EDUCACIÓN: INFORMES **SINTETIZADOS DE LABORATORIO**

- *Nelson Sepúlveda*
  Doctor en Ciencias c/m en Física
- *Verónica Ramírez*
  Profesora de Física y Matemáticas
- *Jaime Carrasco*
  Profesor de Física
- *Luis Oliveros*
  Profesor de Física
- *Ricardo Pintanel*
  Doctor en Ciencias c/m en Física

Una de las características distintivas de las cátedras de Ciencias Básicas para ingeniería, y de física en particular, es que se realizan las cátedras teóricas paralelas a cátedras experimentales. Siendo estas últimas, un espacio de sociabilización, de discusión y de aprendizaje colaborativo. Se investigó los cambios al incorporar un tipo de informe sintetizado, contrarrestado con el informe tradicional. El tipo de informe sintetizado se implementó en las cátedras de física de Ciencias Básicas para Ingeniería, de la Universidad Central de Chile, durante el segundo semestre 2017, evidenciando mejoras en la evaluación de enfoque por competencias, aportando la herramienta de evaluación de informe sintetizado; en comunicación efectiva, en competencias procedimentales, y no observando diferencias importantes en competencias conceptuales, entre quienes realizan uno u otro tipo de informe.

Introducción

La realización de actividades experimentales complementarias a las cátedras teóricas, en estudios de pregrado para ingenieros, es una cuestión fundamental en la preparación y desarrollo de su formación profesional [1-3], es por ello, que estas actividades se evalúan como parte relevante del currículum en la formación de ingeniería considerando estas actividades entre 30% y 50% de las cátedras de Física en ciencias básicas. Cada ingeniería posee un perfil de egreso con sus respectivas competencias, y en esto no es ajeno el planteamiento de los programas de las cátedras de ciencias básicas, los cuales deben responder a competencias genéricas dado que se realizan de manera transversal independiente de su especialidad. Estas competencias se dividen en tres grupos; competencias procedimentales, competencias actitudinales y competencias conceptuales. Una competencia se ha definido como "una característica subyacente en una persona que está causalmente relacionada con el desempeño, referido a un criterio superior o efectivo, en un trabajo o situación" [4-6]. La realización de una actividad experimental por parte de un equipo de estudiantes de ingeniería, requiere de una serie de competencias generales de cada uno de los integrantes del equipo, como son del tipo cognitivo, metacognitivo y competencias interpersonales, que deben quedar de manifiesto en el trabajo total declarado en un documento formal que es evaluado, como lo es el informe de laboratorio. Este documento se entrega al docente en una jornada posterior a la sesión experimental a fin de favorecer y permitir el intercambio de ideas, fortalecer el análisis de datos, y alcanzar una conclusión común. Sin embargo, en algunas instituciones el trabajo directo de docentes en cada una de las cátedras de laboratorio, ha permitido observar que la realidad es diferente a lo planteado originalmente, puesto que, cuando el informe para reportar la experiencia se debe entregar semanas posteriores a la actividad, no necesariamente se favorece el intercambio de ideas, no hay un grado de discusión mayor respecto a la sesión experimental, y las conclusiones comunes bien pueden ser de solo un integrante del equipo original de trabajo, independiente del número de estudiantes por equipo, y por añadidura, tampoco hay certeza sobre el aporte real que realiza cada estudiante en el documento formal para la evaluación [7-14].

El problema, que necesariamente implica innovar educativamente en las evaluaciones de las sesiones prácticas, se debe a que actualmente la relevancia que poseen las actividades experimentales en la resolución de problemas, y el aporte desde el punto de vista académico de las sesiones de laboratorio, tiene un pequeño pero significativo vacío, esto debido a que bajo la metodología de evaluación del informe tradicional no es posible realizar un seguimiento y conocer si efectivamente los estudiantes del equipo sociabilizaron la información, o simplemente un tercero realizó el reporte y se entregó para la respectiva evaluación sumativa.

Considerando esta carencia de trazabilidad sobre cómo se realiza la evaluación, y la cantidad de formularios presentes en la vida cotidiana al entrar en la red, es que se plantea un tipo de informe sintetizado, donde el estudiante debe realizar la experiencia con su equipo, completar cada uno de los elementos principales de un informe tipo, en un tiempo acotado simplemente a la sesión experimental.

Desarrollo

Para la realización de las actividades experimentales, se confeccionaron cuadernos de trabajo para cada una de las sesiones experimentales, de las cátedras:

- Introducción a la Física
- Mecánica
- Electricidad y Magnetismo
- Ondas, Óptica y Calor

Estos cuadernos de laboratorio, se confeccionaron con el mismo índice, incluyendo elementos que integran la comunicación formal, o como hacer un informe, la rúbrica de evaluación del informe, teoría de error, y siete guías de trabajo para las sesiones prácticas de cada cátedra.

Los informes de laboratorio, corresponden a la herramienta de evaluación formal de una sesión experimental, en donde los estudiantes organizados por grupos de trabajo, llevan a cabo la experiencia, adquieren datos con instrumentos de medición, identifican fuentes de error y parámetros fundamentales, se llega a una discusión profunda, realizan el análisis y conclusiones comunes. Estos últimos elementos de discusión profunda, análisis y conclusiones, son quienes deberían aportar para que los estudiantes alcancen mejores logros académicos, que si no realizaran las experiencias de laboratorio.

Para la investigación, se consideró como muestra a todos los estudiantes de ingeniería, del segundo semestre del año 2017 de la Universidad Central de Chile, que cursan al menos un ramo de física con laboratorio, las cuatro cátedras con el número de estudiantes respectivo de cada una fue: Introducción a la Física (30); Mecánica (147); Electricidad y Magnetismo (73); y Ondas, Óptica y Calor (27); ver Tabla 1 distribución porcentual. Para la comparación en cada curso fueron separados de manera aleatoria en diferentes secciones, y a la vez, en cada curso se realizó una subdivisión, en la cual la mitad de las secciones de un curso realizó informes por el método tradicional y la otra mitad por el método de informes sintetizado.

Tabla 1. Cátedras de física, con número de estudiantes durante segundo semestre 2017.

	Estudiantes	Porcentajes
Introducción a la física	30	10.8 %
Mecánica	147	53.1 %
Ondas, Ópticas y Calor	73	26.4 %
Electricidad y Magnetismo	27	9.7 %
	277	**100 %**

En el trabajo de Hoffa y otros [1] se plantea que quienes escribieron sus informes de laboratorio en un formato de sinopsis, lograron aprender el currículo del curso, sin mayor diferencia con quienes utilizaron un método tradicional. Si se considera que la mayor parte de los documentos digitales, se presentan con líneas definidas a rellenar, que los documentos de concursos públicos y privados, especifican una cierta cantidad de reglones u hojas para argumentar o presentar un producto, entonces se orientará a todo un grupo de estudiantes de ingeniería que cursan ramos de física con laboratorios, a investigar si hay mejoras sustantivas o resultados cualitativos en pos de un tipo u otro de evaluación de informes, ya sea el método tradicional o informe sintetizado.

Al inicio de semestre, se aplicó un test sobre estilos de aprendizaje en los alumnos, el instrumento aplicado fue el CITE Learning Styles Instruments [15], este se divide en tres principales áreas:

- La recopilación de la información incluye lenguaje-auditivo, lenguaje-visual, auditivo-numérico, numérico-visual y auditivo-visual-lenguaje, numérico-auditivo, visual-numérico, y combinación auditivo-visual-kinestésico.
- Las condiciones de trabajo se centran en si un alumno trabaja mejor solo o en grupo.
- La expresividad considera si un estudiante es mejor en la comunicación oral o escrita.

El puntaje obtenido en el test de Estilos de Aprendizaje, cae en una de las tres categorías; principal, secundaria o nivel despreciable. De la totalidad de estudiantes encuestados (277), solo el

15% alcanza un estilo de aprendizaje primario (ver Figura 1), es decir, se siente confortable con un estilo en particular, y lo usa para su propio aprendizaje. El restante 85% corresponde a un estilo secundario, esto indica, que los estudiantes utilizan este modo, pero usualmente como un estilo que puede estar mezclado con otros estilos propios de aprendizaje. Respecto al 15% que presenta un estilo de aprendizaje primario, los porcentajes están bastante distribuidos, ver Figura 2. En donde el 78% que posee un estilo de aprendizaje primario sobre 10%, se divide en 5 categorías; Lenguaje-Visual (22%), Habilidades-Manuales (18%), Grupo-Social (16%), Numérico-Visual (11%) y Expresión Escrita (11%).

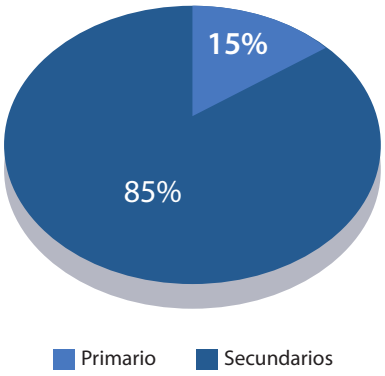

Figura 1

De la totalidad de estudiantes que cursaron un ramo de Física, sólo un 15% acusó poseer un estilo de aprendizaje primario, el restante 85% sólo posee un estilo secundario, según test CITE [15].

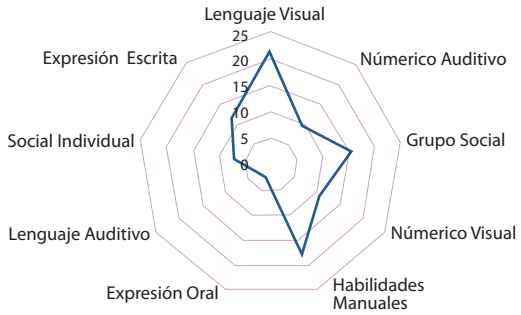

Figura 2

Distribución porcentual de estilos de aprendizaje, respecto al 15% de estudiantes que posee un estilo de aprendizaje primario.

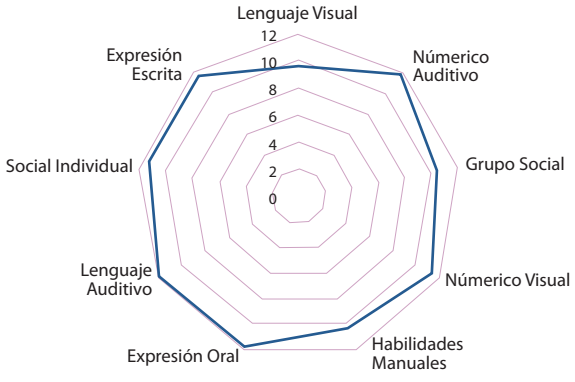

Figura 3

Distribución porcentual de estudiantes con estilos de aprendizaje secundarios, porcentualmente se observa una oscilación de 10% a 12% entre los diferentes estilos.

El restante 85% de los estudiantes, son aquellos que transitan entre diferentes estilos secundarios, se distribuye muy homogéneo entre 10% y 12%. Al observar la Figura 3 claramente esta mayor cantidad de estudiantes, posee estilos de aprendizaje muy diversos y es esta la realidad de un aula, una cantidad de estudiantes tremendamente heterogéneos en su forma de adquirir conocimientos, por ello, es necesario incorporar los más diversos recursos pedagógicos en el aula. El laboratorio permite el trabajo colaborativo, incentiva la reflexión crítica, promueve el método científico y ofrece la posibilidad del desarrollo de habilidades manuales en niveles complejos.

Análisis

Al considerar la evaluación de los informes para cada una de las sesiones experimentales, en cada una de las cátedras de física, no se observan diferencias significativas entre las evaluaciones promedio para el informe tradicional o sintetizados por ramo, se debe considerar que la máxima desviación estándar para cada tipo de informe, fue en el caso de Electricidad y Magnetismo con un valor de 0.6 para cada tipo de informe. De esta manera al considerar el margen de error, es posible argumentar que se obtuvieron resultados que no permiten ver diferencias, al implementar un tipo u otro de evaluación según tipo de informes, ver Figura 4.

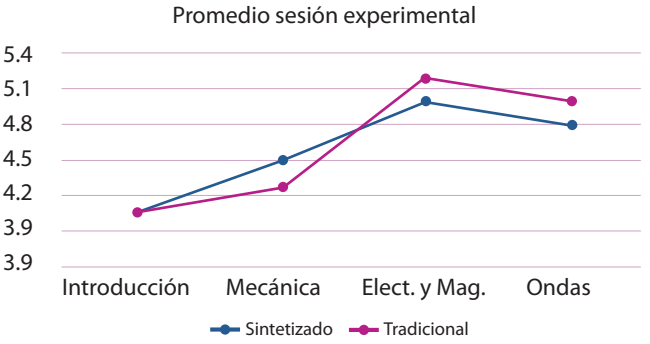

Figura 4

Promedios de evaluaciones por sesión experimental. Evaluaciones correspondientes a promedios de informes por cátedra.

La evaluación final para las cátedras de Física en la Universidad Central, está compuesta por el 70% de la nota correspondiente al contenido teórico, y el restante 30% corresponde al promedio de los informes desarrollados en las sesiones experimentales. Con la evaluación final de cada cátedra en relación al tipo de informe, se observa que hay una leve diferencia en el informe sintetizado respecto a los promedios finales de quienes realizaron el informe tradicional, ver Figura 5.

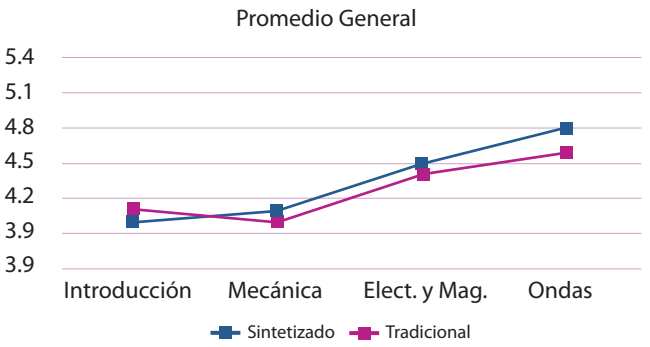

Figura 5

Promedios de evaluaciones finales por cátedra, según estudiantes que realizaron ambos tipos de informes en sesiones experimentales.

En la Figura 5, además se observa que en el curso de primer semestre Introducción a la Física, se obtiene la puntuación promedio menor, estas evaluaciones se pueden explicar debido a la adaptación de los estudiantes al régimen universitario, y llama la atención como en cada semestre se registró levemente una puntuación superior, así en el segundo semestre el promedio obtenido por Mecánica fue superior a Introducción, siguiendo con el ramo de tercer semestre Electricidad y Magnetismo, y finalmente el ramo de cuarto semestre Ondas, Óptica y Calor, independiente del tipo de informe realizado, en un comportamiento lineal de los promedios, siendo marginalmente superior los promedios finales, de quienes trabajaron con el informe prototipo. La tendencia observada, podría ser el reflejo de una madurez académica que empieza a primar en los estudiantes al avanzar los semestres.

Al relacionar la evaluación final en función del promedio obtenido solo por aspecto teórico, y la evaluación que corresponde a trabajo individual, se observó una relación lineal en cada cátedra, es decir aquellos estudiantes que obtuvieron buen rendimiento en general, se debe a que principalmente les fue bien en cátedra, el trabajo de laboratorio se deja influenciar por los contenidos tratados, pero no siempre muestra relación directa entre cátedra y laboratorio, con las evaluaciones finales, ver Figura 6.

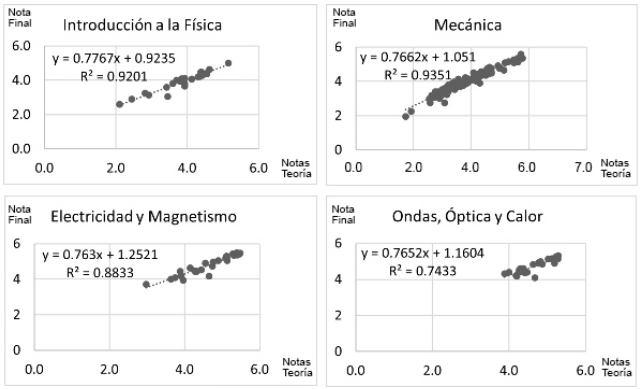

Figura 6

Relaciones entre la evaluación final obtenidas por cátedra, y las evaluaciones de teoría.

De la Figura 6 se observa que quienes obtienen buenos promedios en cátedra, también obtienen un buen promedio final, esta relación es directa y también de considerar, que corresponde a un porcentaje del 70% del ramo, entonces el laboratorio es quien puede inclinar la tendencia para un estudiante que le va mal, es no solo la formulación práctica de contenidos, sino que también la posibilidad de que pueda o no aprobar el ramo íntegramente. Al visualizar si existe una relación entre las evaluaciones obtenidas por cátedra y aquellas obtenidas por sesiones experimentales, no se observa algún tipo de relación, como muestra la Figura 7.

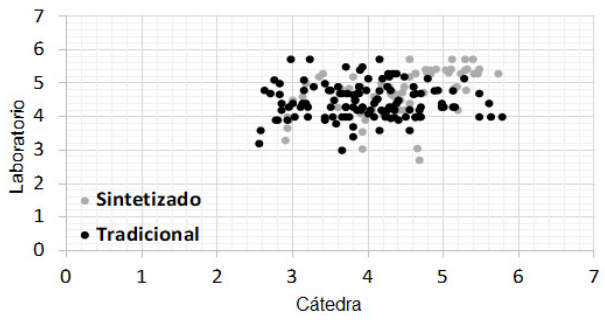

Figura 7

No se observa relación evidente, entre las evaluaciones de cátedra vs las evaluaciones de informes de laboratorio.

Respecto a los estudiantes que obtienen evaluaciones suficientes con nota mayor o igual a cuatro; en cátedra (C), y en laboratorio (L). Y quienes finalmente aprueban los ramos (C*0.7+L*0.3 >= 4.5) hay una tendencia de mejores resultados para quienes trabajaron con informes sintetizados.

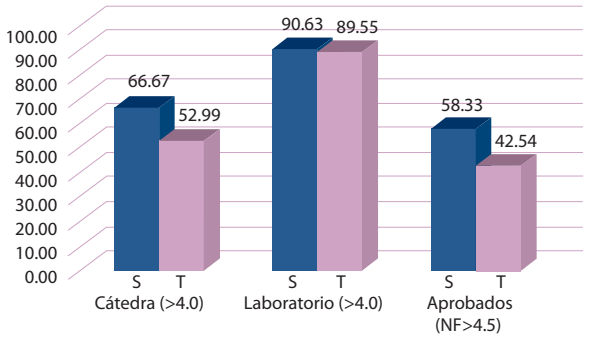

Figura 8

Comparación porcentual de estudiantes con informes sintetizados S y tradicionales T, que obtienen evaluaciones suficientes en cátedra y laboratorio, y quienes aprueban.

En la Figura 8 se observa que quienes trabajaron con informes sintetizados, obtienen aproximadamente un 14% más de estudiantes que alcanza nota suficiente en cátedra, que quienes trabajaron con informes con el método tradicional. En el caso de las evaluaciones de laboratorio, la diferencia es de solo un 1%, es decir, es la misma cantidad de estudiantes que obtienen al menos nota suficiente (>4.0). Al observar los resultados de quienes aprueban cada ramo eximidos de examen (NF>4.5), se marca nuevamente una diferencia de 16% aproximadamente entre quienes trabajaron con informe sintetizados, por sobre quienes realizaron informes tradicionales. Pareciera ser que el mismo hecho de observar el fenómeno discutido en cátedra, refuerza los conceptos del tópico. Y en este sentido, estos resultados no solo refuerzan la relevancia del laboratorio para estudiantes de ingeniería, sino que también la necesidad de herramientas de evaluación, mucho más dirigidas donde el estudiante, debe sentir cierto grado de presión basado en tiempos acotados de acción para responder en el reporte.

Luego, al finalizar el segundo semestre se aplicó una encuesta, sobre la práctica educativa a los 6 profesores de laboratorio, respecto al trabajo durante el semestre. Esta encuesta se evaluó para cada pregunta con puntuación de 1 a 10, siendo 1 nivel muy bajo o absolutamente en desacuerdo, y siendo 10 muy alto o absolutamente de acuerdo. Se aplicó para cuantificar las áreas de; a) trabajo de los estudiantes durante la sesión, b) desarrollo y estructura de los informes, c) relación estudiantes y confección de informes, ver Figura 9.

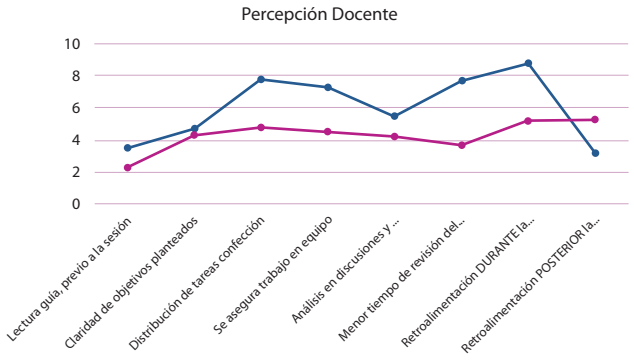

Figura 9

Promedio de los resultados de percepción, respecto a encuesta realizada a los profesores que realizan clases de sesiones experimentales. Evaluación de ambos sistemas de evaluación, para informes tradicional (linea lila) y sintetizado (linea azul).

Por parte de los docentes, se observa que hay un trabajo en equipo mayor con el sistema de informes sintetizados, en promedio 3,2 contra 2,5 con el método tradicional. Al observar la Figura 9, se reconoce que era el informe sintetizado si bien la claridad en la exposición de los objetivos no tiene diferencia apreciable (4,7 contra 4,3), si hay diferencias destacables en el grado de organización y distribución de tareas, siendo alto con informe sintetizado (7,8) y nivel bajo con informe tradicional (4,8). De igual manera hay una disposición alta al reconocer que con el informe sintetizado se asegura el trabajo colaborativo. Este último se puede deber a que, dado que el informe se debe entregar en clases, se debe producir una auto-organización muy efectiva para poder cumplir con los objetivos, armar el montaje experimental, realizar las sesiones de medida, analizar y escribir el informe a la vez.

Conclusiones

Respecto a las competencias procedimentales, se observó una distribución del trabajo en equipo acorde con las tareas a desarrollar, influenciado fuertemente por el tiempo limitado de desarrollo. Respecto a las competencias conceptuales, a los estudiantes les resulta difícil situarse conceptualmente dado que, en los cursos y de manera transversal de primer a cuarto semestre, se observa un indicador muy bajo de lectura previa, esto se logra en el mismo laboratorio donde la labor del docente es mayor, dado que la retroalimentación durante la sesión coopera con lograr aprendizajes significativos, al vincular el fenómeno observable con la teoría revisada en clases. La distribución de tareas observadas en el informe sintetizado (7,8) también es mayor respecto al informe tradicional (4,8), debido a como se mencionó anteriormente, el tiempo limitado y la presión de estar trabajando contra el tiempo de duración de la sesión, coopera con la auto organización y distribución de tareas.

Bibliografía

[1] Hoffa D. y Freeman S. "The Impact of Laboratory Report Format on Student Learning". Int. J. Engng Ed. Vol. 23, No. 1, pp. 105-113. Febrero 2007. ISSN 0949-149X/91.

[2] Wiebe E., et al. "Supporting Lab Report Writing in an Introductory Materials Engineering Lab". ASEE Annual Conference & Exposition. Vancouver, Canada. Junio, 2011.

[3] Long J., et al. "Physics Practicals for Distance Education in an Undergraduate Engineering Course". AAEE Conference, Melbourne, Australia. 2012.

[4] Villa A. y Poblete M. "Competence-Based Learning. A Proposal for the Assessment of Generic Competences". Ed. Universidad de Deusto, Bilbao. 2008. ISBN: 978-84-9830-967-6.

[5] Ruiz R., et al. "Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través del Aseguramiento de Competencias Educativas". VIII Encuentro Internacional Virtual Educa Brasil. Sao Paulo, Brasil. 2007.

[6] De Miguel Mario. "Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias". Modalidades de enseñanza para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior. Ediciones Universidad de Oviedo, España. 2006. ISBN: 978-84-8317-546-0.

[7] Felder R. M. y Peretti S. W. "A learning Theory-Based Approach to the Undergraduate Laboratory". Paper presented at ASEE Annual Conference, Session 2413. Seattle, Washington, Estados Unidos de America. 1998.

[8] Doumont J. L. "Effective executive summaries: A simple but effective paradigm". Proc. IEEE Int. Professional Communication Conference IPCC. Orlando, Florida, Estados Unidos de America. 2003.

[9] Aguilera M. C. Arancibia. "The design of a rubric to evaluate laboratory reports in Astronomy: Academics literacy in the disciplines". PROFILE Issues in Teachers' Professional Development, 16(1), 153-165. 2014. ISSN 1657-0790. DOI: 10.15446/profile.v16n1.37232.

[10] Feisel L. D. y Rosa A. J. "The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education", Journal of Engineering Education, pp. 121-130. 2005. ISSN: 2168-9830. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x

[11] Morales E., et al. "Desarrollo de competencias a través de objetos de aprendizaje". RED. Revista de Educación a Distancia. N°36. Murcia. España. 2013. ISSN: 1578-7680.

[12] Losada M. A., et al. Innovación pedagógica para las clases de laboratorio de Física. Rev. de Ens. de la Física. Vol. 23, N°1 y 2, pp. 95-108. 2010. ISSN: 2250-6101.

[13] Deane P. "The skills underlying writing expertise: Implications for k-12 writing assessment". Princeton, NJ: ETS. 2010. Fecha de Consulta: 12 de Febrero 2018. URL: http://www.ets.org/s/research/pdf/ CBALwriting.pdf.

[14] Deane P., et al. "Rethinking k-12 writing assessment to support best instructional practice". Proc. 4th Int. Conference on Writing Research. Washington D.C., Estados Unidos de America. Febrero 2011.

[15] Babich A. M., et al. "C. I. T. E. Learning Styles Instrument". Wichita, KS: Murdoch Teacher Center. Kansas 1976. Fecha de Consulta: 12 de Febrero 2018. URL: http://www.wvabe.org/CITE/cite.pdf

Universidad Central

Admisión Advance

Un nuevo título para un mejor futuro

Ingeniería Civil Industrial

Modalidad Online y Presencial

- Permite compatibilizar vida estudiantil, laboral y familiar
- Clases 3 veces por semana
- Próximo a metro Parque Almagro,Toesca, y Moneda

Postula Aquí