



Enseñar aprendiendo. Aprender enseñando. Creatividad en expresión gráfica para ingenieros químicos*



Yolanda Lifante Gil
Profesora del Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de València
yolanda.lifante@uv.es

| Fecha presentación: 30/07/2014 | Aceptación: 03/10/2014 | Publicación: 23/12/2014

Resumen

Seguimiento y análisis de la construcción, puesta en práctica y valoración cualitativa y cuantitativa, de un Finestra Oberta de la Universidad de Valencia, proyecto piloto para el fomento y evaluación de la creatividad y el aprendizaje autónomo, entre un grupo de estudiantes de primero ciclo de Ingeniería Química, en la asignatura Diseño Industrial del área Expresión Gráfica.

Palabras clave: innovación, creatividad, diseño, ingeniería química, ingeniería gráfica

Resum

Seguiment i anàlisi de la construcció, posada en pràctica i valoració qualitativa i quantitativa, d'un Finestra Oberta de la Universitat de València, projecte pilot per al foment i avaluació de la creativitat i l'aprenentatge autònom, entre un grup d'estudiants de primer cicle d'Enginyeria Química, en l'assignatura Disseny Industrial de l'àrea d'Expressió Gràfica.

Paraules clau: innovació, creativitat, disseny, enginyeria química, enginyeria gràfica

Abstract

Construction and analysis, implementation and qualitative and quantitative assessment, about Finestra Oberta of the Valencia University, pilot project for the encouragement and creativity evaluation and autonomous apprenticeship, among a first cycle of Chemical Engineering students group, in the Industrial Design subject of the Graphic Design area.

Key words: innovation, creativity, design, chemical engineering, graphic engineering

* Proyecto en el que se ha desarrollado el trabajo: GDIC 60/2009 Finestra Oberta "Proyecto de innovación docente para el tercer curso de la Licenciatura de Química". Proyectos de la asignatura Diseño Industrial del título Ingeniero Químico 2000.



1. Introducción

Los proyectos de innovación educativa vinculados a la introducción del crédito ECTS (Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos) y a la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, han sido implantados en casi todos los programas para titulaciones universitarias durante el curso académico 2010-2011. La Universitat de València (Estudi General) (UVEG) ha desarrollado estos proyectos desde el año 2002, siempre con un carácter experimental, incorporando paulatinamente la dinámica de enseñanza-aprendizaje, centrada en el desarrollo de competencias de los estudiantes, y fomentando los equipos docentes y la cooperación en la enseñanza.

En el área de Expresión Gráfica de la UVEG, se ha abordado la enseñanza como la preparación del alumno para el aprendizaje autónomo, a partir de lo cual surge la necesidad de formarlo en competencias como la creatividad, entendida ésta como “la capacidad o aptitud para generar alternativas a partir de una información dada, poniendo el énfasis en la variedad, cantidad y relevancia de los resultados” (Guilford ctd. por Blanco 2009: 128), y como “cualquier acto, idea o producto que transforma un campo ya existente ... en uno nuevo” (Csikszentmihalyi ctd. por Blanco 2009: 128).

Torrance advertía, ya en 1963, que “a los futuros profesores sólo se les enseña cómo preparar un examen para evaluar lo que han aprendido sus alumnos, casi nunca lo que pueden hacer los alumnos con lo que aprenden” (Torrance 1977: 15). Hoy, los estudiantes pertenecen a lo que se denomina *Generación Y*. Inmersos en las nuevas tecnologías que avanzan vertiginosamente, crecen en una sociedad donde la información, el conocimiento y las comunicaciones suceden a través de la red, una sociedad caracterizada por la globalización y por la incidencia de la economía en todos los ámbitos (el poder del yen-euro-dólar), basada en la capacidad de manejar datos y compartirlos en un sistema mundial controlado por los países pioneros en investigación. Dada la rapidez con que se transmite la información, los conocimientos se vuelven obsoletos muy deprisa, y es necesaria una permanente actualización. Estas circunstancias exigen profesionales con gran flexibilidad y capacidad de adaptación.

La creatividad es una competencia demandada por la Convergencia Europea y el mercado laboral actual. Durante 1992, se incorporó al currículum nacional en el Reino Unido una línea de desarrollo de la creatividad, en cuyo manual para maestros se explica así la importancia de la misma:

“Al proporcionar contextos ricos y variados para que los estudiantes desarrollen una amplia gama de conocimientos, comprensión y habilidades, el currículum deberá capacitar a los estudiantes para pensar creativa y críticamente, para resolver problemas y para marcar la diferencia. Deberá darles la oportunidad para ser más creativos, innovadores, emprendedores y líderes y equiparlos para sus vidas futuras como trabajadores y ciudadanos.

Deberá capacitarse a los estudiantes para responder positivamente a las oportunidades, desafíos y responsabilidades para manejar el riesgo y enfrentarse a los cambios y la adversidad.

Los estudiantes que sean creativos estarán preparados para un mundo de rápidos cambios, en el que tal vez tengan que adaptarse a diversas profesiones durante su vida. Muchos empleadores quieren personas que sean capaces de hacer conexiones, que tengan ideas brillan-

tes, que sean innovadoras, que se comuniquen y que trabajen bien con otros y que sean capaces de solucionar problemas. En otras palabras, quieren personas creativas” (Dabdoub 2008: 18).

Cabe en este punto preguntarse si la creatividad es una característica de un grupo de privilegiados. Según Steinberg, no. Para él, la creatividad es una característica humana, una aptitud con la que el individuo nace, un rasgo universal que, sin embargo, puede verse inhibido “por los efectos del proceso de culturización” (Steinberg 1976: 133). Todas las personas nacen con diferentes clases y grados de potencial creativo, el cual ha de ser reconocido y estimulado durante la infancia para que se mantenga y se desarrolle. Gracias a la curiosidad, el niño interactúa consigo mismo y con el entorno sin ideas preconcebidas: explora, investiga, experimenta y manipula cuanto encuentra, creando ideas y pensamientos, configurando el mundo a partir de los estímulos que recibe. Sin embargo, su curiosidad se constriñe constantemente, puesto que las conductas que se refuerzan suelen limitarse al *buen comportamiento*, lo cual coarta el potencial creativo. Numerosas investigaciones señalan que la creatividad de los escolares disminuye con los años de permanencia en el sistema educativo, y llegan a la conclusión, como Pérez Alonso-Geta, de que esto da paso a comportamientos más rígidos, convergentes e inflexibles.

En primera instancia, al observar la realidad, apenas se aprecia un reducido número de cualidades sobresalientes. La percepción real, capaz de ver algo nuevo, requiere atención, conciencia del proceso de observación y sensibilidad. La disposición a percibir diferencias significativas entre la realidad observada y las ideas preconcebidas permite desarrollar la creatividad, y puesto que el ser humano es perceptivo por naturaleza, se puede afirmar que cualquier persona puede desarrollar esta cualidad, siempre que se den las condiciones propicias.

Para que la enseñanza sea creativa y motive la creatividad, los docentes deben luchar contra la rigidez mental y aceptar la ambigüedad, propugnar el cuestionamiento de lo obvio, la persistencia y el riesgo; deben enseñar a definir los problemas, a argumentar, a ser positivos y a usar el error como un hallazgo. Es imprescindible estimular la imaginación, la curiosidad y la confianza de los alumnos en sí mismos, “diseñar su plan de clase de tal manera que la forma de estudiar un contenido y las actividades en el aula resulten atractivas, motivantes y favorezcan el aprendizaje significativo” (Dabdoub 2008: 120).

La innovación educativa que aquí se plantea persigue “preparar a los alumnos y las alumnas para la actividad en un campo profesional y facilitar su adaptación a las modificaciones laborales que pueden producirse a lo largo de su vida, así como contribuir a su desarrollo personal y al ejercicio de una ciudadanía democrática” (Romero 1996: 1).

El principal objetivo docente de esta edición de Finestra Oberta ha sido reactivar la creatividad de los futuros Ingenieros de la Universidad de Valencia y darle su importancia como herramienta básica para el desarrollo de su ejercicio profesional. Los alumnos de las Universidades de Northwestern y Vanderbilt, en los test de evaluación de la docencia del profesorado, deben puntuar “cuánto te ha ayudado la docencia a aprender y puntúa en qué medida el curso te ha estimulado intelectualmente” (Bain 2005: 24). Quizás para los docentes, plantearse qué puntuación obtendrían en semejante encuesta, podría ser un acicate hacia el fomento de la creatividad.

La investigación que se describe a continuación se ha realizado en la asignatura Diseño Industrial (optativa del primer ciclo), que pertenece al área Expresión Gráfica en la Ingeniería, de la Universidad de Valencia, dentro de la titulación Ingeniero Químico del plan 2000. Según Gardner, los artistas y los científicos, más que otros profesionales, suelen verse envueltos en discusiones sobre creatividad, por tanto, la elección de la asignatura y de la titulación no es casual, ya que en ellas se funden arte y ciencia.

El perfil del alumnado con el que se ha trabajado explica también el interés del profesorado por motivar a los estudiantes, y es el siguiente:

- Nota de corte muy baja. Durante el curso 2009-2010, la nota de acceso fue un 5,05 en junio, y en septiembre se admitió a los alumnos rechazados en otras titulaciones.
- Gran parte de los alumnos no procede de la especialidad de Ciencias. Más de la mitad de los matriculados no ha cursado nunca Dibujo Técnico.
- Alumnos desmotivados. Para el curso 2005-2006, de 118 matriculados en Ingeniería Química sólo 66 la habían solicitado como primera opción.
- Elevado número de estudiantes que no acude con regularidad a clase. Según un informe del Observatorio para la Inserción Profesional y Asesoramiento Laboral de la UV (OPAL, www.uv.es/opal), un 52 por ciento de los estudiantes comparten su tiempo de estudio con trabajos intermitentes, a tiempo parcial, o a tiempo completo.

Si “nosotros como docentes logramos ser creativos en nuestro proceso de enseñanza, evitaremos el absentismo y haremos más agradable la asistencia a clase (conseguiremos alumnos motivados, no obligados a asistir) y mejoraremos la relación personal alumno-profesor” (Lifante 2013: 331).

En este sentido, se plantea contribuir a mejorar la calidad de la docencia en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, a partir del fomento de la creatividad, incidiendo en los siguientes aspectos:

- Reducción del absentismo en las aulas mediante métodos de enseñanza que motiven al alumnado a asistir voluntariamente.
- Participación activa de los alumnos en su proceso de aprendizaje.
- Fomento de la competencia de aprender a aprender.
- Disminución de la tasa de abandono y aumento del número de presentados a la asignatura.
- Mejoramiento de la relación alumno-profesor.
- Aumento de la autoestima y autoconfianza de los alumnos.
- Contribución a que el diseño industrial tenga aplicaciones prácticas en el ejercicio de la profesión de ingeniero químico.
- Mejora del rendimiento académico de los participantes.

2. Metodología

Con base en las indicaciones de Morales Vallejo, se llevó a cabo una investigación en el aula. Fueron tomados como muestra los alumnos de la asignatura Diseño Industrial en las condiciones reales que se daban en el aula desde el curso 2006-2007 al 2010-2011, cuyo número ha variado de 15 a 30 de ambos sexos, y se siguió la metodología denominada *action research* (investigación-acción) partiendo de una reflexión crítica de la situación anterior, la sucesión cíclica de la puesta en práctica de proyectos innovadores y reflexión

sobre los resultados, hasta llegar a una solución práctica al problema planteado. Para entender en qué ha consistido la investigación-acción aplicada, resulta conveniente acudir a la definición de Carr y Kemmis (Carr y Kemmis 1988: 174), quienes afirmaron que se trata de “una forma de indagación autorreflexiva que emprenden los participantes en situaciones sociales en orden a mejorar la racionalidad y la justicia de sus propias prácticas, su entendimiento de las mismas y las situaciones dentro de las cuales ellas tienen lugar”. De esta forma, la docencia pasa a convertirse en investigación aplicada, siguiendo una secuencia cíclica, a través del proceso denominado *espiral autorreflexiva* porque incluye fases sucesivas de observación, reflexión, intervención y valoración, todo lo cual no sólo mejora la práctica sino que contribuye a la generación de conocimiento científico, ya que es contrastado y verificado desde la práctica.

La idea de seguir esta metodología cíclica surge de una investigación desarrollada en la Universidad de Harvard, donde las clases mejor valoradas por los alumnos estaban “repletas de oportunidades para revisar y mejorar su trabajo antes de ser calificado y, por tanto, para aprender de sus errores en el proceso” (Bain 2005: 47). Para el docente, una investigación en el aula también debe estar repleta de oportunidades de revisión y mejora del trabajo, y de aprendizaje a partir de los errores cometidos en el proceso. Al igual que en innovación se intenta que los alumnos aprendan haciendo, la investigación docente realizada en el aula supone una oportunidad única para que los profesores aprendan enseñando.

En esta investigación se ha tratado de verificar la evolución de la creatividad en los alumnos, comparando los índices de que disponían antes de comenzar a trabajar con ellos y al finalizar el cuatrimestre.

Para medir la transformación de una cualidad intangible como la creatividad, se emplearon técnicas de análisis cuantitativo y cualitativo que han permitido validar la investigación. Además, se triangularon los resultados con informes sobre el proceso realizados por tres profesores seleccionados: un profesor profesional del campo del diseño industrial, por su vinculación con la asignatura sobre la que se realizó la investigación, y dos profesores expertos en el tema de la creatividad.

Respecto al análisis cuantitativo, se compararon las habilidades creativas de los estudiantes antes y después (pre-post) de aplicar el proyecto de innovación, tratando de verificar un cambio. Esto se realizó a partir de una selección de las diversas pruebas que existen desde los inicios del siglo XX, como las de Guilford, Torrance, Mednick, Getzels y Jackson, Wallach y Kogan, y Purdue, entre otros, recopiladas por Saturnino de la Torre y Verónica Violant en la obra *Comprender y evaluar la creatividad*.

Durante el curso 2010-2011, un grupo de 15 alumnos (5 mujeres y 10 hombres), entre los cuales solamente había un repetidor, realizaron cuestionarios para estudiar la evolución de su desarrollo creativo. Los test no perseguían un diagnóstico o puntuación final, sino evaluar para mejorar y comprobar si crecía su creatividad tras cursar la asignatura. Para comparar los resultados, se aplicaron el test CREA, creado por los psicólogos y publicado por Corbalán *et al.* en 1992; y el test TAEC (Test Abreacción de Evaluación de la Creatividad), elaborado por maestros y pedagogos, y publicado en 1991 por Saturnino de la Torre. Asimismo, se compararon los resultados académicos de los cursos en que se ha impartido la asignatura como grupo piloto de innovación, con los de cursos anteriores.

	ANUNCIO	MAQUETA	DISEÑO FINAL
Alcance imaginativo			
Riqueza expresiva			
Habilidad compositiva			
Destreza gráfica			
Inventiva			
Sensibilidad			
Entusiasmo			
Implicación personal			
Toma de riesgos			
Fantasía			
Originalidad			
Elaboración			
Libertad de prejuicios			
Aprendizaje colaborativo			
Sentido del humor			
Capacidad de análisis			
Sana competitividad			
Flexibilidad			
Capacidad para identificar problemas			
Respeto y ayuda mutua			
Ideas personales y comunicación			
Tolerancia a la ambigüedad			
Trascendencia			
Curiosidad			
Autoconfianza			
Capacidad crítica			
Independencia			
Fluidez			

Tabla 1.

El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante un estudio de contenido de los trabajos propuestos a lo largo de la experimentación (detalladamente expuesto en los proyectos objeto de esta práctica), y otro estudio a los estudiantes a través de grupos de discusión y entrevistas individuales, para determinar la evolución en su desarrollo creativo (estudios de caso).

3. Diseño del estudio

Puesto que en el antiguo título de Ingeniero Químico no existía ninguna asignatura en que se fomentara la creatividad, fueron seleccionadas algunas técnicas a tal efecto, aplicables a lo largo de un cuatrimestre en los siguientes proyectos: proyecto de análisis de un diseño existente (anuncio), proyecto de diseño libre con material aportado (maqueta), y proyecto definido restringido a un tema (diseño final).

En la Tabla 1 se muestran los indicadores de la creatividad que se han potenciado en cada uno de los proyectos propuestos.

Las competencias básicas trabajadas con los alumnos son las siguientes:

- Conocimiento e interacción con el mundo físico, por medio del diseño y manipulación de objetos cotidianos.
- Tratamiento de la información y competencia digital, mediante el uso de buscadores web, descarga de archivos, conversión de ficheros y programas de presentación.
- Comunicación lingüística, a partir del uso correcto de vocabulario específico de la materia, realizando exposiciones, lectura comprensiva de textos y composición de los mismos analizando procesos y resultados, escucha activa de ideas y expresión de argumentos.

- Competencia social y ciudadana: capacidad de toma de decisiones, trabajo participativo en equipo, tolerancia, cooperación y resolución de conflictos derivados de la interacción.
- Aprender a aprender, mediante resolución de problemas prácticos, gestión del tiempo de trabajo y de la información inicial, y desarrollo del propio pensamiento y conocimiento.
- Autonomía e iniciativa personal desde la solución creativa de problemas tecnológicos a través de la valoración de alternativas y consecuencias, detección de oportunidades y riesgos, con humor, iniciativa, espíritu de superación, análisis crítico y autocrítica, perseverancia, superación de obstáculos, extracción de la información más significativa, aceptación de las propias limitaciones y errores, evaluación de resultados y establecimiento de conclusiones.

3.1. Descripción de los proyectos y resultados cualitativos

3.1.1. Proyecto de análisis de un diseño existente: Comunicación–Publicidad–Anuncio televisivo.

Los alumnos eligen y muestran el anuncio televisivo que más les ha impactado y exponen en cinco minutos su análisis desde el punto de vista del diseño y la creatividad. Se ha escogido la publicidad televisiva para que el futuro ingeniero químico realice un primer acercamiento al campo del diseño industrial y del diseño de ventas de un producto, ya que la televisión es un elemento de comunicación conocido y próximo a todos los alumnos. Cada anuncio seleccionado “nos permite ‘enganchar’ al alumnado con ejemplos atractivos” (Huerta 1999: 67).

Los objetivos específicos de este proyecto son que los alumnos sean capaces de:

- 1.- Utilizar la plataforma de la Universidad de Valencia, Aula Virtual.
- 2.- Descargar de internet el anuncio elegido y, si fuera necesario, transformar el fichero en un formato compatible con el software instalado en el aula para mostrarlo a sus compañeros.
- 3.- Preparar la exposición ciñéndose a los cinco minutos programados.
- 4.- Analizar críticamente el anuncio desde el punto de vista del diseño y la creatividad; y explicar cómo el anunciante trata de captar la atención del espectador hacia el objeto anunciado.

Los resultados cualitativos obtenidos fueron los siguientes:

- Se logró una aproximación nueva a un elemento cotidiano, como es la televisión, y un alto nivel de exigencia personal y capacidad crítica para seleccionar el anuncio en cuestión. Las muestras fueron anuncios famosos, polémicos, e incluso se realizaron seguimientos de campañas de alguna marca conocida.
- Puesto que algunos alumnos se atrevieron a exponer utilizando PowerPoint, se estableció, sin necesidad de explicar el funcionamiento del programa, una sana rivalidad entre ellos, que propició que, en la siguiente exposición, la mayoría utilizara algún programa informático para realizar su presentación.
- Los alumnos aprendieron a buscar información utilizando Internet, y se familiarizaron con los problemas de trabajar con diferentes formatos de compresión.
- Todos realizaron una exposición individual venciendo la timidez o pánico escénico.

3.1.2 Proyecto de diseño libre con material aportado: Presentación de proyectos–Maqueta–Carpeta.

Los alumnos realizan un trabajo de encuadernación confeccionando la carpeta donde guardan sus apuntes de clase. Es el primer diseño integral de conjunto de la asignatura.

Los objetivos específicos de este proyecto son que los alumnos sean capaces de:

1. Confeccionar una maqueta a partir de los planos y materiales aportados por el profesor, añadiendo lo necesario para realizar su diseño.
2. Realizar el diseño de la maqueta, tras un trabajo de investigación y/o recopilación, que deben entregar por escrito.
3. Lograr un diseño integral, es decir, que los diferentes elementos que la componen (tapas, separadores, elemento de cierre, etc.), sigan la misma línea de diseño.
4. Diseñar una maqueta útil para su función específica (en este caso, resistencia para el uso diario, capacidad para varias asignaturas, que sea reutilizable durante varios cursos, segura, etc.).
5. Construir una maqueta limpia, pulcra y con buen acabado.
6. Evaluar a sus compañeros.

Los resultados cualitativos obtenidos con este proyecto fueron los siguientes (imágenes en anexo):

- Comprensión y aplicación del concepto de diseño integral, eligiendo un lema constante para todos los elementos, y valorando positivamente que se les diera libertad en el diseño.
- Asimilación de los procesos de fabricación y la metodología de trabajo sobre maquetas.
- La creatividad se disparó en los alumnos con el aliciente de saber que la maqueta era para ellos, y algunos fueron más allá del proyecto incluyendo texturas, transparencias, materia orgánica, pintura al óleo o acrílica, elementos de diseño gráfico, materia textil, montajes fotográficos, etc.
- Todos evaluaron a sus compañeros.
- Los diseños se realizaron con un presupuesto prefijado y con criterios de economía.

3.1.3 Proyecto definido y restringido a un tema: Desafío creativo–Proyecto en todas sus fases–Diseño propio.

Trabajo en grupo para diseñar un objeto definido pre-

viamente y relativo a un tema de la asignatura. Realización de un trabajo escrito, planos de diseño y exposición larga. Es opcional la entrega de una maqueta del prototipo.

Tres de los objetos y temas propuestos fueron los siguientes:

- I. Elemento de mobiliario urbano: banco. Material con el que va a construirse de libre elección.
Tema: Introducción al diseño industrial
 - Concepto y metodología.
 - Factores del diseño industrial.
 - El ciclo del producto.
 - La comunicación en el diseño.

- II. Diseño de instrumental de laboratorio: agitador-calentador. Material para construirlo de libre elección.
Tema: Dibujos de conjunto y despiece.
 - Conceptos: Dibujo de conjunto, Dibujo de despiece y Lista de piezas.
 - Composición del dibujo de conjunto y lista de piezas.
 - Directrices en los dibujos de conjunto (selección de las vistas, elección de la escala, referencia de los elementos, normas para representar conjuntos sencillos).
 - Dibujos de despiece.
 - Normas para confeccionar una lista de piezas.

- III. Diseño de pequeño electrodoméstico: exprimidor eléctrico o manual. Material de libre elección.
Tema: Metodología proyectual.
 - Información, creatividad y técnicas.
 - El *brainstorming*, métodos combinatorios,
 - Factores estéticos del diseño: leyes de la psicología de la forma.

Contenidos y objetivos específicos:

1. Hacer un trabajo escrito de la extensión indicada en el enunciado y maquetado según las indicaciones.
2. Resumir a sus compañeros el tema de la asignatura que se les ha asignado, junto con el elemento que deben diseñar.
3. Controlar el tiempo de duración de su exposición para que no exceda los 25 minutos.
4. Exponer obligatoriamente todos los componentes del grupo.
5. Realizar la maqueta del objeto diseñado.
6. Evaluar a sus compañeros.
7. Cumplir con los plazos de entrega.

Los criterios aplicados para corregir los diseños presentados por los alumnos para el tercer proyecto fueron los planteados por McKinnon en 1977, según los cuales, debían ofrecer una respuesta o una idea nueva o estadísticamente infrecuente, para resolver un problema adaptándose a la realidad, tratándose de soluciones evaluadas, elaboradas, desarrolladas y aplicadas. Hubo evaluación por parte de la profesora y otra por los compañeros de clase, utilizando en ambos casos la misma rúbrica.

Los resultados cualitativos obtenidos con este proyecto fueron los siguientes (imágenes en anexo):

- Los objetos realizados resultaron novedosos, útiles, y las soluciones aportadas al problema inicial planteado fueron adecuadas y eficaces.

- Los alumnos vivieron el proceso de generación de un proyecto.
- Se resolvieron los proyectos ciñéndose al tema de teoría adjudicado, y aplicar de manera práctica el mismo les resultó muy útil a la hora de exponer el tema al resto de la clase.
- Se cumplieron los plazos de entrega.
- Los alumnos perdieron el miedo a las exposiciones orales, utilizaron todos PowerPoint y usaron técnicas adecuadas para captar la atención de sus compañeros.
- Algunos proyectos siguieron tendencias de diseño buscadas por los alumnos, y uno de ellos se concretó en dos versiones: ecológica y económica. El mecanismo de un proyecto que debía funcionar con energía eléctrica se estudió minuciosamente para hacerlo funcionar con energía alternativa.

4. Resultados cuantitativos de evaluación del fomento de la creatividad

Los test de evaluación de la creatividad del alumnado se realizaron únicamente a los alumnos del curso 2010-2011 y se trabajó con una muestra de 15 estudiantes.

La prueba para el test CREA consiste en visualizar una imagen y, transcurridos cuatro minutos, escribir en el formulario el máximo número de preguntas que les ha sugerido. Se valora la capacidad de generar preguntas a partir de un estímulo dado. Incluye la disposición general del sujeto a la apertura y versatilidad de sus esquemas cognitivos (ver Tabla 2 y Tabla 3 en el anexo).

De los 15 estudiantes testeados, 12 han resultado más creativos en el post-test, 1 ha igualado la puntuación y 2 han disminuido. Según el resultado, el 80 por ciento del alumnado es más creativo tras cursar la asignatura Diseño Industrial.

La prueba para el test TAEC consiste en realizar un dibujo a partir de 11 figuras incompletas. Se valoran once indicadores de creatividad: resistencia al cierre, originalidad, elaboración, fantasía, conectividad, alcance imaginativo, expansión figurativa, riqueza expresiva, habilidad gráfica, morfología y estilo creativo. El test TAEC no tiene cuadro de criterios interpretativos para explicar a los alumnos los resultados obtenidos, y se les ha facilitado la interpretación de los mismos mediante los indicadores analizados y la puntuación obtenida en cada uno, comparándola con la media proporcional obtenida para cada indicador (Ver Tabla 4 y Tabla 5 en el anexo).

De los 15 estudiantes testeados, 8 resultaron más creativos en el post-test, 3 han igualado la puntuación y 4 han disminuido. Así, el 53,33 por ciento del alumnado es más creativo tras cursar la asignatura Diseño Industrial.

El análisis intra-grupos muestra que no en todos los indicadores relacionados con la creatividad se producen mejoras significativas, aunque en cuatro de ellos la mejora es muy relevante, concretamente el tiempo, la conectividad, la expansión figurativa y la riqueza expresiva.

La media del tiempo negativa al sacar la diferencia post-pre refleja que hay un aprendizaje, ya que los alumnos emplean menos tiempo en realizar el test post que el test pre.

En el ejercicio de la creatividad, la conectividad es imprescindible y, aunque no suele reseñarse, constituye el indicador más relevante a la hora de diagnosticar el potencial creativo. Las personas muy creativas no solamente van más allá de la información recibida, sino que conectan con un todo significativo elementos independientes cuya relación carecía hasta entonces de sentido, e integran conceptualmente las partes sobrepasando los límites perceptivos o lógicos. Muchos

de los grandes descubrimientos de la humanidad pueden explicarse por esa capacidad de sobrepasar lo inmediato para encontrar unidades significativas superiores. El hecho de que el índice de la conectividad sea relevante en los resultados de este test denota el alto potencial de algunos sujetos del grupo.

Otro indicador destacado es la expansión figurativa, lo cual se traduce en el aumento de la actitud innovadora de los sujetos. La expansividad conlleva la necesidad de romper límites, la independencia perceptiva, tolerancia a lo complejo, iniciativa y cierto grado de inconformismo, todo lo cual está dentro de los atributos creativos. Para algunos autores, la ocupación de una amplia superficie significa imaginación, autoconfianza, energía, expresión de sentimientos, falta de prudencia y vitalidad.

En la riqueza expresiva, que muestra la imaginación dinámica del individuo, se ha dado una diferencia significativa: muchos alumnos introducen el color y la perspectiva en la prueba post del TAEC, figuras activas o vitales, en color, esforzándose en utilizar estrategias para demostrar que son más creativos.

5. Conclusiones

A partir del análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la investigación, se puede concluir que el ejercicio práctico ha redundado en beneficios notables sobre los siguientes aspectos:

- En una investigación-acción se tiene que llegar a alguna solución práctica del problema planteado. En esta investigación, la solución es parcial puesto que aprendiendo enseñando, los profesores sólo pueden llegar a “soluciones” parciales en temarios y proyectos. Tras trabajar cuatro años en esta asignatura, se ha conseguido vincularla con la titulación donde se imparte en cuanto al tema, pero ha de permanecer abierta a cambios en programaciones, coordinación con alumnos y otros temas donde surgirán imponderables que obligarán a realizar modificaciones.
- Mejora del rendimiento académico de los participantes y notoria disminución de la tasa de abandono. Los alumnos que han cursado la asignatura en grupos de innovación suelen aprobar en la primera convocatoria, contrariamente a los alumnos de grupos convencionales, entre los que persiste una gran tasa de abandono. Por otra parte, durante el primer año en que se han impartido métodos de innovación, los resultados generales han sido peores que con los métodos tradicionales, pero se ha observado un incremento de las notas máximas y, por primera vez, se han otorgado matrículas de honor.
- Aumento sustancial en el porcentaje máximo de sobresalientes y matrículas (ver Gráfico 1): del 23% (2005-

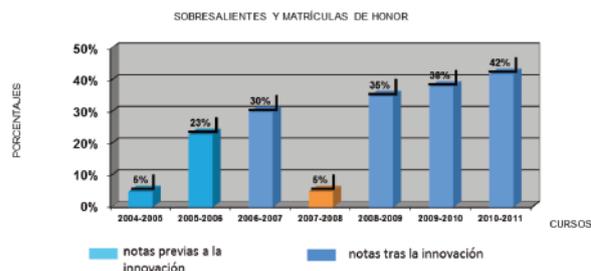


Gráfico 1.

2006), antes de la implantación de métodos de innovación, ha ido ascendido al 30% (2006-2007), 35% (2008-2009), 38% (2009-2010) y 42% (2010-2011), a raíz de la creación del grupo PIE (Proyecto de Innovación Educativa) y de la consiguiente inserción de nuevos métodos de innovación. Durante el periodo 2007-2008, la docente responsable del proyecto de innovación se encontraba de baja maternal, lo que modificó los resultados.

- Adquisición de la competencia conocimiento e interacción con el mundo físico, a través de la incursión en el diseño, montaje de maquetas y prueba de funcionamiento de los objetos realizados en los dos últimos proyectos.

- Tratamiento de la información y competencia digital.

- Comunicación lingüística, que se fue incrementado paulatinamente y se hizo notoria en el último proyecto, manifestándose tanto en el uso correcto de vocabulario específico de la materia, escrito y oral, comprensión, análisis y composición de textos, procesos y resultados, como en la escucha comprensiva de las ideas ajenas y expresión de argumentos.

- Competencia social y ciudadana, visible en el desarrollo de fructífero trabajo en equipo, la cooperación y superación de conflictos derivados de la interacción en el último proyecto.

- Competencia para aprender a aprender, a partir de la adquisición de estrategias para resolver problemas prácticos de toda índole, estrategias que se acumulaban y reciclaban a medida que se sucedían los proyectos y los retos nuevos de cada uno.

- Autonomía e iniciativa personal. En la práctica cotidiana, resultó perceptible la modificación de conductas individuales y la repercusión de esto en el grupo, a la hora de aportar soluciones, valorar alternativas y consecuencias, en un ambiente relajado y con humor.

- Mayor interés por las asignaturas en las que se les permite formar parte de su proceso de aprendizaje.

- La percepción de las asignaturas del área de Expresión Gráfica, tanto de parte de los estudiantes como de la propia titulación, se ha modificado, pasando a ser consideradas asignaturas útiles que pueden contribuir a la calidad de la formación de los futuros titulados en Ingeniería Química.

- Mejora en la relación personal alumno-profesor por medio de las tutorías.

La metodología de proyectos se muestra así pertinente para el fomento de la creatividad y el aprendizaje de las competencias específicas que se pretendía alcanzar. La teoría se asimila más fácil y permanentemente por medio de una metodología creativa que con el sistema tradicional de la clase magistral, pues a través de la práctica y el debate los alumnos aprehenden los contenidos desde la experiencia propia.

Innovar supone esfuerzo, para alumnos y para profesores. Trabajar por medio de proyectos exige mayor atención del profesor, eleva considerablemente el número de correcciones y requiere flexibilidad en el seguimiento de procesos. Para los alumnos, el que una asignatura se evalúe sin examen supone la realización de muchas más pruebas parciales puntuables. Todo ese esfuerzo, encaminado a la adquisición de una competencia demandada por la Convergencia Europea, para generar futuros profesionales adaptables al cambiante mercado laboral, puede ser, como ha sucedido en la experiencia que se ha descrito en este texto, ampliamente recompensada.

6. Bibliografía.

- Bain, Ken (2005). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Blanco, Ascensión (2009). *Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior*. Madrid: Narcea.
- Carr, Wilferd y Stephen Kemmins (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Editorial Martínez Roca.
- Corbalán-Berna, Francisco Javier et al. (1992). *Test CREA. Inteligencia creativa. Una medida cognitiva de la creatividad*. Madrid: TEA Ediciones.
- Dabdoub, Lilian (2008). *Desarrollo de la creatividad para el docente*. México: Editorial Esfinge.
- Gardner, Howard (1998) *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Huerta, Ricardo (1999). Imágenes que nos suenan. Aprender a conocer los sonidos del cine y la televisión. *Eufonia* 16: 65-71.
<http://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=imagenes+que+nos+suenan&btnG=&lr=> Fecha de consulta, 14.11.2014.
- Lifante Gil, Yolanda (2013). *Ingenieros Creativos*. Valencia: Editorial ADD.
- McKinnon, Donald W. (1977). The personality correlates of creativity: a study of american architects. Proceedings of the fourth international Congress of Applied Psychology Copenhagen Munks. G.S. Nielsen (Ed.).
- Morales Vallejo, Pedro (2010). Investigación e Innovación educativa. *REICE. Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* 8.2.
http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol8num2/art3_htm.htm Fecha de consulta, 14.11.2014.
- Observatorio de Inserción Profesional y Asesoramiento Laboral de la Universitat de València (OPAL) (2008). *Primer Estudio de las Demandas de los Empleadores de Titulados Universitarios de la Provincia de Valencia*. http://www.fguv.org/opal/ficheros/documentos/Empleadores_I_Presentacion.pdf Fecha de consulta, 10.10.2013.
- Romero Molero, María del Mar (1996). Motivación y aprendizaje significativos en alumnos y alumnas de la formación profesional. *Eduinnova* 17.
<http://www.eduinnova.es/dico9/Motivacion.pdf>. Fecha de consulta, 14.11.2014.
- Steinberg, Leonard (1976). La creatividad como rasgo caracterológico: nueva amplitud del concepto. *Implicaciones educativas de la creatividad*. Eds. Curtis, John, George Demos y Paul Torrance. Madrid: Anaya.
- Torrance, Paul (1977). *Educación y capacidad creativa*. Madrid: Editorial Marova.
- Torre de la Torre, Saturnino (1991). *Evaluación de la creatividad. TAEC, un instrumento de apoyo a la reforma*. Madrid: Editorial Escuela Española, S.A.
- Torre de la Torre, Saturnino y Verónica Violant (comps) (2006). *Comprender y evaluar la creatividad*. Málaga: Editorial Aljibe.
- Pérez Alonso-Geta, Petra María (1981). Creatividad: aptitudes de la producción divergente en EGB. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación de la Universidad de Valencia.

Anexo

Imágenes de carpetas realizadas en el Proyecto de diseño libre con material aportado



Imagen 1



Imagen 2



Imagen 3



Imagen 4



Imagen 5



Imagen 6



Imagen 7

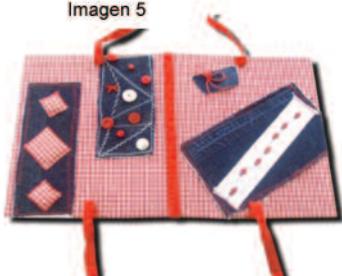


Imagen 8



Imagen 9



Imagen 10



Imagen 11



Imagen 12



Imagen 13

Imágenes de mobiliario urbano realizado en el Proyecto definido y restringido a un tema



Imagen 14



Imagen 15



Imagen 16

Imagen de diseño de instrumental de laboratorio de la pieza agitador-calentador, realizado en el Proyecto definido y restringido a un tema

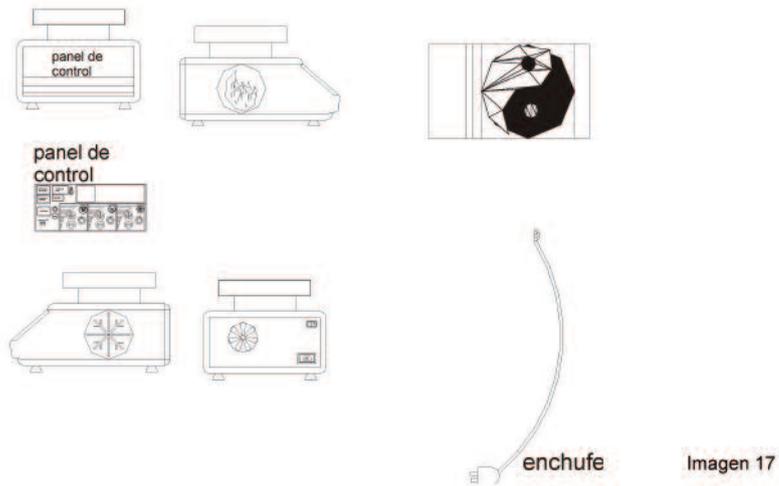


Imagen de diseño de exprimidor de naranjas, pequeño electrodoméstico realizado en el Proyecto definido y restringido a un tema.



Imagen 18

Tabla 2. Resultados Pre del test CREA

Estudiantes	FORMA B	
	Puntuación Directa	Puntuación Centil
1	11	25
2	11	25
3	12	30
4	11	25
5	8	10
6	12	30
7	10	20
8	7	5
9	16	60
10	12	30
11	13	35
12	15	50
13	16	60
14	13	35
15	7	5

Tabla 3. Resultados Post del test CREA

Estudiantes	FORMA A	
	Puntuación Directa	Puntuación Centil
1	16	55
2	26	95
3	16	55
4	12	25
5	14	40
6	15	50
7	17	65
8	6	1
9	25	90
10	20	80
11	15	50
12	17	65
13	15	50
14	17	65
15	11	20

Tabla 4. Resultados Pre del test TAEC

TEST TAEC de SATURNINO DE LA TORRE															
PRE															
Estudiantes	tiempo	res.cierre	originalidad	elaboración	fantasía	conectividad	alcance imag.	expansión fig.	riqueza expr.	habilidad graf.	morfología	estilo creat.	Coefficiente de Fluidéz Gráfica	Puntuación Total	Puntuación Centil
1	25	22	27	18	21	14	17	7	16	20	II	III	5,68	147,68	80
2	24	19	23	32	18	10	20	20	28	36	III	III	7,08	177,08	95
3	30	24	19	11	14	3	13	23	12	22	II	III	3,97	122,97	50
4	30	19	14	15	9	6	8	10	13	18	II	III	3,13	97,13	25
5	30	11	15	15	12	10	16	22	17	19	II	III	3,93	121,93	45
6	30	11	17	6	4	2	9	9	20	32	III	III	2,60	80,60	5
7	30	13	12	10	8	2	12	11	14	24	III	III	2,73	84,73	5
8	30	20	17	3	3	4	6	9	7	18	II	II	2,30	71,30	5
9	10	20	12	3	7	4	13	13	9	14	II	II	8,10	89,10	10
10	15	4	9	0	0	0	0	5	1	15	II	I	1,27	20,27	0
11	20	7	5	0	1	2	1	4	1	12	I	I	1,05	22,05	0
12	20	13	5	1	0	2	2	5	5	12	II	I	1,65	34,65	0
13	30	28	20	12	9	16	17	16	26	20	III	III	4,80	148,80	85
14	30	8	7	2	3	2	5	15	3	12	I	I	1,50	46,50	0
15	30	6	4	0	0	0	0	6	0	8	I	I	0,53	16,53	0
Media	25,60	15,00	13,73	8,53	7,27	5,13	9,27	11,67	11,47						
Desviac. Típica	6,52	7,25	6,93	8,98	6,67	5,03	6,76	6,30	8,90						

Tabla 5. Resultados Post del test TAEC

TEST TAEC de SATURNINO DE LA TORRE															
POST															
Estudiantes	Tiempo	Res.cierre	Original.	Elabor.	Fantasia	Conect.	Alcance imag.	Expans. fig.	Riqueza expr.	Habilidad graf.	Morfol.	Estilo creat.	Coef. ic. de Fluidez Gráfica	Punt. Total	Punt. Centil
1	19	25	31	26	22	36	9	36	17	30	II	III	10,63	212,63	99
2	17	20	29	36	21	27	30	36	36	36	II	III	13,82	248,82	99
3	17	19	19	11	14	16	17	28	13	22	II	III	8,06	145,06	80
4	18	12	11	7	6	7	4	14	17	23	II	III	4,33	82,33	5
5	15	4	21	11	26	27	18	32	23	16	II	III	10,80	172,80	90
6	15	5	14	8	9	23	22	21	21	21	II	III	8,20	131,20	60
7	13	6	20	5	11	21	15	28	16	18	II	III	9,38	131,38	60
8	9	18	10	6	4	5	4	12	10	17	II	II	7,67	76,67	5
9	5	13	13	3	5	2	9	11	10	13	I	I	13,20	79,20	5
10	5	5	9	2	0	0	0	5	0	12	I	I	4,20	25,20	0
11	5	10	6	0	1	0	1	5	3	9	I	I	5,20	31,20	0
12	5	13	16	2	4	6	6	5	6	16	II	I	11,60	69,60	5
13	20	23	20	18	12	36	23	36	26	19	II	III	9,70	203,70	99
14	10	2	12	4	3	2	8	16	4	14	I	II	5,10	56,10	0
15	5	7	8	0	1	0	0	5	0	11	I	I	4,20	25,20	0
Media	12,36	12,50	16,50	9,93	9,86	14,86	11,86	20,36	14,43						
Desviac. Típica	5,72	7,54	7,31	10,25	8,25	13,31	9,11	12,13	9,97						

| Cita recomendada de este artículo

Lifante Gil, Yolanda (2014). Enseñar aprendiendo. Aprender enseñando. Creatividad en expresión gráfica para ingenieros químicos. @tic. revista d'innovació educativa. (nº 13). URL. Fecha de consulta, dd/mm/aaaa.