



VOL. 18, Nº 3 (sept.-diciembre 2014)

ISSN 1138-414X (edición papel)

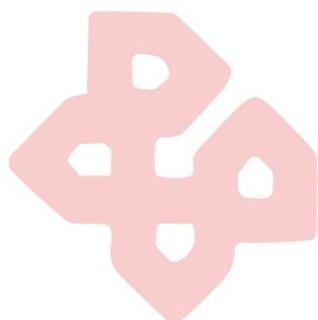
ISSN 1989-639X (edición electrónica)

Fecha de recepción 02/01/14

Fecha de aceptación 15/09/2014

VALORACIÓN DEL USO DE DIFERENTES RECURSOS VIRTUALES EN LA UNIVERSIDAD: UNA EXPERIENCIA DOCENTE

Valuation of the use of different virtual resources in the university: an educational experience



Diego Vergara Rodríguez
Universidad Católica de Ávila

E-mail: dvergara@usal.es

Resumen:

Actualmente el uso de entornos virtuales en la docencia está siendo cada vez más importante, especialmente en el ámbito universitario. En este sentido, en este artículo se expone un análisis de la opinión de los estudiantes de ingeniería en relación con el uso de diferentes recursos virtuales en el aula: vídeos tutoriales, laboratorios virtuales y vídeos didácticos. Para ello se han hecho encuestas durante varios años (2010-2014) a estudiantes de diferentes universidades y nacionalidades, que recibieron previamente clases mediante el uso de estas tres herramientas virtuales. De esta manera se ha comprobado que los estudiantes reclaman tecnologías lo más modernas posible para estar realmente motivados. En este sentido, todas las herramientas docentes virtuales deben estar actualizándose constantemente para seguir siendo realmente efectivas. Las encuestas también sugieren que, a pesar del atractivo que despiertan los recursos virtuales, la presencia del profesor en el aula sigue siendo realmente valorada por los estudiantes.

Palabras clave: recursos virtuales, laboratorio virtual, video tutorial.

Abstract:

Nowadays, the use of virtual environments in education is becoming more important, particularly in the university field. In this way, an analysis is shown in this paper considering the engineering students' opinion in relation with the use of different virtual resources in classroom: video tutorials, virtual laboratories and didactic videos. To this end, surveys were made during several years (2010-2014) to students from different universities and nationalities, who previously used this virtual tools in their classes. So, it is shown that students ask for the most fashionable technologies in order to become really motivated. According to this, didactic virtual tools must be continuously updated in order to go on being effective. Surveys also suggest the presence of the professor in the classroom keep being really appreciated by students.

Key words: *virtual resources, virtual laboratory, video tutorials.*

1. Introducción

La aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es una realidad en la sociedad actual. Éstas se han incorporado notablemente en multitud de procesos cotidianos en un breve periodo de tiempo, como por ejemplo en diversos campos de la medicina o de la ingeniería. En este sentido, teniendo en cuenta que los docentes enseñan para que en el futuro otros puedan desarrollar los conocimientos transmitidos, es necesario que la enseñanza avance en paralelo con las TIC, implantándolas cada vez más en el aula (Contreras, Escobar y Tristancho, 2011; Ferro, Martínez y Otero, 2009; Fredes, Hernández y Díaz, 2012; Moreno, Ovalle y Vicari, 2010; Rodríguez, 2011). Una consecuencia de esto es que el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) obliga a emplear medios informáticos en la metodología didáctica de cualquier asignatura, especialmente en las relacionadas con carreras técnicas. En este sentido, en esta comunicación se expone la evaluación por parte del alumnado del uso de diferentes *recursos virtuales* (RV) en el aula. Concretamente, este estudio se basa en la opinión de estudiantes de ingeniería sobre diferentes herramientas virtuales, todas ellas presentadas previamente en otros foros de innovación docente: (i) *Plataforma Virtual Interactiva* -PVI- (Vergara y Rubio, 2012; Vergara, Rubio y Prieto, 2013; Vergara, Rubio y Lorenzo, 2014a; Vergara, Rubio y Prieto, 2014b), (ii) *Videos Tutoriales* -VT- (Rubio, González, Heres, Ruiz y Pérez, 2006) y (iii) *Videos Didácticos* -VD- de duración corta (5-10 min) que editan algunas cadenas televisivas o empresas privadas. Todos estos RV están vinculados a asignaturas relacionadas con la ciencia e ingeniería de materiales, aunque los resultados que aquí se presentan pueden alcanzar un carácter general, englobando principalmente a asignaturas con carácter experimental.

Los laboratorios virtuales y las PVI son una de las aplicaciones de las TIC más empleadas en asignaturas de ingeniería (Brophy, Magana y Strachan, 2013; Candelas et al, 2004; Heradio, Torre, Sánchez, Dormido y Vargas, 2011; Koretsky, Kelly y Gummer, 2011; Rubio et al, 2006; Ruschel, Harris y Bernardi, 2011; da Silva y Félix, 2011; Vergara y Rubio, 2012; Vergara et al, 2012; Vergara et al, 2013; Vergara et al, 2014a; Vergara et al, 2014b). Esto es debido a que el desarrollo de las clases prácticas en el entorno de un laboratorio conlleva posibles limitaciones: en primer lugar, cuando los grupos son excesivamente numerosos algunos alumnos no consiguen ver cómo funciona la máquina mientras explica el profesor; por otro lado, aunque el número de estudiantes fuese apropiado, también puede ocurrir que algunos detalles del funcionamiento de una máquina no se aprecien bien, ya sea por la rapidez de ejecución de la acción que desarrolla la maquinaria o por la pequeña zona donde se desarrolla ese detalle; por último, otra limitación puede ser la disponibilidad horaria de las máquinas del laboratorio o incluso del propio laboratorio para poder realizar una clase práctica con los estudiantes. Por ello, entre las principales ventajas de los laboratorios virtuales se encuentran las siguientes posibilidades: (i) visualizar el funcionamiento del laboratorio en una pantalla de ordenador, (ii) ampliar una zona determinada en la pantalla del ordenador, (iii) mostrar el ensayo a velocidad más lenta y

(iv) disponer, siempre que se desee, de estas herramientas virtuales en el ordenador. Además, según estudios previos (Barrio, Parrondo, Blanco y Fernández, 2011), los estudiantes valoran más un programa específico desarrollado para una asignatura que una aplicación comercial genérica.

Aunque el uso de RV en el aula está actualmente tomando un auge importante y cada vez existen más foros científicos que tratan este tema, parece ser que lo importante no es el uso en sí de las tecnologías educativas, sino cómo están éstas diseñadas y cómo las aplica el profesor en el aula para explotar al máximo su potencial educativo (Rodríguez, 2011; Torres, Prieto y López, 2012). El presente artículo analiza la opinión de los estudiantes de universidad en relación con estos RV (PVI, VT y VD), con el claro objetivo de comprender mejor qué es lo que motiva al estudiante en ese campo y, por consiguiente, saber cómo diseñar estas herramientas virtuales de una manera eficaz desde un punto de vista didáctico.

2. Materiales y método

Concretamente, los recursos virtuales analizados en este artículo son tres: PVI, VT y VD. Los estudiantes que después fueron encuestados interactuaron con varias PVIs: (i) una que simula el funcionamiento de una máquina de ensayos de compresión de hormigón (Figura 1); (ii) otra que simula el ensayo de tracción de una probeta normalizada de acero (Figura 2); (iii) otra que sirve para la docencia de la radiología industrial (Figura 3). Todas ellas presentan, además de una parte interactiva de simulación del ensayo, un complemento educativo con una colección de ejercicios para resolver virtualmente. Estos RV se han elaborado procurando que se aproximen lo máximo posible a la realidad, con todos los detalles de una máquina real, simulando el entorno de un laboratorio de prácticas en ingeniería y procurando que los pasos para completar virtualmente un ensayo real se sigan de manera consecutiva y sean lo más didácticos posible. El alumno puede *interactuar* con libertad absoluta con estas herramientas, comprendiendo el funcionamiento de una máquina mediante un proceso de autoaprendizaje.

Esta misma idea ya ha sido previamente desarrollada por otros autores (Dobrzański y Honysz, 2009; Dobrzański y Honysz, 2010; Meneses et al, 2009), aunque ninguno de ellos ha empleado *simulaciones en 3D* que además de interactivas se ajusten en tiempo real (realidad virtual). Este avance tecnológico de las PVIs es precisamente lo que hace este estudio más interesante. Por otro lado, conviene destacar que dado que este tipo de PVIs emplea efectos similares a los de los vídeo-juegos, resultan realmente llamativas y motivadoras para los estudiantes (Luengas, Guevara y Sánchez, 2009; Sánchez, Alfageme y Serrano, 2011). Además, hay que tener en cuenta que esta tipología de herramientas no garantizan, por sí mismas, una mejora de los procesos de desarrollo curricular y es un campo que actualmente está generando un interés científico destacado (Rodríguez y Gomes, 2013).



Figura 1. PVI simulando cómo funciona una máquina de ensayos de compresión de hormigón (Vergara et al, 2014a).



Figura 2. PVI simulando cómo funciona una máquina universal de ensayos de tracción (Vergara et al, 2014b).



Figura 3. PVI que simula el funcionamiento de una máquina empleada en radiología industrial (Vergara et al, 2013).

Por otro lado, los Vídeos Tutoriales analizados en esta comunicación se basan en trabajos previos (Rubio et al, 2006) que se realizaron a partir de la grabación en vídeo de diferentes ensayos usados habitualmente en las prácticas de asignaturas relacionadas con los materiales (Figura 4): ensayo charpy, ensayo de tracción de una probeta de acero, ensayo de compresión de una probeta de hormigón, ensayos de consistencia del hormigón, ensayos de dureza, etc. Esta herramienta virtual se estructura presentando vídeos de cada uno de los pasos a seguir para la ejecución de un ensayo junto a texto explicativo que facilite la comprensión

del vídeo. Este recurso favorece un proceso de autoaprendizaje e incluso, al trabajar en muchas ocasiones en grupos pequeños frente al mismo ordenador (2-3 alumnos), puede potenciar un aprendizaje cooperativo basado en la interacción entre iguales. De hecho, los grupos reducidos pueden favorecer por sí mismos que el aprendizaje cooperativo sea más eficaz (Smith, 1996; Vergara, 2012).



Figura 4. Vídeos tutoriales de ensayos mecánicos aplicados a materiales de construcción (Rubio et al, 2006).

Para finalizar, el último recurso virtual a analizar en este artículo se corresponde con los llamados Vídeos Didácticos, en este caso son vídeos de duración corta (5-10 min) que son editados por ciertas cadenas televisivas o empresas privadas (Figura 5). Estos vídeos acercan al alumnado al mundo real, transmitiendo conocimientos imposibles de llevar de manera práctica al aula, e.g. procesos de fabricación completos, desde la obtención del material hasta el producto final comercial. Únicamente una visita a una fábrica podría aproximarse a ese nivel de enseñanza, y prácticamente ninguna empresa realiza el proceso de fabricación completo de ningún producto. Por lo tanto este recurso virtual es realmente valioso desde el punto de vista didáctico.



Figura 5. Vídeo didáctico mostrando el proceso de fabricación de palanquillas.

Para conocer la opinión de los estudiantes, los recursos virtuales comentados previamente (PVI, VT y VD) se han sometido durante varios años (2010-2014) a la evaluación de estudiantes de ingeniería de diferentes titulaciones y universidades, e incluso distintas nacionalidades (Escuela Politécnica Superior de Zamora, Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad Católica de Ávila, Instituto Politécnico de Viseu, Instituto Politécnico de Bragança)

y también en un curso de la OAPEE (Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos). Un total de 220 encuestas fueron realizadas posteriormente al uso de estos RV en el aula (160 en España y 60 en el extranjero), con el fin de poder elaborar así un estudio estadístico de la opinión de los estudiantes de ingeniería en relación a diferentes aspectos relacionados con la utilización de RV en la universidad (Tabla 1). En las preguntas donde se pidieron datos numéricos se realizó posteriormente la media aritmética de todas las respuestas dadas. La diferencia entre los españoles y los extranjeros no es significativa, por lo que en este artículo se refleja el estudio de manera conjunta.

Tabla 1
Preguntas planteadas a los estudiantes

NUMERO	PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA
1	En relación con la <i>utilidad docente</i> , consideras que los recursos virtuales:	A) Son un buen complemento para reforzar y/o aclarar las explicaciones del profesor. B) Son autosuficientes para explicar el temario de la asignatura.
2	Consideras que la parte práctica de la asignatura debería impartirse:	A) Usando sólo recursos virtuales (laboratorio virtual). B) Usando sólo el laboratorio real. C) Mezclando el laboratorio virtual y real, usando en primer lugar el virtual. D) Mezclando el laboratorio virtual y real, usando en primer lugar el real.
3	Si has elegido la opción C) o D) de la pregunta anterior, ¿en qué porcentaje distribuirías las clases en el laboratorio virtual y en el laboratorio real?	A) Laboratorio real: _____% B) Laboratorio virtual: _____%
4	Entre los recursos virtuales planteados (PVI, VD y VT) haz el reparto porcentual que consideras más apropiado para aplicarlos en el aula.	A) PVI: _____% B) VD: _____% C) VT: _____%
5	¿Podrías hacer algún comentario de porqué has planteado el reparto porcentual de la pregunta anterior?	<i>Comentario:.....</i>
6	Consideras que estos tres recursos virtuales se refuerzan entre sí y que unos complementan a los otros, o por el contrario piensas que alguno de ellos se podría suprimir si ya se ha usado otro previamente.	A) Se complementan entre sí. B) Se podrían suprimir los ____ si ya se han usado previamente los ____. <i>Otro comentario:.....</i>
7	Valora del 1 al 10 la <i>calidad didáctica</i> de los siguientes recursos virtuales:	A) PVI: _____ B) VD: _____ C) VT: _____
8	Valora del 1 al 10 el <i>grado de motivación</i> que generan los siguientes recursos virtuales:	A) PVI: _____ B) VD: _____ C) VT: _____

3. Resultados

En relación con la utilidad general de esta tipología de RV en la docencia universitaria (Figura 6-a), el 91% de los estudiantes encuestados opinó que eran un buen complemento para reforzar y/o aclarar los conocimientos adquiridos previamente en las clases magistrales del profesor. El 9% restante se decantó por la opción de que estos RV eran autoexplicativos y, por lo tanto, podían servir por sí mismos para la docencia de la materia (sin necesitar clases del profesor).

Respecto a la pregunta 2 de la Tabla 1, las respuestas de los estudiantes fueron contundentes (Figura 6-b): en la distribución de las clases prácticas el 93% se decantaron por la opción mixta de laboratorios virtuales junto a laboratorios reales (opción C de la Tabla 1), recibiendo en primer lugar la clase con herramientas virtuales -que ponen en contacto al estudiante con el mundo real- para después poder comprender mejor los ensayos realizados en el laboratorio real. Ningún alumno marcó la opción de recibir las clases prácticas mediante laboratorios virtuales de manera exclusiva, y sólo el 5% consideró que las clases prácticas se deben impartir únicamente en laboratorios reales.

Entre los alumnos que eligieron una opción mixta de laboratorios virtuales y laboratorios reales (93%), todos decidieron que el mayor porcentaje de horas prácticas debían impartirse en un laboratorio real. El reparto resultante de la media aritmética de los resultados de las encuestas (Pregunta 3, Tabla 1) está representado en la Figura 6-c, donde queda reflejado que el alumnado propondría que el 68% de las clases prácticas se desarrollasen en un laboratorio real y el 32% en laboratorios virtuales, i.e. aproximadamente 2/3 en laboratorios reales y 1/3 en virtuales.

Las encuestas también sirvieron para conocer cómo distribuirían los estudiantes las clases prácticas con recursos virtuales (Pregunta 4, Tabla 1). De esta forma, podemos comprobar que el reparto porcentual que consideran más apropiado sería un 35% con PVI, un 30% con VT y un 35% con VD (Figura 6-d). Esto indica que los alumnos prácticamente valoran de igual forma la importancia del uso de estos tres RV en el aula.

En relación a la pregunta 5 (Tabla 1), las respuestas de los estudiantes han servido para ir perfeccionando durante estos años el diseño de los RV analizados, e.g. en las PVI añadiendo mejoras en los complementos educativos virtuales interactivos. Aunque existen claras diferencias entre los tres RV analizados, acorde a las respuestas obtenidas en la pregunta 6 de la Tabla 1 los estudiantes consideran que éstos se complementan entre sí y que la metodología basada en el uso conjunto de PVI, VT y VD puede abarcar todos los aspectos importantes de la parte práctica de una asignatura.

Existen muchas propiedades de los recursos virtuales que son valoradas por los estudiantes -e.g., interactividad, movimientos en tiempo real, grado de realidad, disponibilidad, etc. (Vergara et al, 2013)-, aunque quizás las dos cualidades más importantes desde el punto de vista docente que debe tener un recurso virtual son (i) una buena *calidad didáctica* y (ii) un buen grado de *motivación*, i.e., que sea capaz de despertar la curiosidad por el tema de estudio al estudiante. Por ello estos dos aspectos fueron llevados a evaluación en las encuestas planteadas a los alumnos (Tabla 1). Con la media aritmética de los resultados se pudo hacer la gráfica mostrada en la Figura 7, que muestra claras diferencias entre los tres recursos virtuales analizados: PVI, VT y VD.

Los alumnos valoraron con un 8.3 sobre 10 la utilidad didáctica de las Plataformas Virtuales Interactivas para completar la explicación del profesor en las clases magistrales. El 100% de los alumnos consideró que la propiedad de "interactividad" en una PVI ayuda a mejorar la comprensión del aspecto docente que se haya desarrollado con ella y, además, favorece un

aprendizaje más ameno. De hecho, respecto al grado de motivación que genera este recurso virtual la valoración fue la más alta, llegando al valor de 9.5 puntos.

Por otro lado, los estudiantes valoraron con un 8.7 sobre 10 la utilidad docente de los Vídeos Tutoriales para ayudar a entender mejor los temas tratados. Incluso el 16% de ellos opinó que el uso de estos VT era suficiente para comprender la materia tratada sin necesidad de una ayuda complementaria del profesor. En cuanto al grado con el que motiva este recurso al estudio, la valoración media alcanzó el valor de 8.3 puntos. Aun así, en términos generales, los alumnos consideran que los VT deben estar lo más completos posible, en cuanto a información se refiere, para que resulten realmente útiles a la hora de estudiar.

Por último, la opinión de los alumnos respecto a los Vídeos Didácticos de duración corta es realmente positiva, ya que la valoración de la utilidad didáctica alcanzó el valor de 9.5 puntos y la del grado de motivación 9 puntos. Conviene destacar que la mayoría de los alumnos considera que se debería mostrar un VD después de cada tema, al menos en los relacionados con la ciencia de materiales donde cada vídeo puede servir para entender tanto el proceso de fabricación de un material como las aplicaciones industriales de éste. Esto se corresponde con estudios previos en los que se plasmaba el elevado beneficio a nivel educativo de los recursos audiovisuales (Pozo e Iglesias, 2013).

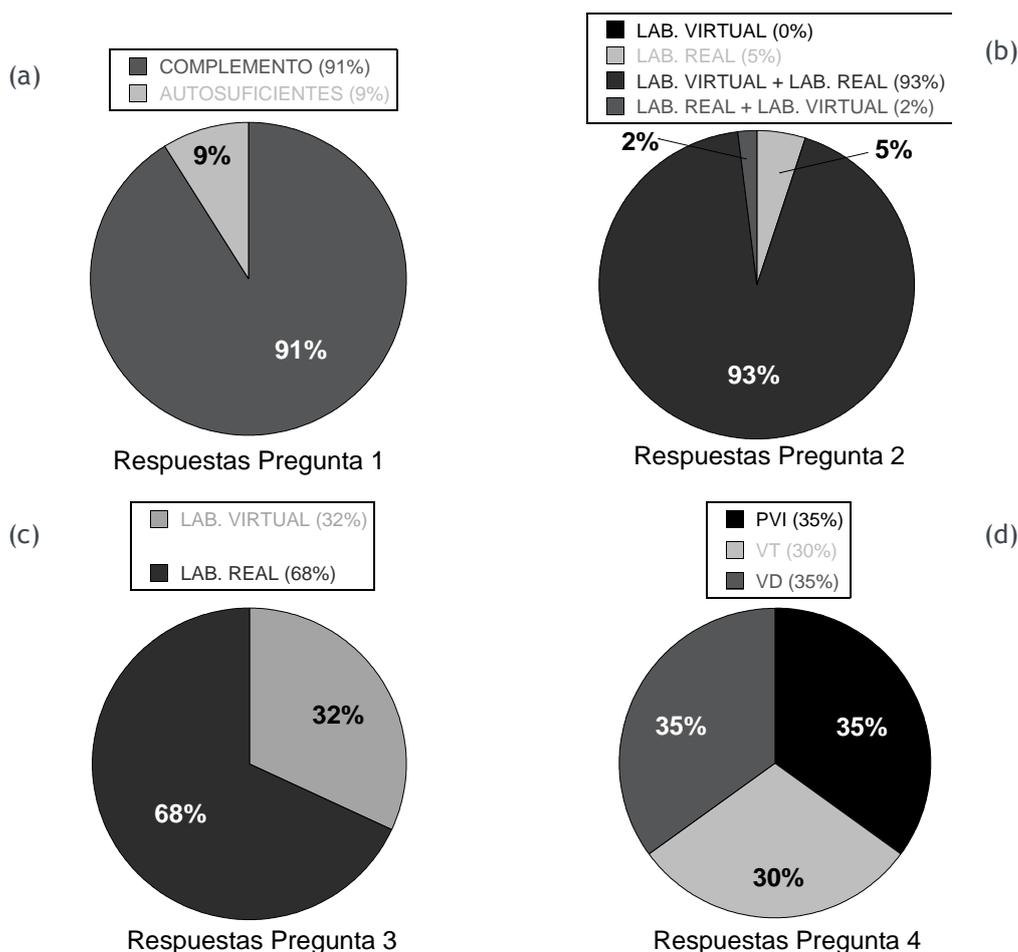


Figura 6. Respuestas a las preguntas de la Tabla 1: (a) Pregunta 1; (b) Pregunta 2; (c) Pregunta 3; (d) Pregunta 4.

Por otro lado, acorde a la opinión de los alumnos de ingeniería, en la Figura 8 se muestra el reparto porcentual más adecuado para la organización metodológica de asignaturas que

tienen clases prácticas en laboratorio. A partir de este gráfico, se puede comprobar que las clases magistrales (CM) siguen siendo consideradas las más importante de todas las metodologías empleadas en una asignatura (45%), i.e., *el papel del profesor en el aula sigue siendo considerado de gran relevancia*. De igual manera, según el alumnado, la resolución de problemas (RP) en la pizarra también tiene una importancia realmente trascendental para comprender una asignatura de carácter técnico (25%). Por último, también la parte práctica tiene un peso importante para los estudiantes.

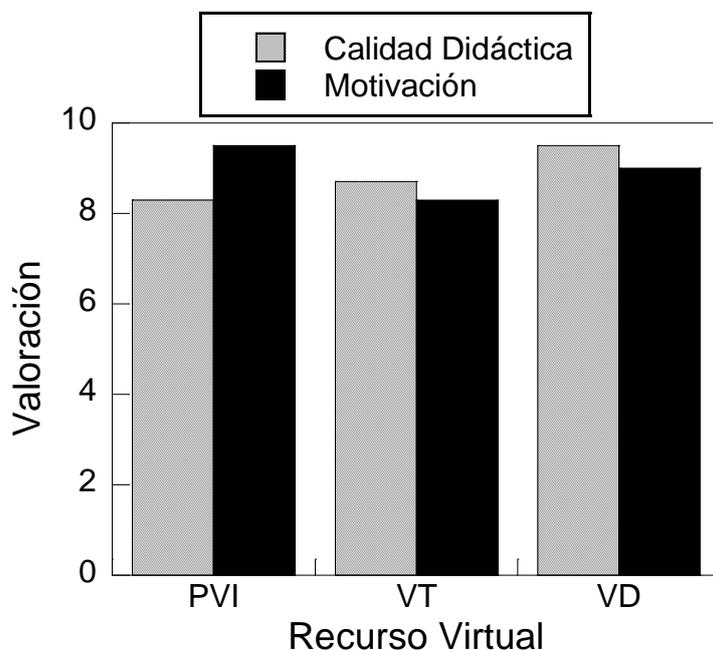


Figura 7. Valoración de los estudiantes acerca de la calidad didáctica y del grado de motivación que despiertan diferentes recursos virtuales: Plataforma Virtual Interactiva (PVI), Vídeo Tutorial (VT) y Vídeo Didáctico (VD).

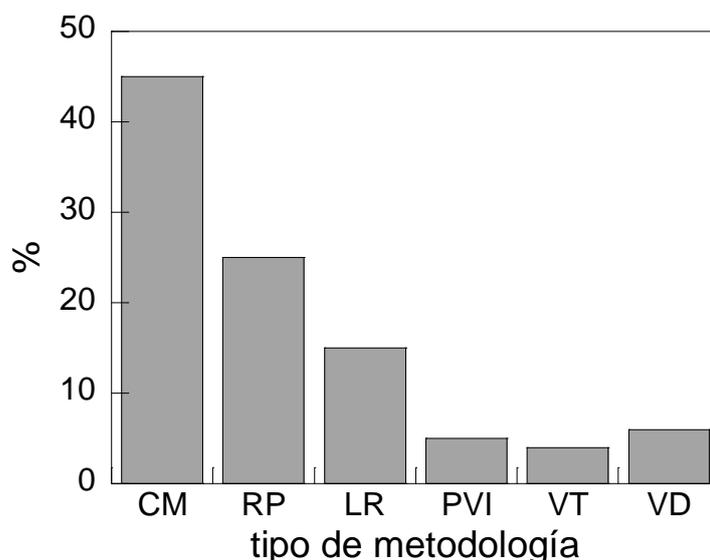


Figura 8. Distribución porcentual más apropiada de la metodología docente seguida en asignaturas vinculadas al área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, acorde a la opinión de los estudiantes: Clase magistral (CM), Resolución de Problemas (RP), Laboratorio Real (LR), Plataforma Virtual Interactiva (PVI), Vídeos Tutoriales (VT) y Vídeos Didácticos (VD).

4. Discusión

La mayoría de los alumnos encuestados consideran que los RV son un buen complemento a las explicaciones del profesor (Figura 6-a) y, de este mismo modo, resaltan la presencia del profesor en el aula como algo necesario (Figura 8) ya que los RV no son autoexplicativos por sí solos (Figura 6-a). De todos modos, estos resultados dependen claramente de la materia de estudio que se esté tratando ya que, por ejemplo, en el caso de la visualización espacial de ciertos aspectos ingenieriles, donde el profesor se enfrenta a serias limitaciones a la hora de transmitir una idea espacial de algún concepto, la utilidad autoexplicativa de los RV ha quedado evidenciada en estudios anteriores (Cárdenas y Paz, 2011; Vergara et al, 2012; Vergara y Rubio, 2013).

En relación a las clases en laboratorios reales y virtuales, se ha comprobado que una mayoría de los estudiantes prefiere un estado mixto, usando en primer lugar el laboratorio virtual y después el real. A pesar de ello, al preguntarles por el reparto porcentual de esta opción mixta, consideran que sólo un tercio de las clases deberían ser virtuales, dándole un mayor peso al laboratorio real (Figura 6-c). Acorde a experiencias docentes previas (Guzmán, 2009), cuando se usan en el aula metodologías mixtas apoyadas en recursos de carácter tanto presencial (laboratorio real) como no presencial (laboratorio virtual) se potencia el análisis de los conocimientos adquiridos obteniendo una mejora del rendimiento académico de los estudiantes.

A pesar de estos resultados, conviene destacar que la opinión de los estudiantes se ve afectada por lo llamativo o vistoso que sea el RV que manejen (Vergara et al, 2013). Por ello, los resultados del reparto porcentual más apropiado para usar los RV en el aula (Figura 6-d) - que muestran una imparcialidad en dicha partición- han sido tomados de las encuestas realizadas a partir de las últimas versiones de los RV, que han evolucionado a partir de los consejos que los propios estudiantes iban dando a medida que los usaban, i.e. estos RV se han ido actualizando en un proceso colaborativo entre profesor y estudiantes.

En general, de los comentarios obtenidos en relación al reparto porcentual del uso de RV en el aula se puede destacar la idea de que las PVI resultan muy atractivas a los estudiantes por la similitud con los video-juegos (interactividad en tiempo real), pero que éstas necesitan un complemento educativo con ejercicios para ser realmente eficaces a nivel educativo. Los VT, aunque son menos atrayentes, también ayudan a comprender la asignatura desde un punto de vista informativo y didáctico, favoreciendo una gran independencia del profesor. Por otro lado, los VD fueron los que recibieron un mayor número de comentarios de su efectividad educativa, y de lo interesante que resulta poder comprender y ver en un vídeo aspectos que en un laboratorio real serían inaccesibles, tanto por el número limitado de clases prácticas como por el presupuesto del que se dispone para dichas clases. Esto fortalece la utilidad de la Realidad Aumentada en el ámbito educativo, ya que esta tecnología es como la visualización de un VD pero con información virtual añadida. De hecho, ya se está analizando la utilidad de este tipo de recursos en la formación a distancia (Guadalupe, 2013; Mariño, 2014).

Comparando a los estudiantes españoles con los extranjeros, se ha podido comprobar una mayor tendencia de estos últimos a rellenar los apartados de “comentarios” (e.g. preguntas 5 y 6, Tabla 1). De hecho, se puede destacar que la mayoría de las mejoras que se han ido implementando con los años en las PVI analizadas en este artículo fueron propuestas por estudiantes extranjeros. Por lo tanto, teniendo en cuenta que los estudiantes españoles encuestados proceden de diferentes comunidades, se puede afirmar que de manera general, en relación a la educación, los universitarios españoles no tienden a involucrarse en las encuestas tanto como los alumnos de otros países (todos pertenecían a la Unión Europea). Esto

hace reflexionar que quizás sea conveniente un cambio de mentalidad en los estudios preuniversitarios para favorecer una mayor participación y dinamismo en el alumnado. En esta apreciación no se ha podido considerar el sexo de los estudiantes puesto que las encuestas se realizaron de forma anónima (aunque la mayoría de estudiantes de ingeniería suelen ser del género masculino).

Hay que destacar que los resultados de la distribución porcentual del uso de diferentes RV en el aula (Figura 6-d) serían diferentes si se hubiesen incluido las encuestas realizadas con las versiones iniciales de los RV, ya que el recurso más valorado hubiese sido el más vistoso o llamativo y este resultado no sería realmente fiable. De hecho, se puede establecer que la valoración de un RV depende de lo moderno que éste sea, i.e., según lo avanzada y sofisticada que sea la herramienta con la que se ha desarrollado y las aplicaciones interactivas que permite a los alumnos (Vergara et al, 2013 y 2014b). Esto ha podido ser comprobado por el propio autor en las encuestas que ha realizado en los sucesivos años. De esta manera, aunque en este artículo se muestran los resultados globales del estudio, se ha podido evidenciar que: (i) la misma PVI es ligeramente menos valorada de un año al siguiente, y (ii) cada vez que se muestra una nueva PVI a los estudiantes ésta es la más valorada de todas (ya que se ha diseñado con aplicaciones más sofisticadas). Estas afirmaciones también quedaron plasmadas en otros estudios previos (Vergara et al, 2013). Parece ser que si la PVI se ha diseñado con tecnologías más modernas, con mayor grado de interactividad, con simulaciones más realistas, etc. resulta más vistosa y llamativa al alumnado, que da por obsoletas a las más antiguas. Por lo tanto, se puede concluir que *el estudiante lo que en realidad demanda es el uso en el aula de recursos virtuales lo más modernos posibles*.

Por ello, para este estudio, se han considerado todos los RV en igualdad de condiciones (completamente desarrollados y diseñados con las mismas tecnologías), comprobándose así que la distribución más apropiada para usarlos en el aula tiende a igualarse y que todos los RV son valorados por igual (Figura 6-d). Aun así, las opiniones son diferentes en relación a la valoración individual de cada uno de ellos (Figura 7). De este modo, aunque la calidad didáctica es considerada bastante alta en los tres RV, destaca especialmente en el caso de los VD. En cambio, en relación con la motivación que generan en el estudiante, la valoración más alta la reciben las PVI -seguramente por la cercanía a la tecnología de los video-juegos (Luengas et al, 2009; Rodríguez y Gomes, 2013; Sánchez et al, 2011)-, seguidas muy de cerca de los VD. Por lo tanto, la mejor valoración a nivel global la reciben éstos últimos, los vídeos didácticos (ver Figura 7), lo cual concuerda con los comentarios encontrados en la pregunta 5 (Tabla 1). Una posible hipótesis de que esto sea así puede ser por la proximidad de los VD al mundo real, ya que representan una simulación de un proceso industrial completo.

Por otro lado, cuando se encuestó a los alumnos pidiéndoles que diseñaran un reparto de las clases en las que incluyesen clases magistrales, resolución de problemas, etc. (Figura 8), se asignó al laboratorio real (LR) el mismo valor que la suma de todos los RV (15% cada uno). Es decir, el valor que en la Figura 6-c era de dos tercios (66.6%) para los LR y un tercio (33.3%) para los LV cuando la comparativa era sólo entre los dos tipos de laboratorios, ahora que se considera una distribución total de toda la asignatura, el reparto se tiende a equilibrar entre los LR y los LV. Esto demuestra que *el alumnado universitario tiene una buena consideración del uso de recursos virtuales en el aula* y, por lo tanto, este estudio pone en valor la utilización de este tipo de aplicaciones educativas. Por otro lado, los resultados mostrados en las Figuras 6-d, 7 y 8 son coherentes entre sí, dando un reparto porcentual del uso de los tres RV analizados muy similar entre ellos, aunque ligeramente inferior para los VT y ligeramente superior para los VD. De todos modos, los RV, a pesar del impacto que causan y de la valoración tan positiva que tienen por parte del alumnado al valorarlos de manera individual (Figura 7), tienen un

grado menor de importancia si son comparados globalmente junto a las clases presenciales con el profesor (Figura 8).

5. Conclusiones

Las conclusiones de este artículo, aunque se hayan centrado en alumnos de ingeniería, pueden ser generalizadas para el conjunto de estudiantes universitarios. A modo de resumen, se puede generalizar que los estudiantes universitarios aprecian de manera positiva el uso de recursos virtuales en el aula, tendiendo a estar más interesados por los que estén diseñados con tecnologías lo más actuales posible (en caso contrario la herramienta no capta la misma atención en el alumnado). En relación a los tres recursos virtuales aquí analizados, los alumnos ordenan en primer lugar de importancia para las titulaciones técnicas a los Vídeos Didácticos, después a las Plataformas Virtuales Interactivas en 3D (enmarcadas en el ámbito de la realidad virtual) y por último a los Vídeos Tutoriales (enmarcadas en el ámbito de las aplicaciones multimedia).

Los resultados de las encuestas sitúan al mismo nivel de importancia las clases prácticas en laboratorios virtuales que las clases en laboratorios reales. De esta manera, los recursos virtuales pueden ser una buena alternativa para dar la clase práctica en el caso de que no se disponga de alguna máquina específica en el laboratorio de la universidad. De todos modos, a pesar de que los alumnos de carreras técnicas reconocen la utilidad de los recursos virtuales, consideran que lo más útil para aprender es la clase magistral, seguida muy de cerca de la resolución de problemas. En este sentido, la presencia del profesor o docente en el aula sigue siendo prioritaria dentro de los requisitos que son demandados por los estudiantes de titulaciones de carácter técnico.

Referencias bibliográficas

- Barrio, R., Parrondo, J., Blanco, E. & Fernández, J. (2011). Introducción de laboratorios virtuales en la enseñanza no presencial mediante entornos de trabajo propios. *REFIEDU, Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 4 (1), 55-67. Recuperado de http://webs.uvigo.es/refiedu/Refiedu/Vol4_1/REFIEDU_4_1_5.pdf
- Brophy, S.P., Magana, A.J. & Strachan, A. (2013). Lectures and simulation laboratories to improve learners' conceptual understanding. *Advances in Engineering Education*, 1-27. Recuperado de <http://advances.asee.org/vol03/issue03/papers/aee-vol03-issue03-04.pdf>
- Cárdenas, R.R. & Paz, O. (2011). Enseñanza de la expresión gráfica en la ingeniería con tecnologías de la información y comunicación. *Educação Gráfica*, 15 (2), 97-106. Recuperado de <http://www.educacaografica.inf.br/wp-content/uploads/2011/11/6ENSE%C3%91ANZA-DE-LA-EXPRESI%C3%93N.pdf>
- Candelas, F.A., Torres, F., Gil, P., Ortiz, F., Puente, S. & Pomares, J. (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 1(2), 49-57. Recuperado de <http://recyt.fecyt.es/index.php/RIAll/article/view/10612>
- Contreras, L.E., Escobar, I. & Tristáncho, J.A. (2011). Innovación curricular: uso de las TIC como herramienta para el fortalecimiento y el desarrollo de la educación en ingeniería. *Dialéctica, Revista de Investigación*, 14-25. Recuperado de

<http://www.unipanamericana.edu.co/resources/documents/3281cf4e6b5cbe584dc48f0adcb298e4.pdf>

- da Silva, A.C. & Félix, N. (2011). Avaliação do uso de mundos virtuais como apoio ao processo de ensino e aprendizagem de projeto. *Educação Gráfica*, 15 (1), 6-20. Recuperado de <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/avaliacao-do-uso-de-mundos-virtuais-como-apoio-ao-processo-de-ensino-e-aprendizagem-de-projeto>
- Dobrzański, L.A. & Honysz, R. (2009). On the implementation of virtual machines in computer aided education. *Journal of Materials Education*, 31, 131-140. Recuperado de http://matdl.org/jme/files/2009/08/dobrzanski_jme09_vmachines.pdf
- Dobrzański, L.A. & Honysz, R. (2010). The idea of material science virtual laboratory. *Journal of achievements in Material and Manufacturing Engineering*, 42, 196-203. Recuperado de http://www.journalamme.org/papers_vol42/42124.pdf
- Ferro, C., Martínez, A.I. & Otero, M.C. (2009). Ventajas del uso de las TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC, Revista de Tecnología Educativa*, 9, 1-12. Recuperado de http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec29/articulos_n29_pdf/5Edutec-E_Ferro-Martinez-Otero_n29.pdf
- Fredes, C.A., Hernández, J.P. & Díaz, D.A. (2012). Potencial y problemas de la simulación en ambientes virtuales para el aprendizaje. *Formación Universitaria*, 5 (1), 45-56. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/formuniv/v5n1/art06.pdf>
- Guadalupe, J. (2013). Avances en la enseñanza a distancia de la ingeniería. *Revista de Ingeniería*, 39, 67-72. Recuperado de https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A11_Dossier.pdf
- Guzmán, V. (2009). Evolución del modelo docente: efectos de la incorporación del uso de una plataforma virtual, vídeos educativos y CD interactivos. *EDUTEC, Revista de Tecnología Educativa*, 30, 1-16. Recuperado de http://edutec.rediris.es/Revelec2/revelec30/articulos_n30_pdf/Edutec-e30_Guzman.pdf
- Heradio, R., Torre, L., Sánchez, J., Dormido, S. & Vargas, H. (2011). An architecture for virtual and remote laboratories to support distance learning. *Actas del Research in Engineering Education Symposium*, Madrid, 551-559. Recuperado de http://www.issi.uned.es/miembros/pagpersonales/ruben_heradio/articulos/rees_11.pdf
- Koretsky, M., Kelly, C. & Gummer, E. (2011). Student perceptions of learning in the laboratory: comparison of industrially situated virtual laboratories to capstone physical laboratories. *Journal of Engineering Education*, 100 (3), 540-573. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2011.tb00026.x
- Luengas, L., Guevara, J. & Sánchez, G. (2009). Cómo desarrollar un Laboratorio Virtual? Metodología de Diseño. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5, 165-170. Recuperado de http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/20.pdf
- Mariño, O. (2013). Fortalecimiento de la enseñanza de la ingeniería con las tecnologías de información y comunicaciones. *Revista de Ingeniería*, 39, 46-49. Recuperado de https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/A07_Dossier.pdf
- Meneses, G.A. & Ordosgoitia, C.E. (2009). Laboratorio virtual basado en la metodología de aprendizaje basado en problemas, ABP. *Revista de Educación en Ingeniería*, 7, 62-73. Recuperado de <http://www.educacioningenieria.org/index.php/edi/article/view/74/64>
- Moreno, M., Ovalle, D.A. & Vicari, R.M. (2010). Hacia una taxonomía en la educación asistida por computador. *Revista Educación en Ingeniería*, 9, 27-36. Recuperado de <http://www.educacioningenieria.org/index.php/edi/article/view/7/6>

- Pozo, J.S. & Iglesias, C. (2013). Evaluación del empleo de las TIC por parte del alumnado de la Universidad de Vigo. *REFIEDU, Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 6(2), 80-87. Recuperado de http://webs.uvigo.es/refiedu/Refiedu/Vol6_2/REFIEDU_6_2_2.pdf
- Rodríguez, R.M. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 15 (1), 9-22. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev151ART1.pdf>
- Rodríguez, C. & Gomes, M.J. (2013). Videojuegos y educación: una visión panorámica de las investigaciones desarrolladas a nivel internacional. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 17(2), 479-494. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev172COL14.pdf>
- Rubio, M.P., González, J.L., Heres, F., Ruiz, A. & Pérez, J.L. (2006). *Aplicación de la tecnología multimedia al autoaprendizaje en las enseñanzas técnicas, dos casos prácticos*. *Actas de las I Jornadas de Innovación Educativa*. Zamora, 866-874.
- Ruschel, R., Harris, A.L. & Bernardi, N. (2011). Tecnologia e multidisciplinaridade inovando o ensino de arquitetura e engenharia. *Revista FAAC*, 1(1), 21-34. Recuperado de <http://www2.faac.unesp.br/revistafaac/index.php/revista/article/view/19>
- Sánchez, P.A., Alfigame, M.B. & Serrano, F.J. (2011). Opiniones sobre los videojuegos del alumnado de educación secundaria obligatoria. *EDUTEC-e, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 8, 1-14. Recuperado de http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec38/opiniones_videojuegos_alumnado_educacion_secundaria_obligatoria.html
- Smith, K.A. (1996). Cooperative learning: making "groupwork" work. *New Directions for Teaching and Learning*, 67, 71-82. DOI: 10.1002/tl.37219966709
- Torres, L., Prieto, E. & López, L. (2012). Entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje. Evaluación del uso de las herramientas virtuales en el máster de educación para el desarrollo. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 39, 1-18. Recuperado de http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec39/evea_evaluacion_uso_herramientas_virtuales_mster.html
- Vergara, D. (2012). Una experiencia educativa de aprendizaje cooperativo en la universidad. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 16 (2), 339-354. Recuperado de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev162COL6.pdf>
- Vergara, D. & Rubio, M.P. (2012). Aplicaciones del diseño gráfico en ingeniería: diagramas de equilibrio ternario. *Educação Gráfica*, 16 (1), 44-58. Recuperado de <http://www.educacaografica.inf.br/artigos/aplicaciones-del-diseno-grafico-en-ingenieria-diagramas-de-equilibrio-ternarios>
- Vergara, D., Rubio, M.P. & Lorenzo, M. (2012). New computer teaching tool for improving students' spatial abilities in continuum mechanics. *IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)*, 7 (4), 44-48. Recuperado de <http://www.ewh.ieee.org/soc/e/sac/itee/index.php/meem/article/viewFile/248/260>
- Vergara, D. & Rubio, M.P. (2013). Una innovadora metodología para ejercitar la capacidad de visión espacial de los estudiantes de ingeniería. *Revista de Docencia Universitaria - REDU*, 11, 329-347. Recuperado de <http://red-u.net/redu/index.php/REDU/article/viewFile/540/pdf>
- Vergara, D., Rubio, M.P. & Prieto, F. (2013). Diseño de nuevas herramientas virtuales para la enseñanza de la radiología industrial. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en*

Tecnología - *TE&ET*, 11, 76-82. Recuperado de <http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/nuevo/files/No11/TEYET11-art09.pdf>

Vergara, D., Rubio, M.P. & Lorenzo, M. (2014a). Interactive virtual platform for simulating a concrete compression test. *Key Engineering Materials*, 572, 582-585. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.572.582

Vergara, D., Rubio, M.P. & Prieto, F. (2014b). Nueva herramienta virtual para la enseñanza de la caracterización mecánica de materiales. *Revista de Educación en Ingeniería*, 9 (17), 98-107. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/311>