

1. Introducción

1.1. El método del caso

El método del caso es una metodología de enseñanza aprendizaje en la que el alumnado trabaja distintas competencias y resultados de aprendizaje a alcanzar en la asignatura, a través del análisis y resolución de casos reales o inventados pero basados en situaciones reales, conectando la teoría con la práctica. Los casos son habitualmente narrativas, situaciones, muestras de datos seleccionados o afirmaciones que presentan situaciones a resolver o preguntas que capten la atención del estudiantado (Arrue y Caballero, 2015; Garvin, 2003; Servant-Miklos, 2019; Ward y Padgett, 2012; Yadav et al., 2010). El método del caso es una metodología de enseñanza aprendizaje activa que promueve la participación y debate del alumnado. En particular, mediante el empleo del método del caso el estudiantado es capaz de trabajar competencias como el trabajo en equipo, análisis y resolución de problemas, pensamiento crítico, comunicación efectiva, toma de decisiones, conocimiento de problemas contemporáneos, aprendizaje permanente, etc. (Bergland et al., 2006; Boyce et al., 2001; Burgoyne y Mumford, 2001; Noblitt et al., 2010; Sanders-Smith et al., 2016; Watson y Sutton, 2012). Además, como en la mayoría de los casos, no existe una solución única al mismo, si no que muchas veces hay varias soluciones que son correctas siempre que se justifiquen adecuadamente, y es por ello que este método contribuye a enriquecer la mentalidad del estudiantado con múltiples ideas y distintos puntos de vista (Bayona y Castañeda, 2017). En las clases en las que se emplea el método del caso el alumnado puede trabajar solo o en pequeños grupos, y es el estudiantado el que aporta las ideas en una clase dinámica en la que el profesorado es un mero observador y sirve de guía para los/las estudiantes (Burgoyne y Mumford, 2001; Cannon, 1900).

El método del caso fue implementado por primera vez a principios del siglo XX y es pionero de la facultad de negocios de Harvard (Harvard Business School) (Sato y Rogers, 2010; Servant-Miklos, 2019), pero se ha implementado con éxito desde hace mucho tiempo en las titulaciones universitarias de medicina, derecho y económicas. Sin embargo, hoy en día se está empleando con éxito en otras disciplinas, como la ingeniería, las ciencias básicas (física, química, etc.), educación y periodismo.

El método del caso es una metodología de aprendizaje basada en “aprender haciendo” (learn by doing) y que tiene como objetivo preparar al alumnado para la toma de decisiones estratégicas a través de la práctica de situaciones reales (Golich, 2000). Por lo tanto, las fases que se llevan a cabo cuando se implementa el método del caso son las siguientes:

- 1) Estudio y análisis individual del caso por parte del estudiantado.
- 2) Discusión del caso en grupos pequeños.
- 3) Debate en el aula.
- 4) Obtención de conclusiones y resultados a destacar guiados y resumidos por el profesor.

Una vez que el alumnado (normalmente en pequeños grupos) estudia, prepara y aborda el caso a resolver, el personal docente facilita y orienta el debate en el aula. Adicionalmente, atendiendo a la propuesta elaborada por los participantes, el profesorado incentiva la participación de toda la clase para profundizar en la discusión con diferentes puntos de vista provenientes de diversas ideas o experiencias.

El método del caso presenta los beneficios que se exponen a continuación:

- Descubrir nuevas perspectivas a la hora de abordar una situación a través del diálogo y las soluciones propuestas con el resto de compañeros y profesores.
- Mejora el pensamiento crítico del alumnado. Además, expande la capacidad para el diagnóstico y la reflexión.

- El alumnado aprende a tomar decisiones, no sólo para los casos propuestos, si no para casos reales futuros, de tal forma que es capaz de hacer frente a cualquier decisión.

1.2. Contexto y escenario

La asignatura de “Ingeniería de Procesos y Productos II” se imparte en el primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado en Ingeniería Química de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat de València (UV). Se trata de una asignatura obligatoria y consta de 6 créditos ECTS, divididos en 3.5 créditos de teoría de aula y 2.5 créditos de práctica de aula. Es una asignatura clave en el curriculum del Ingeniero Químico por la gran importancia que para éste tiene el conocimiento de los procesos químicos industriales. La asignatura está orientada hacia la descripción y el análisis de los procesos industriales, incidiendo especialmente en los aspectos relacionados con la elección y uso de las materias primas, ahorro energético y medio ambiente. También se tratan aspectos claves de la ingeniería de producto. La asignatura está dividida en cinco unidades didácticas que se nombran a continuación:

- UD.1 - Introducción al estudio de los procesos químicos industriales
- UD.2 - Industria química inorgánica.
- UD. 3 - Petróleo y petroquímica.
- UD. 4 - Industria química transformadora
- UD. 5 - Ingeniería de producto.

El número de alumnos suele ser de entre 50-70. El planteamiento con el que se ha impartido esta asignatura a lo largo de los años era el basado en una metodología tradicional, en donde predominaban de forma muy importante las clases magistrales. Sin embargo, el profesorado evidenció que el estudiantado no era capaz de plantear soluciones a casos reales que se presentan en la industria química, así como en la interpretación de posibles problemas que pudieran suceder. Esto supone un serio problema ya que implica que el alumnado no está adquiriendo parte de los resultados de aprendizaje de la asignatura, como son: comprender los principios básicos de la ingeniería de procesos y de productos (relacionado con la competencia específica de conocimiento en materia de ingeniería química), analizar procesos, equipos e instalaciones, valorar su adecuación y proponer alternativas (relacionado con las competencias generales: capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial, conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, informes, etc. y capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas), poseer capacidad de razonamiento crítico, creatividad y toma de decisiones (relacionado con la competencia general: capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial) y ser capaz de reunir e interpretar información y emitir juicios sobre temas de índole social, científica, tecnológica o ética (relacionado con las competencias generales: capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento, capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas y conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial). La principal dificultad que detectó el profesorado es que se trata de una asignatura con un elevado contenido teórico, pero que a su vez el alumnado tiene que ser capaz de poner en la práctica en un inminente futuro profesional en la industria química. Es decir, el estudiantado era capaz de conocer los principios teóricos de los principales sectores de la industria química no pudiendo plantear soluciones ni interpretar casos reales que tienen lugar en dichos sectores industriales. Por este motivo, se decidió implementar la metodología del caso en la asignatura de Ingeniería de Procesos y de Productos II. En concreto, la asignatura se imparte 3 días a la semana en sesiones de 1h y 30 minutos, por lo que se decidió dedicar un día a la semana para trabajar con la metodología del caso (en concreto se

a ver si mejoraban las notas del examen, las cuales suelen ser muy bajas. Por ello, el profesorado decidió elaborar una rúbrica, que el alumnado tuvo accesible durante todo el curso y se empleó en cada una de las sesiones destinadas a la metodología del caso, y además, es la que utilizaría para evaluar los casos propuestos en el examen. En la Tabla 1 se muestra la rúbrica empleada por el profesorado de la asignatura para evaluar los casos propuestos. Se destaca que en la rúbrica empleada para evaluar los casos se tienen en cuenta 4 indicadores: identifica el origen del problema (indicador 1), identifica las consecuencias del problema (indicador 2), propone soluciones al problema (indicador 3), razona de manera crítica y con argumentos la solución propuesta al resto de compañeros y compañeras (indicador 4). Dichos indicadores se evalúan del 0 al 3 de acuerdo con los siguientes descriptores: no alcanzado (0), en desarrollo (1), aceptable (2) y sobresaliente (3).

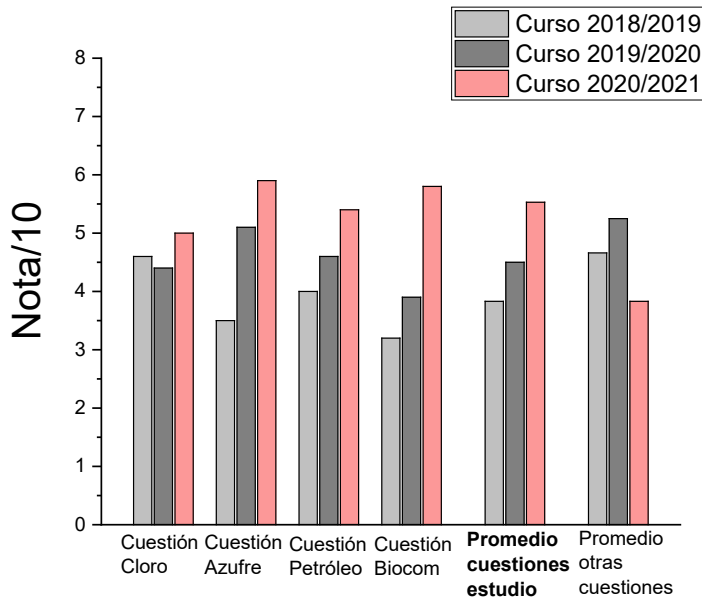
Vcdrc '30TÀdtlec 'fkgº cfc 'rqt 'grlª tqhguqcf q'f'g'r'ciki pcwte 'rctc 're 'gxcnwcebp'f g'hqu'ecuqi'

Indicadores	No alcanzado (0)	En desarrollo (1)	Aceptable (2)	Sobresaliente (3)
Identifica el origen del problema	No identifica el origen del problema	Identifica alguna causa al problema sin razonarla	Identifica casi todas las causas del problema y las razona parcialmente	Identifica todas las causas del problema y las razona con argumentos
Identifica las consecuencias del problema	No identifica las causas del problema	Identifica alguna consecuencia al problema sin razonarla	Identifica casi todas las consecuencias del problema y las razona parcialmente	Identifica todas las consecuencias del problema y las razona con argumentos
Propone soluciones al problema	No encuentra ninguna solución al problema	Encuentra una solución al problema errónea	Encuentra alguna solución al problema	Encuentra distintas y originales soluciones al problema
Razona de manera crítica y con argumentos la solución al resto de la clase	No razona de manera crítica ni coherente	Realiza un razonamiento incompleto o con pocos argumentos	Razona de manera crítica la solución propuesta	Razona de manera crítica las distintas soluciones y además es capaz de persuadir a la audiencia

4. Resultados

Con el fin de evaluar si la metodología del caso ha sido eficaz y ha mejorado los resultados obtenidos por el alumnado, se compararon las calificaciones obtenidas en las cuestiones tipo “casos cortos” realizadas en el examen del curso académico 2020/2021, con las cuestiones de los mismos temas pero preguntadas otros años de manera teórica (concretamente en los cursos 2018/2019 y 2020/2021). En concreto se propusieron 4 casos cortos en el examen de 2020/2021, correspondientes a los temas de la industria cloro alcalina (denominada cuestión cloro), industria del azufre (denominada cuestión azufre), industria del petróleo (denominada cuestión petróleo) e industria de los biocombustibles (denominada cuestión biocom). Estas 4 cuestiones se eligieron porque el profesorado tenía la percepción de que los/las estudiantes tenían más dificultad en las cuestiones relacionadas con estos temas, que en las demás cuestiones y, aplicando la nueva

metodología, la nota global de los exámenes podría aumentar. Cabe indicar que el examen estaba compuesto por 12-14 preguntas en total (la variación es según el curso académico), por lo que las 4 cuestiones objeto de estudio suponen un 25-35% del total del examen. La Figura 1 muestra las notas obtenidas en base 10 para cada una de las cuestiones propuestas y los 3 cursos académicos a estudio.



Hki 030P qv'gp'dcug'32'gp'rc'u'ewgukqpgu'qdlgvq'f'g'guwf kq'rqt'ewt uq'cecf²o kq0Eqp'rtqr»ukq'eqo rctcvkxq'ug' kpenw'gp'rc'o dk²p'rc'u'pqvc'rtqgf kq'f'g'rc'u'ewgukqpgu'pq'qdlgvq'f'g'guwf kq0'

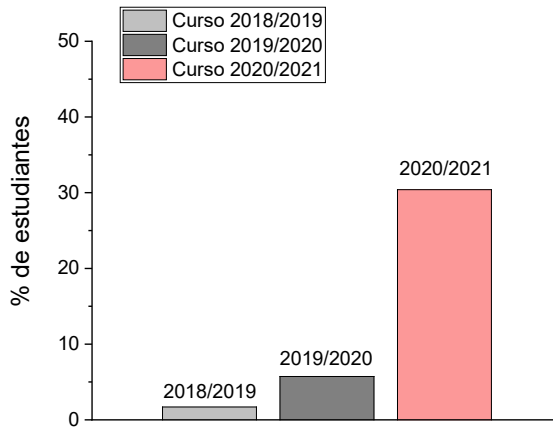
Tal y como se puede observar en la Figura 1, para la cuestión que se realizó en forma de caso de la industria cloro alcalina (cuestión cloro), las diferencias entre los distintos cursos académicos fue testimonial mientras que en las otras tres (cuestión azufre, petróleo y biocom) se obtuvo una nota media muy superior en el curso 2020/2021 (con notas alrededor de los 6 puntos para el curso académico 2020/2021 e inferiores a los 5 puntos para el resto de cursos académicos). En general, aunque la nota media en el curso 2020/2021 es considerablemente superior a las de los cursos previos, en todos los casos se observa un rendimiento discreto, puesto que, en promedio, en ninguna cuestión de ningún curso se supera una nota media de 6 sobre 10. Por ejemplo, para la cuestión de la industria cloro alcalina (cuestión cloro) en ningún curso se supera la nota media de 5 sobre 10, siendo la diferencia entre los distintos cursos muy pequeña. En las demás cuestiones (cuestión azufre, cuestión petróleo y cuestión biocom) se observa un mismo patrón de modo que la nota varía de acuerdo con: 2018/2019 < 2019/2020 < 2020/2021. La diferencia obtenida por el curso en el que se aplicó la nueva metodología es más destacable, ya que la tasa de rendimiento para el curso 2019/2020 fue la más alta de los últimos 10 años. Por lo tanto, las diferencias observadas entre los cursos 2018/2019 y 2019/2020 pueden relacionarse más que a la naturaleza de las cuestiones a los propios estudiantes.

En la Tabla 2 se muestra para cada curso académico del grado en Ingeniería Química de la UV (desde el curso 2010/2011, hasta el curso 2019/2020), la tasa de rendimiento definida como la relación porcentual entre el número de créditos superados en la titulación y el número total de créditos matriculados en el título por el alumnado. Tal y como se ha comentado anteriormente, la tasa de rendimiento para el curso académico 2019/2020 es la más elevada de todos los años y más de un 10% superior al valor de la media (71.6 %).

" "

La curva de porcentaje de estudiantes vs rango de notas presenta un perfil similar en los cursos previos al cambio de metodología (2018/2019 y 2019/2020) disminuyendo el número de estudiantes conforme aumenta la nota obtenida. En estos cursos académicos sólo varía la pendiente de la curva, que es más acusada en el curso 2018/2019, lo que produce una menor nota media. Sin embargo, en el curso 2020/2021 el perfil de la curva es totalmente distinto, en forma de zig-zag, observándose un máximo en el rango de notas superior.

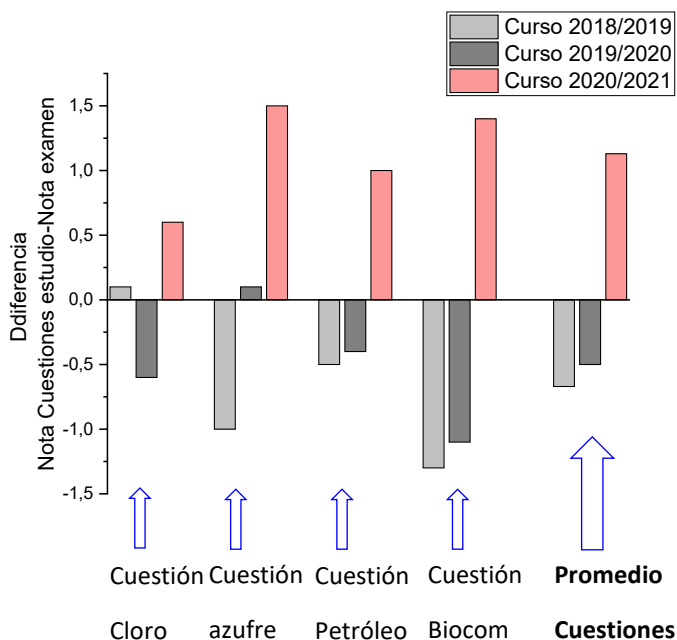
La Figura 3 muestra el porcentaje de estudiantes con las cuestiones totalmente bien entre las cuestiones objeto de estudio.



Hki 050" f'g'guwf'k'pvgu'eqp'rc'u'ewgukqpgu'vq'rc'w'g'v'g'lk'gp'g'p'g'rc'u'ewgukqpgu'q'dl'g'v'f'g'guwf'k'q'r'q't'ew'iq'c'ecf'²'o'keq0'

La Figura 3 destaca por la cantidad de estudiantes que han realizado las cuestiones totalmente bien en el curso 2020/2021. En dicho curso (tras el cambio de metodología por la metodología del caso) más del 30% realizaron la cuestión correctamente mientras que en los cursos previos no se superó, en ninguno de los casos, el 6%.

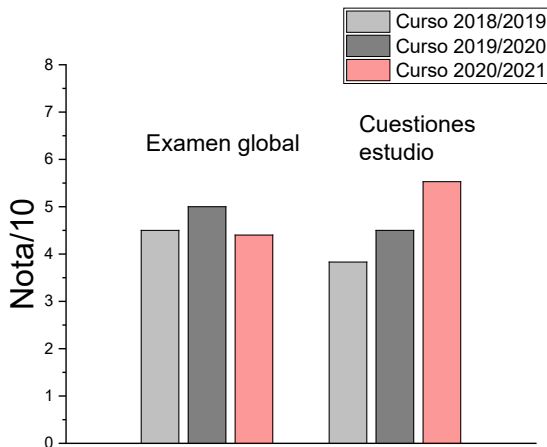
La Figura 4 muestra la diferencia entre la nota de las cuestiones objeto de estudio y la nota media del examen.



Hli 060F kgt gpek: "gpvt g'rc 'pqvc'f g'rc u'ewgukppgu'qdlgwq'f g'guwvf kq'l 'rc 'pqvc'v g'f k'f'f g'ngzco gp'r qt'ewt uq'cecf²o kq0'

La Figura 5 muestra como, desafortunadamente, la nota global del examen no pudo mejorarse respecto de los cursos anteriores aplicando la metodología del caso. Probablemente, esta no mejora es debida al inferior rendimiento académico general de los estudiantes del curso 2020/2021. Sin embargo, los resultados obtenidos si se tienen en cuenta tan solo las cuestiones objeto de estudio indican claramente que la nueva metodología sí ha servido para mejorar el rendimiento. Así, la nota obtenida en las distintas cuestiones es, en todos los casos, superior a la nota media del examen en el curso 2020/2021 tras aplicarse la nueva metodología (Figura 4). En los cursos previos puede observarse como, en general, estas cuestiones han ido peor que las demás cuestiones del examen, en consonancia con la, en teoría, mayor dificultad de estas cuestiones. Tan sólo en la cuestión sobre la industria cloro alcalina (cuestión cloro) en el curso 2018/2019 y la cuestión sobre la industria del azufre (cuestión azufre) en el curso 2019/2020 se observa una mayor nota si se compara con la nota media del examen.

En la Figura 5 se muestra la nota media del examen y la nota media de las cuestiones objeto de estudio (por curso académico).



Hlí 070P qv'o g f'lc'gzco gp'l'P qv'o g f'lc'evginkppgu'qdlgv'f'g'guwf'kq'rt'ewt'ua'cecf'²o leq'0'

En la Figura 5 se puede apreciar cómo no hay grandes diferencias en las notas medias de los exámenes obtenidas en los diferentes cursos, variando entre 4.4 y 5.1 sobre 10. En todos los casos, las calificaciones de los exámenes son muy bajas. Indicar que, si se tienen en cuenta las notas de los cursos previos, el alumnado que estudió la asignatura en el curso 2018/2019 presenta un rendimiento académico medio y el del curso 2019/2020 un rendimiento alto (veáse Tabla 2). Se tiene constancia que el rendimiento académico del estudiantado del curso 2020/2021 es bajo, aunque aún no están publicados oficialmente dichos resultados. Aún así, la nota del examen obtenida por los/las estudiantes matriculados en el curso 2020/2021 no es muy inferior a la de los otros cursos.

Lo que sí que evidencia la Figura 5 es que las notas en las cuestiones objeto de estudio son superiores en el curso 2020/2021 que en los cursos previos.

5. Conclusiones

En este estudio se ha investigado la aplicación del método del caso como una metodología activa de enseñanza aprendizaje en el curso académico 2020/2021 en la asignatura de Ingeniería de Procesos y de Productos II del Grado en Ingeniería Química de la Universitat de València.

Se realizaron casos durante las prácticas de aula de la asignatura, de tal forma que el profesorado planteaba un caso (problema/situación real) relacionado con la industria que se estaba estudiando en teoría y el alumnado, en pequeños grupos (2-3 personas) tenía que tratar de identificar las causas y consecuencias del problema, así como proponer soluciones al mismo. De esta manera, se pretendía, por una parte, que el estudiantado adquiriera las competencias de la asignatura y, por otra parte, mejorar los resultados académicos del examen (los cuales suelen ser muy bajos).

Se diseñó una rúbrica que tuvo el alumnado a su disposición durante la realización de los casos en las clases de la asignatura y que, a su vez, sirvió como herramienta de evaluación al profesorado de la asignatura.

Para determinar la efectividad de la metodología del caso, se compararon los resultados del examen con los de dos cursos académicos anteriores.

En general, se obtuvo una nota media muy superior para las preguntas objeto de estudio en el curso 2020/2021 (~6 puntos sobre 10). Además, más del 40% del estudiantado del curso 2020/2021 obtuvo en dichas preguntas una nota igual o superior a 8 puntos. De hecho, el 30% del estudiantado tuvo la cuestión

totalmente bien en el curso que se aplicó el método del caso (respecto a los cursos anteriores que en ningún caso se superó el 6%).

Los resultados obtenidos si se tienen en cuenta tan solo las cuestiones objeto de estudio indican claramente que la nueva metodología sí ha servido para mejorar el rendimiento, ya que el método del caso permite que el alumnado conozca situaciones reales a las que se va a enfrentar en un inminente futuro profesional, con lo que aumentan la motivación hacia la asignatura objeto de estudio.

A pesar de lo comentado, para todos los cursos académicos, incluyendo el presente curso en el que se ha aplicado la innovación, las calificaciones de los exámenes son muy bajas, por tanto se pretende seguir trabajando esta metodología para además de que el estudiantado adquiera las competencias de la asignatura, también se consiga motivar a los mismo y mejorar su rendimiento académico.

Agradecimientos: los autores quieren agradecer al Proyecto de innovación docente concedido por el Vicerrectorado de Ocupación y Programas Formativos de la Universitat de València (UV-SFPIE_PID20-1351761).

6. Referencias

- ARRUE, M., CABALLERO, S. (2015). *Vgcej kpi "unkm" vq" t guqixg" eqphkevu" y kj "cewng" eqphmkqpcn' uf pft qo g'r cvkpwu'kp'pwt ukpi 'wukpi 'vj g'Ecug'O gj qf "EO ± Nurse Education Today, 35, 159-164.*
- BAYONA, J.A., CASTAÑEDA, D.I. (2017). *Kphwpgpeg"qhl'rgtuqpcnk' "cpf" "o qvxcvkp"qp"ecug"o gj qf" vgej kpi . The International Journal of Management Education 15, 409-428.*
- BERGLAND, M., LUNDEBERG, M., KLYCZEK, K. (2006). *Gzrntkpi "dkvgej pqrqi { "wukpi "ecug/dcugf" o wko gf kc* The American Biology Teacher, 68, 77-82.
- BOYCE, G., WILLIAMS, S., KELLY, A., YEE, H. (2001). *Hqugtkpi "f ggr "cpf "grcdqtcvxg'rgctpkpi "cpf" i gpgtke "uqh" + "unkm" f gxgrq o gpv <Vj g"tat cvgi ke "wug"qhl'ecug" wmf kgu"kp "ceeqwpvkpi "gf wecvkp. Accounting Education, 10, 37-60.*
- BURGOYNE, J., MUMFORD, A. (2001). *Ngctpkpi "t qo "vj g'ecug"o gj qf <C't grqt v'vq"vj g'Gwtqr gcp'ecug" ergctkpi " J qwug." 66. European Case Clearing House. Lancaster, UK <<http://www.thecasecentre.org/files/downloads/research/RP0301M.pdf>> [Consulta: 22 de febrero de 2021]*
- CANNON, W.B. (1900). *Vj g'ecug"o gj qf "qhl'vgej kpi "uf ugo cvke"o gf kekpg. Boston Medical and Surgical Journal, 142, 31-36.*
- GARVIN, D.A. (2003). *Ocnkpi "vj g'ecug. Harvard magazine, 106, 56-65.*
- GOLICH, V.L. (2000). *Vj g'CDEu'qhl'Ecug'Vgcej kpi . International Studies Perspectives. 1, 11-29.*
- NOBLITT, L., VANCE, D.E., DEPOY SMITH, M.L. (2010). *C'eqo rctkuqp"qhl'ecug" wmf { "cpf" 't cf kskqpcn' vgej kpi "o gj qf u'ht "ko rtxgo gpv"qhl'qt cn'eqo o wpekcvkp"cpf "et kkecn'vj kpnkpi "unkm. Journal of College Science Teaching, 39, 26-32.*
- SANDERS-SMITH, S.C., SMITH-BONAHUE, T.M., SOUTULLO, O.R. (2016). *Rtcevekpi "vgej gt u" t gur qpugu'vq'ecug"o gj qf "qhlkpwat wvkp'kp"cp'qprkpg'i tcf wcvg'eqwt ug. Teaching and Teacher Education, 54, 1-11.*

