesto, la capacidad del docente para transmitir su entusiasmo por la materia impartida consigue en muchos casos que la motivación intrínseca de los estudiantes se despierte, pero medir el interés intrínseco por una materia es extraordinariamente complejo.

B. La evaluación

Otra situación complicada a la que se enfrenta el docente es cómo hacer un seguimiento lo más cercano posible del trabajo del estudiante. Llevados por este objetivo, al final nos cargamos de trabajo y no siempre conseguimos la meta propuesta.

Estos aspectos relacionados con la motivación y la forma de despertarla los hemos detectado todos los docentes en nuestra tarea diaria, posiblemente de una forma más informal: estamos convencidos de que nuestros estudiantes no demuestran demasiado interés por la materia, que no trabajan lo suficiente, que estudian lo justo para aprobar y, que si no obtienen algo tangible de una actividad (un incremento en la nota) no la hacen. Nos empeñamos en repetirles que trabajen y lleven al día la materia con escasos resultados habitualmente. ¿En qué nos estamos equivocando? Probablemente, en varias cosas, pero quizás uno de los aspectos clave es la evaluación. Queremos que trabajen día a día, que tengan iniciativa propia y muestren interés en ir un poco más allá de los contenidos establecidos en la ficha de la asignatura, pero sólo les evaluamos el examen, o

en el mejor de los casos, varios exámenes y trabajos a lo largo del curso. Muchas de las actividades que les proponemos o que, incluso, nos gustaría que ellos realizaran por iniciativa propia, no son evaluadas, es decir, no llevan asociada ninguna recompensa. En definitiva, estamos dejando buena parte de su aprendizaje (tal vez la parte más interesante) a su propia motivación intrínseca. La cuestión es ¿podemos conseguir que todas estas tareas lleven asociada su recompensa? Quizás así, la recompensa externa les lleve a interiorizar el interés por esta materia.

Como punto de partida de nuestro modelo docente, proponemos la máxima siguiente: “no debe haber actividad sin evaluación”, es decir, todas y cada una de las actividades que el estudiante realiza en la asignatura (todas, incluyendo la asistencia a clase, la participación, cualquier ejercicio y hasta el estudio en casa) deben ser evaluadas. El reto es, por lo tanto, identificar qué actividades son necesarias para que el estudiante adquiera las competencias y los conocimientos que nos hemos planteado, y de qué forma podemos evaluarlas.

Por supuesto, evaluar no significa examinar. La evaluación puede suponer una actividad en sí misma cuando se realiza un examen o una presentación en clase, pero también puede ser cualquier elemento casi imperceptible dentro de una actividad: validar si se ha buscado determinado contenido, comprobar el tiempo empleado en realizar una actividad, responder a una pregunta en un foro o incluso comprobar si simplemente se ha leído, ver si los materiales se han descargado del Campus Virtual, etc. En definitiva, habría que diseñar las asignaturas a partir de actividades, cada una diseñada para conseguir una o varias competencias, y cada una con su propia evaluación.

IV. HAY QUE TROPEZAR PARA APRENDER A LEVANTARSE

Durante los distintos cursos académicos en los que hemos impartido la asignatura hemos ido realizando actividades de distinto tipo con la intención de acercarnos más al estudiante, a su modo de aprender para conseguir mayor involucración. A continuación vamos a mostrar algunas de estas actividades.

A. Corrección entre compañeros

Este tipo de ejercicios no sólo es útil en el mundo académico, también en el empresarial y ha sido presentado en numerosas ocasiones en congresos de educación [2, 3, 6]. Para realizar este ejercicio no sólo deben utilizar los conocimientos que poseen de la asignatura sino que además deben saber aprovecharlos para analizar y valorar el trabajo de sus compañeras y compañeros. Una persona es consciente de lo que sabe o no sabe cuando intenta explicar un determinado problema a alguien. Aplicando este “conocimiento popular” a la corrección de ejercicios de compañeros, los estudiantes ponen a prueba su nivel de conocimiento y surgen las dudas. Es buen momento para resolver esas dudas, pues seguro van a estar más

receptivos. Para que el proceso de corrección consiga el fin perseguido por nosotros y no llene de confusión y agobio a nuestros estudiantes, les indicamos previamente qué deben valorar. Además, en la corrección no sólo deben indicar lo incorrecto o inadecuado, sino cómo lo escribirían ellos para que la solución fuese correcta. Después de la corrección entre compañeros el profesor resuelve el problema insistiendo en lo que realmente es importante y lo que no lo es; no olvidemos que se trata de una asignatura de Programación y no existe una solución única. Por ejemplo, el uso de la estructura adecuada es fundamental y no lo es el que se dejen algún ‘;’ por escribir. En la corrección del profesor el objetivo es que el alumno identifique lo importante y relevante para el diseño de una solución.

Los estudiantes han visto útil esta actividad y los docentes en esta ocasión coincidimos con ellos. En esta actividad han tenido que poner a prueba sus conocimientos para resolver y para corregir, a la vez que veían en otras soluciones otros puntos de vista.

B. Avance por entregas

Otra actividad desarrollada en este curso ha sido la de forzar la entrega de un ejercicio concreto de cada práctica para poder avanzar en la resolución de las siguientes prácticas. Cada enunciado de prácticas contiene ejercicios resueltos a modo de ejemplos y ejercicios por resolver, y es aconsejable su realización. Para poder acceder a la siguiente práctica se les ha obligado a entregar uno de los ejercicios propuestos. A ellos no les ha parecido mal pero los profesores consideramos que no ha cumplido nuestro objetivo a la vez que ha incrementado notablemente nuestra carga de trabajo. La idea es aplicar algo similar a las estrategias que se emplean en *gamificación*, pero a un nivel muy básico. Es algo similar a la superación de los distintos niveles de un juego, de tal forma que ellos valoran sus avances. El objetivo de este ejercicio era el de motivarles a terminar para avanzar y al mismo tiempo con la corrección del profesor proporcionar una retroalimentación permitiendo entregar de nuevo, revisar lo presentado, etc. Hemos visto con cierta decepción que se han centrado en realizar únicamente ese ejercicio para su entrega e incluso en copiar de otros compañeros la solución. Es cierto que en algunos casos les ha sido útil, pero también es cierto, que esos mismos estudiantes hubiesen avanzado de igual modo si no existiese la obligación de entregar un ejercicio.

C. Aprendizaje autónomo

Una actividad interesante que hemos puesto en práctica al inicio de la asignatura ha sido la de que ellos se preparen un determinado tema y sin explicación del profesor respondan a unas cuestiones. Tras la cumplimentación del cuestionario, el profesor explica cada una de las cuestiones formuladas. De nuevo estudiantes y docentes coincidimos en la utilidad de esta

actividad. El objetivo no es el de conseguir una nota más a sumar a la evaluación final, sino el de que los estudiantes se anticipen a la explicación del profesor. De ese modo cuando el docente explique el tema, los estudiantes poseen unos conocimientos previos que les hacen estar más perceptivos y les permiten seguir perfectamente la clase.

D. Presentaciones entre compañeros

En algunos grupos de teoría, es decir, en aula sin ordenadores, con un número reducido de estudiantes hemos podido realizar otro tipo de actividad porque son grupos pequeños. La actividad consistía en que determinados estudiantes se debían preparar pequeñas partes del tema que se iba a dar en la siguiente sesión con la intención de explicarlo a sus compañeros. De nuevo ponemos en práctica la idea de que cuando uno tiene que explicar un concepto a otra persona debe conocer lo que explica y por tanto se debe obligar a prepararlo con más detalle y por tanto se refuerza su aprendizaje, tal y como se constata en [1]. Además, con este tipo de ejercicios trabajamos la competencia transversal de exposición oral.

Tanto los estudiantes como los docentes consideramos que esta actividad es útil no sólo para el que la prepara, sino para los que reciben la explicación, porque todos hablan el mismo idioma. Con esto el profesor puede corregir errores o interpretaciones que de otro modo no sabría que se dan.

V. LA TEORÍA DEBE SER PRODUCTO DE LA REFLEXIÓN

Considerando las argumentaciones descritas y apoyándonos en las teorías de otros autores como la Instructional Theory de Reigeluth [4], se plantea el modelo de diseño fractal.

Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica se repite a varias escalas. Los conceptos matemáticos relacionados con los fractales pueden inspirarnos a la hora de proponer un modelo docente. Proponemos definir un elemento primitivo que se repita a diferentes escalas, de forma autosimilar, al estilo de los fractales, es decir cada elemento primitivo está formado a su vez por elementos de un nivel inferior pero con el mismo esquema, dotando a la propuesta del carácter fractal del que

hablamos.



Fig. 5. Elementos de una actividad formativa

Los elementos primitivos que conforman el modelo docente son las actividades formativas. De esta forma, cada nivel está formado por un conjunto de actividades formativas, todas con una estructura común: objetivos de aprendizaje, conjunto de actividades de un nivel inferior en las que se descompone, y evaluación, basada en la de los niveles inferiores (figura 5).

Nótese que cada actividad, independientemente de sus características (compleja o simple, instantánea o de larga duración, abstracta o concreta, teórica o aplicada), lleva aparejada algún tipo de evaluación.

Para seguir el esquema fractal, las actividades formativas están integradas a su vez, por actividades de un nivel inferior pero con el mismo esquema. El nivel mínimo lo marca el carácter de la actividad y el tipo de asignatura, permitiendo al docente diseñar su asignatura conforme a sus criterios.

Como resultado de este modelo, el aprendizaje emerge de forma natural del propio diseño: la suma de actividades de diferente tipo y diferente nivel prepara al estudiante para enfrentarse a problemas de diferente índole y facilita los procesos de análisis, síntesis y generalización; la evaluación de cada actividad propicia que el estudiante sea consciente de la importancia de la actividad y de su repercusión final en los resultados del aprendizaje.

En el modelo planteado, el último nivel, o nivel atómico, debe ser lo suficientemente simple como para que las acciones de evaluación sean fácilmente automatizables. Para ello, es necesario incorporar herramientas tecnológicas que faciliten esa

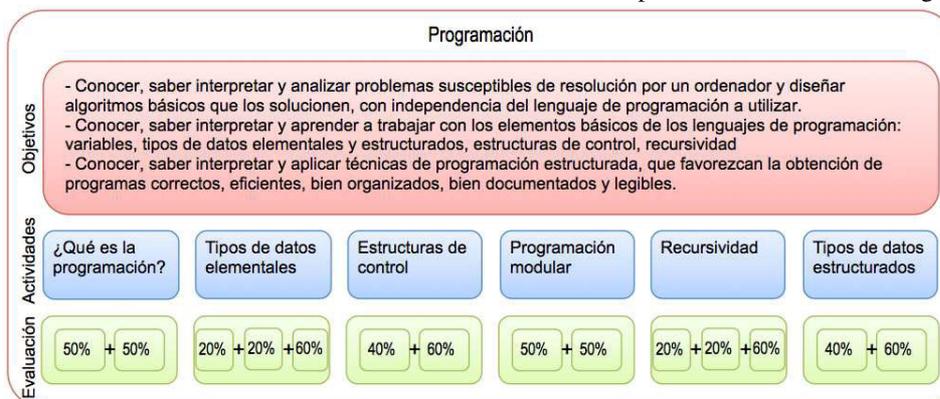


Fig. 6. Actividad formativa de primer nivel, correspondiente a toda la asignatura

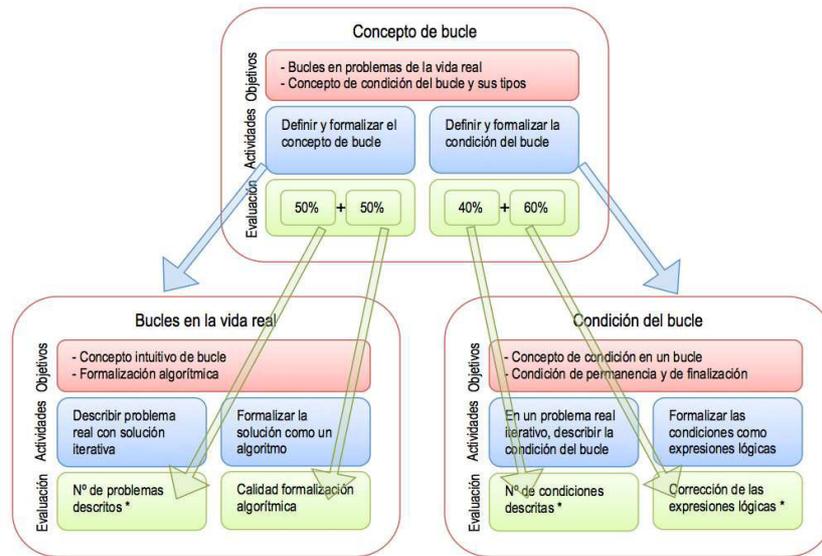


Fig. 7. Actividades formativas de penúltimo y último nivel

labor y proporcionen al estudiante retroalimentación inmediata sobre sus avances.

La relación entre el modelo propuesto y los fractales no es meramente anecdótica. Algunas de las características de los fractales se pueden relacionar con el modelo dando lugar a una formalización y a nuevas conclusiones. Veamos algunas de las características interesantes.

- 1) Los objetos fractales son demasiado complejos e irregulares como para ser descritos a través de los conceptos geométricos tradicionales. El proceso docente es, desde luego, muy complejo e irregular. Cada materia, cada actividad, cada profesor e, incluso, cada estudiante puede requerir un diseño docente distinto.
- 2) Los objetos fractales son autosimilares, es decir, su forma se define a partir de copias más pequeñas de la misma figura. De esta manera, las copias son similares al todo, con la misma forma pero distinto tamaño. Este concepto es clave en nuestro diseño docente: pese a la irregularidad del proceso, podemos encontrar una forma común y repetirla a diferentes escalas: titulación, curso, asignatura, tema, actividad...
- 3) Para los objetos fractales se definen nuevas formas de dimensión: por ejemplo, podemos encontrar curvas fractales (cuya dimensión topológica es uno) que llenan todo el plano. Surgen nuevas formulaciones para la dimensión (por ejemplo, la dimensión fractal o la dimensión de Hausdorff-Besicovitch) que nos informa mejor sobre la forma en que el fractal ocupa el espacio. De alguna manera este concepto se puede asimilar con el proceso de aprendizaje: frente a una docencia lineal

de dimensión 1 (los conceptos uno detrás de otro, lo que difícilmente va a abarcar todo el espacio docente) planteamos una docencia fractal con una dimensión mayor que 1 (esto permite bajar a diferentes niveles y rellenar todo el espacio docente a través de actividades formativas).

- 4) Los fractales no sólo nos permiten representar objetos geométricos, sino que se han utilizado para modelar la dinámica evolutiva de los sistemas complejos. Esta dinámica consta de ciclos (en los que partiendo de una realidad establecida simple acaban en la creación de una nueva realidad más compleja) que a su vez forman parte de ciclos más complejos que forman parte del desarrollo de la dinámica de otro gran ciclo. El proceso docente puede verse como un sistema complejo sometido a una dinámica evolutiva.

VI. DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA

Para completar el modelo propuesto, presentamos una propuesta concreta de diseño fractal de la asignatura a la que hemos hecho mención. Puesto que el diseño completo de la asignatura es demasiado extenso, presentamos aquí sólo algunos niveles y actividades que consideramos significativas y proporcionan una idea global del modelo completo.

En primer lugar presentamos el nivel superior, de diseño de la asignatura en su conjunto. La actividad definida es el conjunto de toda la asignatura y sus objetivos son generales y abarcan toda la materia (figura 6). Cada una de las actividades del nivel inferior trata un gran bloque temático de la asignatura, y a su vez se dividirán en otras actividades (no descritas aquí por cuestiones de espacio). Es importante destacar que cada una de

esas actividades de segundo nivel lleva aparejada una evaluación, descrita en este caso en forma de porcentajes, aunque el profesor puede definirlas según su criterio.

En la figura 7 presentamos una actividad de penúltimo nivel que se desglosa a su vez en dos actividades atómicas, es decir, de último nivel. Estas actividades nos permiten concretar la forma en que se realiza la evaluación. Como se puede observar, las acciones de evaluación son en este nivel muy concretas y muy sencillas. Muchas de ellas serán fácilmente automatizables (están indicadas con *) mientras que en otros casos se requerirá la participación activa del profesor. Como ya se ha destacado, el aspecto clave de este modelo es la evaluación. Por ejemplo, y siguiendo con las actividades de la figura 7, si queremos que los estudiantes comprendan la idea de solución iterativa y el concepto de bucle, es importante que entiendan que las soluciones iterativas a un problema se dan en la vida real. Por eso se propone una actividad consistente en describir un problema real cuya solución sea iterativa. Puesto que toda actividad debe llevar asociada algún tipo de evaluación, es necesario encontrar una forma de evaluar este aspecto. Simplemente proponemos cuantificar el número de problemas descritos. Desde luego esta medida no es en sí misma muy indicativa del nivel de comprensión del alumno, pero sí valora el esfuerzo realizado y, debemos tener en cuenta, que es sólo un valor atómico en un conjunto muy grande de indicadores que, todos en conjunto serán mucho más valiosos. Además, en la actividad "Formalizar la solución como un algoritmo", evaluaremos habilidades de mayor nivel cognitivo.

Esto es sólo un ejemplo simple, pero ilustra lo que se ha descrito en el apartado anterior: si se desciende a suficiente nivel, se puede evaluar prácticamente cada una de las acciones que hacen los estudiantes, permitiendo una retroalimentación del proceso. Para que el modelo sea implementable, debemos conseguir que la mayoría de acciones de evaluación sean automáticas. De esta forma, liberaremos al profesor de tareas repetitivas y conseguiremos que el estudiante pueda tener una retroalimentación inmediata, motivándolo y destacando el valor de esa actividad en el resultado final del aprendizaje.

VII. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado un modelo docente basado en diseño fractal. Este modelo es consecuencia de analizar los distintos puntos de vista del estudiante y del profesor ante las circunstancias que se producen en el aula y de intentar solucionar algunas de las carencias detectadas.

El modelo se centra en la evaluación de todas las actividades realizadas por el estudiante con un doble objetivo: por una parte proporcionar una retroalimentación al estudiante para fomentar su motivación e informarle de sus avances y por otra parte facilitar al docente más elementos de juicio que harán la evaluación más objetiva. Si además se introducen elementos de automatización, se facilita la labor del docente y la inmediatez de la retroalimentación. Por lo tanto, el apoyo de herramientas tecnológicas es fundamental es una propuesta como esta.

En cuanto a la dedicación del estudiante estamos convencidos de que una mayor motivación supondrá un aumento en el tiempo de trabajo. Por otro lado, las herramientas tecnológicas nos permitirán monitorizar mejor ese tiempo y llevar el aprendizaje centrado en el estudiante a grupos más numerosos.

Las actividades atómicas funcionan como piezas de construcción por lo que se facilita su reutilización en otra parte de la asignatura así como su incorporación en cualquier otra.

Suele suceder que el profesorado tenga muchas ideas interesantes, pero se debe adaptar a la realidad con la que se encuentra en su labor diaria, es decir, grupos masificados y cada vez menos recursos. Mientras tanto, podrá aplicar sólo algunas de estas ideas y dejar las menos automatizables a los grupos en los que por su tamaño y características sea posible.

VIII. REFERENCIAS

- [1] J. Biggs. Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Narcea. 2005.
- [2] M. Marqués, J.M. Badía, y E. Martínez. Una experiencia de autoevaluación y evaluación por compañeros. Actas XIX JENUI. Castellón, julio 2013
- [3] J. Oliver y V. Canivell (2009). Evaluación entre compañeros: estudio de su correlación con la evaluación del profesor. Actas XV JENUI. Barcelona, julio 2009.
- [4] C. Reigeluth (2012). Instructional Theory and Technology for the New Paradigm of Education. RED, Revista de Educación a Distancia. Número 32. septiembre 2012.
- [5] M. C. Rinaudo, A. Chiecher y D. Donolo. Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. En Anales de psicología 2003, vol. 19, no 1 (junio), 107-119.
- [6] P. Sánchez y C. Blanco. Una metodología para fomentar el aprendizaje mediante sistemas de evaluación entre pares. Actas XIX JENUI. Castellón, julio 2013.
- [7] J. A. Tapia. Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar. Madrid: Santillana. 1995.