

Diseño de instrumentos para la investigación sobre la implementación educativa del laboratorio remoto VISIR en Latinoamérica

María Isabel Pozzo, Elsa Dobboletta, Clara Viegas, Arcelina Marques, Natércia Lima, Ignacio Evangelista y Gustavo R. Alves

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. pozso@irice-conicet.gov.ar

Resumen— El presente trabajo tiene como objetivo general describir los instrumentos de investigación diseñados para el seguimiento de la implementación de los Módulos Educativos sobre teoría y práctica de circuitos eléctricos y electrónicos con el apoyo del laboratorio remoto VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) en instituciones de educación superior de Brasil y Argentina en el marco del proyecto VISIR+. Los objetivos particulares son: describir las dimensiones técnicas y pedagógicas que se desprenden de los propósitos del Proyecto VISIR y definir cómo se operacionalizan en el diseño de los instrumentos para la recolección de datos destinados a los profesores y alumnos que participan en la implementación de los módulos. La investigación educativa ofrece herramientas que se fundamentan en posturas epistemológicas diversas y que pueden reconocerse en las decisiones que se toman al elaborar un diseño de investigación. A través de esta presentación, se espera contribuir a acercar ámbitos habitualmente disociados tales como la docencia, la ciencia y la tecnología, la innovación educativa y la investigación en la educación para la ingeniería.

Palabras clave— investigación educativa, implementación didáctica, laboratorios remotos, VISIR, monitoreo de calidad.

I. INTRODUCCIÓN

LA práctica en laboratorios es inherente a la formación de ingenieros y su rol en la enseñanza y aprendizaje de conocimientos, así como en el desarrollo de competencias, ha sido investigado desde diferentes perspectivas pedagógicas [1], [2]. En los últimos años, a partir de la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), la práctica en el laboratorio tradicional propone alternativas para la experimentación a través de la incorporación de laboratorios remotos y simuladores [3], [4]. Estas nuevas propuestas presentan desafíos tecnológicos y metodológicos tanto para las instituciones que los promueven como para los docentes que deciden incorporarlos en las planificaciones de sus asignaturas. En este sentido, la investigación educativa provee herramientas que permiten diseñar, implementar y evaluar proyectos de acción orientados a fomentar innovaciones pedagógicas como procesos reflexivos, sustentables y eficientes [5], [6].

El Proyecto VISIR+ surge con la intención de ampliar hacia Latinoamérica una experiencia europea de implementación del laboratorio remoto VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality) diseñado para la práctica de teoría sobre circuitos eléctricos y electrónicos en las carreras de Ingeniería eléctrica y electrónica. En efecto, el proyecto financiado por el Programa Erasmus+ de la Unión Europea y coordinado por el Instituto Politécnico de Porto (IPP) en Portugal se implementa desde el año 2015

incluyendo como participantes a cinco universidades latinoamericanas [7]: la Pontificia Universidad Católica de Rio de Janeiro (PUC-Rio), la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC) y el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Santa Catarina (IFSC) en Brasil y dos universidades argentinas: la Universidad Nacional de Rosario (UNR) y la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Participan también del proyecto las universidades europeas con experiencia en la implementación de VISIR: Blekinge Tekniska Hogskola (BTH) de Suecia, la Universidad de Ciencias Aplicadas de Carinthia (CUAS) de Austria, la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y la Universidad de la Iglesia de Deusto (UDEusto) de España [8], [9], [10], [11], [12]. El Proyecto cuenta además con la participación del Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE), que es una unidad ejecutora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) de Argentina junto a la Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) de Brasil para las funciones de recolección de datos y monitoreo de calidad (a cargo de IRICE) y diseminación (CONFEDI y ABENGE).

La propuesta VISIR+, *Módulo Educativos para la teoría y práctica de circuitos eléctricos y electrónicos basada en el enfoque de enseñanza y aprendizaje reflexivo con VISIR*, abarca tres propósitos generales: formar ingenieros altamente calificados, abordar el índice de deserción en las carreras de ingeniería e incentivar en los estudiantes de nivel secundario la elección de carreras de Ciencia, Técnica, Ingenierías y Matemática. Con el fin de desarrollar esos propósitos se establecieron cinco objetivos: 1. Posibilitar que los docentes de carreras de ingeniería enriquezcan sus proyectos de cátedra incluyendo junto con los laboratorios tradicionales, simuladores y laboratorios remotos para la práctica de circuitos eléctricos o electrónicos; 2. Apoyar el proceso de aprendizaje de los alumnos y potenciar su autonomía; 3. Incrementar las posibilidades de aprendizaje significativo permitiendo la comparación de resultados como cálculo, simulación y experimentación real; 4. Promover la evaluación continua especialmente en lo que se refiere al desarrollo de habilidades experimentales y 5. Permitir a las instituciones del consorcio el uso de herramientas TIC para atraer a estudiantes a las carreras de Ciencia, Técnica, Ingenierías y Matemática.

El Proyecto VISIR+ se basa en la instalación de un laboratorio remoto VISIR en cada una de las cinco instituciones de educación superior latinoamericanas y procura el acompañamiento durante la implementación y desarrollo del proyecto a través tanto de talleres de

capacitación dictados por docentes de las universidades europeas y en segunda instancia, de las instituciones latinoamericanas, como de propuestas de evaluación de las experiencias que se llevan a cabo en los cursos pilotos con instrumentos diseñados para tal fin.

El presente trabajo tiene como objetivo describir las dimensiones que conforman la implementación de los Módulos Educativos del proyecto y cómo se operacionalizan en el diseño de los instrumentos de recolección de datos. A partir de los propósitos y objetivos planteados y teniendo en cuenta las dimensiones técnica, pedagógica e investigativa que se derivan de ellos, el presente trabajo tiene por objeto describir los instrumentos diseñados para recabar datos sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de teoría y práctica de circuitos eléctricos y electrónicos con VISIR.

II. MATERIALES

En el contexto descrito, se diseñaron diferentes instrumentos para la recolección de datos para cada experiencia de implementación de los Módulos Educativos en cada institución de educación superior, en idioma portugués para Brasil, en español para Argentina y en inglés para la universidad participante de Austria. El conjunto de instrumentos destinado a alumnos y docentes de los cursos pilotos está compuesto por fichas descriptivas de los cursos, encuestas para alumnos y docentes, registros de desempeño de los alumnos, informes sobre el uso de laboratorio remoto VISIR, ficha sobre los diseños y contenidos de los módulos educativos. En los límites del presente estudio se focaliza en dos unidades de análisis: la encuesta diseñada para los alumnos y la encuesta diseñada para los docentes de cada curso piloto en cada universidad.

III. MÉTODO

El diseño de los instrumentos se basó en dos dimensiones que son constitutivas del Proyecto VISIR+: una técnica y una pedagógica.

La dimensión técnica releva aspectos relacionados con la accesibilidad, disponibilidad y seguridad de los equipos. La instalación de los laboratorios remotos VISIR en cada institución prevé el entrenamiento de responsables en la programación y diseño de las actividades de acuerdo a las necesidades curriculares de los docentes. En cuanto a los alumnos, el uso de tecnologías educativas resulta atractivo para los nativos digitales, actuales alumnos de las carreras en las universidades, aunque en ocasiones los recursos disponibles para la formación educativa pueden resultar desconocidos, especialmente en cuanto a los aspectos técnicos. El laboratorio remoto VISIR permite un uso 24/7, aspecto que presenta potencial para el desarrollo del trabajo autónomo, posibilidades de experimentación fuera del aula y de amplia interacción.

La dimensión pedagógica del proyecto VISIR+ presenta una propuesta de enseñanza y aprendizaje constructivista centrada en el alumno [13]. El aprendizaje reflexivo o por 'preguntas' es el proceso a través del cual los alumnos plantean un problema, diseñan experimentos, recogen y analizan datos, resuelven el problema y presentan el caso. Esta paradigma pedagógico favorece el pensamiento crítico, la autonomía y el trabajo colaborativo. En esta línea es que se alienta el uso de los laboratorios tradicionales y simuladores junto con el laboratorio remoto VISIR para

proveer diversidad de experiencias y de oportunidades de aprendizaje.

En efecto, se reconoce la experimentación como una fuente en sí misma de aprendizaje y desarrollo de pensamiento complejo, especialmente cuando se recrean situaciones reales que permiten que el aprendizaje sea significativo [1]. Esto es, la situación problemática planteada se encuentra en un contexto real que le permite al alumno llevar a cabo procesos de relación, asociación, análisis, interpretación, comparación, razonamientos inductivos, deductivos, evaluación, síntesis, etc., siempre desde sus propios esquemas, de su saber anterior (conocimientos, actitudes, habilidades, experiencias) utilizando sus propios estilos de aprendizaje [14]. Este enfoque también promueve la autonomía: el alumno asume la responsabilidad de su propio aprendizaje y es en la toma de decisiones sobre posibles cursos de acción que el alumno regula el desarrollo de sus habilidades. La experimentación puede también promover el trabajo colaborativo en la medida que se plantean situaciones de comunicación con pares (trabajos en equipos con diferentes roles, presentaciones orales, evaluación de pares, foros, etc.) [15]. El rol docente en este paradigma educativo es entonces fundamentalmente el de facilitador de situaciones de aprendizaje [16].

La dimensión investigativa del Proyecto incluyó tanto la perspectiva epistemológica cuantitativa como cualitativa sobre los hechos pedagógicos [5], [6]. La técnica de recolección de datos seleccionada en el caso de la encuesta a docentes y alumnos es de formato ficha-cuestionario en soporte papel u online que contextualiza cada situación a través de la identificación de la institución, curso y docente. El contenido de las encuestas operacionaliza los constructos que conforman las dimensiones técnicas y pedagógicas desde dos perspectivas diferentes pero complementarias: la del docente y la del alumno, según se describe en la sección siguiente.

IV. RESULTADOS

A. Encuesta a alumnos

El contenido de la encuesta diseñada para los alumnos es de 20 oraciones proposicionales con las que el alumno acuerda o desacuerda en una escala Likert de 1 a 4 (donde 4, es muy de acuerdo; 3, acuerdo; 2, parcialmente de acuerdo o 1, desacuerdo). Las proposiciones se encuentran en primera persona para facilitar la evocación del hecho al que se refieren y a través de las opciones acuerdo/desacuerdo expresar una respuesta relativamente objetiva de la experiencia. También se incluyen dos preguntas abiertas.

En concordancia con los fundamentos del proyecto, las proposiciones refieren a la dimensión técnica y a la dimensión pedagógica:

Los aspectos técnicos se relevan a través de tres proposiciones:

- Pude utilizar VISIR 24/7 con los que realicé experimentos frecuentemente,
- Pude controlar la experiencia en todo momento fuera del aula y
- Tuve muchos problemas con el servidor.

La dimensión pedagógica es relevada a partir de cuatro conceptualizaciones fundamentales que provienen de la postura pedagógica constructivista:

a. El acceso a materiales educativos que procuren ‘andamiaje’ (como experiencia, conceptualización, reflexión, acción) durante el proceso de enseñanza y aprendizaje,

b. El desarrollo de habilidades prácticas, experimentales y reflexivas que promuevan el aprendizaje significativo,

c. El aprendizaje autónomo y auto-regulado que facilita la flexibilidad en las decisiones y la creatividad, y

d. El desarrollo de pensamiento complejo a través de desafíos cognitivos orientados a fundamentar el pensamiento crítico.

Las proposiciones representativas de cada conceptualización se expresaron en términos familiares con la edad de los alumnos y se evitó el uso de metalenguaje. Asimismo se incluyeron proposiciones haciendo referencia a aspectos positivos o negativos alternados para evitar respuestas mecánicas en las opciones acuerdo/desacuerdo. Las áreas conceptuales abarcaron los siguientes agrupamientos de las proposiciones aunque el orden en la ficha fue al azar:

a. Materiales didácticos:

- Encontré apoyo en el LMS institucional (hipervínculos, manuales, foros, etc.);

- Las instrucciones para los experimentos siempre fueron claras;

- Desearía tener laboratorios remotos en otras materias;

b. Habilidades experimentales:

- Prefiero los experimentos tradicionales al laboratorio remoto;

- Probé los experimentos varias veces si los resultados me parecían extraños;

- La instrumentación del laboratorio me resultó fácil de usar;

- Tuve menos temor de dañar el sistema de laboratorio remoto que cuando trabajo con circuitos en el laboratorio tradicional; Creo que puedo manejar el laboratorio remoto muy bien;

c. Aprendizaje autónomo, cooperativo:

- Pude utilizar VISIR 24/7 por lo que realicé experimentos frecuentemente;

- Compartí los experimentos VISIR con conocidos que no son de la facultad;

- Siempre compartí los resultados con mis compañeros;

- Me resultó difícil encontrar tiempo para realizar los experimentos asignados;

d. Pensamiento complejo, crítico:

- VISIR me ayudó a comprender mejor temas de la materia;

- Consulté el manual VISIR para aprender más sobre los sistemas;

- Pude ver las diferencias entre los resultados obtenidos por simulaciones y por laboratorios remotos;

- Creo que puedo resolver muchos problemas de electricidad reales;

- Puedo ver las similitudes entre experimentar con laboratorios tradicionales y con laboratorios remotos;

- Puedo utilizar los conceptos científicos para explicar los resultados de los experimentos.

Se incluyeron también dos preguntas abiertas:

1. ¿Qué te resultó más interesante sobre el uso del laboratorio remoto VISIR, y

2. ¿Qué inconvenientes encontraste en el uso del laboratorio remoto?

Las preguntas apuntan a la reflexión sobre ventajas y desventajas relacionadas con aspectos motivacionales.

B. Encuesta a docentes

El contenido de la encuesta diseñada para los profesores es de 9 preguntas con las opciones de respuestas 1. Sí, 2. Medianamente, 3. No, y una columna que permite la ampliación de la respuesta. Se incluyó asimismo una pregunta abierta.

Las proposiciones en este caso también incluyeron el relevamiento de datos sobre la dimensión técnica y la dimensión pedagógica.

Los aspectos técnicos se relevaron a través de cuatro preguntas:

- ¿Le resultó sencillo el uso de VISIR?;

- ¿Ha tenido problemas con el servidor?;

- ¿La interface le resultó amigable?;

- ¿Los procedimientos de ingreso (logueo) resultaron difíciles?

La dimensión pedagógica se relevó también a partir de conceptualizaciones de la pedagogía constructivista:

a. El diseño de materiales educativos:

- ¿Utilizó manuales VISIR (para profesores, estudiantes y/o usuarios)?;

- ¿Los componentes le resultaron apropiados para las necesidades de enseñanza?;

b. El desarrollo de habilidades prácticas, experimentales y reflexivas:

- ¿Propuso más práctica de experimentos que lo que habitualmente hace?;

c. El aprendizaje autónomo:

- ¿Utilizó experimentos abiertos?, y

d. El desarrollo de pensamiento complejo:

- ¿Los estudiantes tuvieron más práctica con ejercicios de cálculo?

También se incluyó una pregunta abierta:

1- ¿Qué ventajas y desventajas encuentra en el uso de laboratorios remotos?

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El Proyecto VISIR+ plantea objetivos claros sustentados en conceptualizaciones que remiten a posturas pedagógicas definidas. La implementación del proyecto en escenarios cultural y académicamente diferentes exige consensos en la interpretación de los objetivos desde perspectivas epistemológicas determinadas. Para estos procesos, la investigación educativa provee los medios para operacionalizar las dimensiones estructurales del Proyecto a la vez que introducen un marco de ejecución a través de los instrumentos. Cumplimentar la dimensión investigativa requiere diseñar una estrategia metodológica acorde con las otras dimensiones intervinientes. Un ejemplo de los desafíos propios de esta dimensión se encuentra la verbalización de los conceptos que se proponen a los respondientes (en este caso, profesores y estudiantes). La no consideración de las características de los destinatarios constituye un potencial obstáculo en la recolección de información, con la consecuente posibilidad de obstar el proceso general de seguimiento de la implementación. La descripción del diseño de las encuestas para docentes y alumnos de cursos pilotos sobre instancias de experimentación con circuitos eléctricos utilizando el laboratorio remoto VISIR pone de manifiesto algunos de

los aspectos que constituyen una intervención didáctica innovadora: el desarrollo de materiales que promuevan habilidades experimentales y el aprendizaje significativo, la enseñanza centrada en el alumno, el aprendizaje autónomo y cooperativo y el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo.

Al momento ya se han obtenido los primeros resultados a través de los instrumentos aquí presentados [17], [18]. A medida que la implementación se multiplique en los diversos nodos participantes, futuros trabajos podrán aportar estudios comparativos que permitan llevar a cabo el monitoreo de calidad según los fundamentos propuestos en el Proyecto. Interesa, a su vez, señalar la complementariedad metodológica que aporta este tipo de estrategia de seguimiento junto a las adoptadas en las sesiones de capacitación. La presencia de un miembro del IRICE-CONICET en la segunda capacitación (desarrollada en cada una de las instituciones latinoamericanas durante agosto-setiembre de 2016) garantizó un abordaje personal y social basado en observaciones in situ seguidas de devoluciones e intercambios con los capacitadores, como se hará en la tercera a ser monitoreada por ABENGE. De esta forma, la combinación de estrategias permite superar posiciones dogmáticas al tiempo que apela a los diversos aportes teórico-metodológicos.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea a través del subsidio 561735-EPP-1-2015-1-PT-EPPKA2-CBHE-JP. Esta comunicación es responsabilidad exclusiva de sus autores. La Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

REFERENCIAS

- [1] D.A.Klobb. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1984.
- [2] L.D. Feisel and A.J. Rosa. The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education* 94 (1): 121–30, 2005.
- [3] M. Abdulwashed and Z. Nagy. Developing the Trilab, a triple Access Mode (Hands-on, Virtual, Remote) Laboratory, of a process Control Rig using labVIEW and Joomla. *Wiley Periodical Ind.* 614-626, 2010
- [4] N. Lima, C. Viegas, G. Alves, e F. J. García-Peñalvo. A utilização do VISIR como um recurso educativo: uma revisão de literatura, en A. Lago Ferreiro y M. G. Gericota, editores *TICAI 2016: TICs para el Aprendizaje de la Ingeniería*. IEEE, Sociedad de Educación.
- [5] L. Cohen, L. Manion and K. Morrison. *Research Methods in Education*. 6th edition. London, Routledge, 2007
- [6] S. Shulman, *Disciplines of Inquiry in Education: An Overview*. In Richard M. Jaeger (Ed.). *Complementary methods for researchers in education*. Washington, D.C.: American Education research Association, 3-19, 1997.
- [7] G. R. Alves, A. Fidalgo, A. Marques, C. Viegas, M. Felgueiras, R. Costa, N. Lima, J. Garcia-Zubia, U. Hernández-Jayo, M. Castro, G. Díaz-Orueta, A. Pester, D. Zutin, W. Kulesza, I. Gustavsson, L. Schlichting, G. Ferreira, D. De Bona, J. Silva, J. Alves, S. Biléssimo, A. Pavani, D. Lima, G. Temporão, S. Marchisio, S. Concari, F. Lerro, R. Fernández, H. Paz, F. Soria, N. Almeida, V. De Oliveira, M. I. Pozzo and E. Dobboletta. "Spreading remote lab usage. A System – A Community – A Federation", In *Engineering Education (CISPEE), 2016 2nd International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education*. págs. 1-7. IEEE, doi: 10.1109/CISPEE.2016.7777722.
- [8] G. R. Alves, M. G. Gericota, A. V. Fidalgo, M. A. Marques, M. C. Viegas, M. C. Costa-Lobo, U. Hernandez, J. Garcia-Zúbia, I. Gustavsson (2012). Using Remote Labs to serve different teacher's needs. A case study with VISIR and RemotElectLab. *Proceedings of REV2012*, Bilbao, Spain, 4-6 Jul 2012.
- [9] I Gustavsson, J Zackrisson, J Lundberg: VISIR work in progress *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2014 IEEE, 1139-1148
- [10] A. Pester, R. Oros iLab based remote labs as an approach for collaborative learning in STEM subjects http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution119_a.pdf
- [11] M.A. Marques, M.C. Viegas, M.C. Costa-Lobo, A.V. Fidalgo, G.R. Alves, J.S. Rocha, and I. Gustavsson, "How Remote Labs Impact on Course Outcomes: Various Practices Using VISIR," *Education, IEEE Transactions on*, vol. 57, no. 3, pp. 151-159 doi: 10.1109/TE.2013.2284156, Aug. 2014.
- [12] N. Lima, C. Viegas, G. Alves & F. J. García-Peñalvo (2016). VISIR's Usage as an Educational Resource: a Review of the Empirical Research. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016) (pp. 893-901). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/3012430.3012623
- [13] M. Prince and R. Felder. Inductive teaching and Learning Methods: definitions, comparisons and research bases. *Journal of Engineering Education*. Vol 95 (2) 123-138, 2006.
- [14] E. Aguilera Pupo y E. Ortiz Torres La caracterización de perfiles de estilos de aprendizaje en la educación superior, una visión integradora. *Revista Estilos de Aprendizaje*, n°5, Vol 3 pp.26-41, Abril de 2010.
- [15] M. Maldonado Pérez. El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, vol. 13, núm. 23, pp. 263-278, 2007.
- [16] M. I. Pozzo y A. Dobboletta. El docente como sujeto y objeto de estudio: la investigación acción como dispositivo de capacitación. En *Revista Internacional de Estudios en Educación*. Universidad de Montemorelos. Nuevo León. México. Año 8, n°2, pp.98-117, 2008.
- [17] G. R. Alves, A. Fidalgo, M. A. Marques, C. Viegas, M. Felgueiras, R. Costa, N. Lima, J. Garcia-Zubia, U. Hernández-Jayo, M. Castro, G. Díaz-Orueta, A. Pester, D. Zutin, W. Kulesza, I. Gustavsson, M. i. Pozzo and E. Dobboletta, "VISIR+ Project – Preliminary results of the training actions", accepted for publication at the *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) Conference*, New York, NY, USA, 15-17 March 2017.
- [18] U. Hernandez-Jayo; j. Garcia-Zubia; A. Colombo; S. Marchisio; S. Concari; F. Lerro; M. I. Pozzo; E. Dobboletta; G. R. Alves, *Spreading the VISIR remote lab along Argentina. The experience in Patagonia*, accepted for publication at the *Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) Conference*, New York, NY, USA, 15-17 March 2017.