

**Acciones para el cultivo de una Comunidad de Práctica Virtual de profesores de Física:
análisis de los procesos de Participación Periférica Legítima a través de un curso virtual
sobre Recursos Educativos Abiertos para la enseñanza de la Física**

**Actions for the cultivate of a Virtual Community of Practice of Physics teachers:
analysis of the processes of Legitimate Peripheral Participation through a virtual course
on Open Educational Resources for the teaching of Physics**

Elkin Adolfo Vera Rey^{*}

 : <https://orcid.org/0000-0003-3861-5142>

Ives Solano Araujo^{**}

 : <http://orcid.org/0000-0002-3729-0895>

Eliane Angela Veit^{***}

 : <http://orcid.org/0000-0002-2406-3415>

Tipo de Artículo: Informes de Investigación y ensayos inéditos

Doi: 10.17533/udea.unipluri.20.1.08

Cómo citar este artículo:

Vera Rey, E. A. Araujo, I. S., y Veit, E. A. (2020). Acciones para el cultivo de una Comunidad de Práctica de profesores de Física: análisis de los procesos de participación periférica legítima a través de un curso virtual sobre Recursos Educativos Abiertos para la enseñanza de la Física. *Uni-Pluriversidad*, 20(1), e2020107. doi: 10.17533/udea.unipluri.20.1.08



FACULTAD DE EDUCACIÓN

Recibido: 2019-12-04 • Aprobado: 2020-07-12

* Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
Email: elkin.vera@ufrgs.br

** Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
Email: ives@if.ufrgs.br

*** Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
Email: eav@if.ufrgs.br

Resumen

La literatura destaca la existencia de una significativa brecha entre la investigación educativa y las prácticas docentes. Por otro lado, existen estudios sobre Comunidades de Práctica (CoP) conformadas por docentes en formación inicial y en inicios de carrera, investigadores y docentes de Educación Básica, que muestran buenos resultados para transformar las prácticas de enseñanza de las ciencias en la Escuela, aportando a su vez, a la reducción de esta brecha. ¿Cómo cultivar estas Comunidades de Práctica? En este trabajo se presentan los resultados de un estudio empírico de carácter exploratorio que se realizó durante el diseño e implementación de un curso virtual de extensión sobre Recursos Educativos Abiertos (REA), para la enseñanza de la Física, ofertado por una universidad brasileña. El curso se diseñó integrando los siete principios de Wenger y colaboradores para el cultivo de CoP, con el objetivo de generar un conjunto de acciones iniciales para favorecer el proceso de conformación de una CoP virtual de profesores de Física. En total, participaron 40 estudiantes de últimos semestres de programas de licenciatura en Física y Matemáticas de cuatro instituciones de Educación Superior (dos colombianas y dos brasileñas), dos tutores, dos profesores titulares y tres profesores colaboradores. Se realizó un análisis mixto de las comunicaciones asíncronas vía *chat*, con el fin de explorar procesos de Participación Periférica Legítima (PPL) y la construcción de trayectoria de aprendizaje de los participantes. Se concluye que el curso virtual propició la interacción continua entre los diferentes participantes, aportando a la conformación de una red de intereses compuesta por nueve ex participantes del curso, quienes se vincularon de forma voluntaria al desarrollo de un nuevo proyecto enfocado en el uso de REA para la enseñanza de la Física, dando forma a un potencial equipo coordinador (núcleo) para la comunidad.

Palabras clave: comunidad de práctica virtual, formación inicial de profesores de física, recursos educativos abiertos.

Abstract

Literature highlights the existence of a significant gap between educational research and teaching practices. On the other hand, there are studies on Community of Practice (CoP) made up of pre-service teachers and in early career, researchers, and teachers of Basic Education. They show good results to transform the teaching practices of sciences in the School, contributing in turn, in reducing this gap. How to cultivate these Communities of Practice? In this paper the results of an empirical exploratory study are presented. It was carried out during the design and implementation of a virtual extension course on Open Educational Resources (OER) for the teaching of Physics offered by a Brazilian university. The course integrated the seven principles by Wenger and collaborators for the cultivation of CoP, with the aim of generating a set of initial actions for the process of making up a virtual CoP for Physics teachers. In total, 40 students from the last semesters of degree programs in Physics and Mathematics from four higher-level institutions (two Colombian and two Brazilian), two tutors, two tenured professors and three collaborating professors from the invited institutions participated. A mixed analysis of asynchronous communications via chat was carried out to explore processes of Legitimate



Peripheral Participation (LPP) and the construction of the learning trajectory of the participants. It concludes that the virtual course fostered continuous interaction between the different participants, contributing to the formation of a network of interests, made up of nine former course participants; who voluntarily joined the development of a new project focused on the use of OER for the teaching of Physics, shaping a potential coordinating team (core) for the community.

Keywords: Virtual Community of Practice, Physics Pre-service Teachers, Open Educational Resources.

INTRODUCCIÓN

La “brecha” entre la investigación educativa y la práctica docente se posiciona como un tema ampliamente discutido en la literatura, tanto a nivel general como específico de la enseñanza de las ciencias. Es posible identificar diversos enfoques que apuntan hacia la comprensión de sus principales causas, explorando a su vez posibles modelos de carácter empírico y/o teórico para generar potenciales soluciones. En términos generales, como primer aspecto, se destaca la existencia de dos tipos de brechas: la *fundamental* y la *práctica* (de Vries y Pieters, 2007). La brecha fundamental marca las diferencias de opiniones entre profesores e investigadores acerca de la naturaleza del conocimiento científico que relaciona, a su vez, las diferencias de vocabularios para discutir los problemas. La brecha práctica se refiere a las diferencias en la asignación de tiempos y recursos para el desarrollo de proyectos de investigación. Como segundo aspecto, se destaca la naturaleza de sus causas y enfoques de solución. En este sentido, autores como McIntyre (2005) afirman que la brecha entre investigación y práctica se relaciona con el distanciamiento existente entre dos tipos de conocimiento fuertemente contrastantes (conocimiento basado en la investigación educativa y el conocimiento pedagógico del profesor); estos conocimientos se ubican en los extremos opuestos de un espectro continuo de conocimiento, relacionado con la enseñanza y el aprendizaje. Según el autor, para reducir esta brecha se-

ría necesario generar movimientos en cada uno de los extremos, partiendo de la base de reconocer las limitaciones y fortalezas que presentan ambos tipos de conocimiento y comprender que estos son mutuamente complementarios y no excluyentes.

Frente a este mismo aspecto, Broekkamp y van Hout-Wolters (2007) destacan como causa de la brecha, la tendencia existente a analizar el problema desde una visión “*monocausal*”. Esto significa que cuando se identifica una causa se aplica de inmediato una solución específica para atacarla, desconociendo o ignorando otras posibles causas y conexiones entre sí. Por tanto, como presentan los autores, adoptar una perspectiva de análisis “*multicausal*” ayudaría a reducir esta brecha, ya que permitiría identificar los diversos problemas, causas y soluciones existentes, involucrando de forma activa a las partes interesadas. En este sentido, Vanderlinde y van Braak (2010) alertan acerca de la importancia de integrar en la discusión los diversos puntos de vista, tanto de profesores como de investigadores, dado que ha sido dominada por los investigadores, con escasa participación de los profesores.

En relación con la brecha entre investigación en enseñanza de las ciencias y las prácticas de los profesores de ciencias, autores como Pekarek, Krockover y Shepardson (1996) discutieron, hace más de dos décadas, acerca de la importancia de incorporar



en los programas de preparación y desarrollo profesional de los docentes de ciencias, la *noción de docente como investigador*. Bajo esta premisa, como estrategia para reducir la brecha, los autores propusieron la conformación de comunidades de intelectuales en las cuales, investigadores y docentes reflexionaran acerca de los problemas asociados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Investigaciones más recientes discuten acerca del distanciamiento que existe entre los problemas de investigación que adoptan los profesores-aprendices en cursos de formación continuada y el alcance que tienen sus investigaciones para generar impacto en la Escuela, en especial, en relación con sus propias prácticas de enseñanza. Como lo presentan Souza, Rezende, y Ostermann (2016) y Villani et al. (2017), las estructuras curriculares propuestas para los cursos de maestría profesional, al igual que los modelos dispuestos para la realización de trabajos de investigación, ayudan a naturalizar en los profesores-aprendices concepciones de racionalistas técnicos (Contreras, 2012). En este mismo sentido, Pacca y Villani (2018) advierten que la concepción de racionalidad técnica todavía sigue dominando las acciones orientadas a la capacitación del profesor de ciencias, ya que buena parte de las propuestas formativas presentan un lenguaje complejo y de difícil dominio por parte del profesor limitando, a su vez, el ejercicio de una práctica reflexiva. De igual forma, autores como Solbes, Fernández-Sánchez, Domínguez-Sales, Cantó, y Guisasola (2018) refuerzan la crítica a los modelos de formación continuada orientados por expertos, destacando la baja efectividad que estos tienen para motivar cambios en las prácticas de enseñanza. Como afirman los autores, esto

se debe, en gran medida, a la falta de seguimiento y escaso apoyo que se le brinda al docente para desarrollar acciones posteriores a la realización de los cursos.

Por otra parte, la literatura destaca las Comunidades de Práctica (CoP) como un modelo factible para aportar en la reducción de esta brecha, motivando procesos formativos para el desarrollo profesional de los docentes de ciencias e investigadores (p. ej., El-Hani y Greca, 2011; Rogan y Anderson, 2011). Desde este enfoque se asume que, a partir del desarrollo de prácticas comunes, es posible establecer conexiones entre las comunidades de profesores e investigadores. En términos generales, estas conexiones entre comunidades pueden ser analizadas a partir del modelo de *prácticas limitáneas* propuesto por Wenger (2001). Según el autor, el tipo de prácticas que realiza una determinada comunidad configuran límites que restringen su interacción con otras comunidades; sin embargo, estos límites crean zonas de intersección que abren la posibilidad a la negociación de significados entre los participantes de cada comunidad. Como lo afirma el autor, estas zonas facilitan el tránsito de nuevos recursos y participantes que se transforman en intermediarios. Para el caso concreto, autores como Friedrichsen, Munford, y Orgill (2006) afirman que los profesores en formación inicial y en inicio de carrera docente son excelentes “intermediadores” entre las comunidades de investigadores y las de profesores en ejercicio, ya que ellos transitan continuamente entre ambas, cruzando sus fronteras e introduciendo elementos que componen la práctica de una comunidad en la otra.

En un sentido más amplio, según Wenger (2001) y Wenger, McDermott y Snyder

(2002), las CoP se definen como grupos de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas o una pasión por un tema de interés determinado. Estas personas se reúnen para profundizar sus conocimientos, interactúan de forma continua y aportan valor y significados a sus prácticas y experiencias de aprendizaje. El modelo de CoP tiene sus raíces en el enfoque sociocultural del aprendizaje situado propuesto por Lave (1991) y Lave y Wenger (1991). En este, el desarrollo profesional se interpreta como el resultado de un esfuerzo de colaboración entre pares y el aprendizaje se consolida como un proceso de PPL en CoP, en la concepción de Lave y Wenger (1991).

Del trabajo de revisión de la literatura realizado por Mega, Souza, Vera-Rey y Veit (2020), se resalta el potencial que presentan las CoP para apoyar procesos formativos de los profesores de ciencias, tanto a nivel de formación inicial como continuada. A su vez, se destaca la identificación de una categoría emergente denominada *inducción profesional de profesores*, la cual, según los autores, corresponde al período inicial de actuación del docente novato y se caracteriza por ser una etapa de transición del profesor recién graduado que ingresa al ambiente escolar y laboral. En relación con la formación inicial, los autores describen la pertinencia de las CoP para favorecer el acompañamiento a las prácticas docentes de los futuros profesores de ciencias, en las Escuelas.

De esta manera, profesores en formación inicial, profesores en servicio e investigadores configuran espacios de interacción y colaboración donde se promueve el aprendizaje de conocimientos científicos y nuevas tendencias o innovaciones para la enseñanza de las ciencias. Para el caso de

los profesores en formación continuada, los autores identifican tres campos predominantes de actuación de las CoP: *i) como espacios de interlocución entre la Escuela y la Universidad, ii) como estructuras para la creación y difusión de innovaciones didácticas, y iii) como ambientes para el desarrollo de la identidad docente*. Por último, en los procesos de inducción profesional de profesores, las CoP ejercen como ambientes para acompañar la vinculación de los profesores novatos a las prácticas y estructuras organizativas del entorno escolar. De esta forma, los docentes novatos construyen bases para el desarrollo de su ejercicio docente, a partir de la socialización con sus colegas más experimentados. A su vez, en este tipo de CoP, los profesores novatos se visualizan como agentes naturales para aumentar la adopción de innovaciones en la Escuela, contribuyendo a la articulación de proyectos y/o prácticas entre investigadores y la comunidad escolar.

Frente a los anteriores argumentos, se define como objetivo general de esta investigación el cultivo de una CoP virtual de profesores de Física. El objetivo específico se centra en resignificar el papel de los profesores en formación inicial y en inicio de carrera docente, como agentes transformadores de las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la Física en la Escuela, a partir de su participación en una CoP. De esta forma, se espera contribuir a la reducción de la brecha entre investigación en enseñanza de las ciencias y la práctica docente.

A continuación, se presentan los resultados de un estudio empírico de carácter exploratorio que se enmarca en un proyecto de investigación a nivel doctoral. Este estudio tuvo como objetivo indagar en qué medida



un curso virtual de extensión sobre Recursos Educativos Abiertos (REA), para la enseñanza de Física en Educación Secundaria, se constituye en “semilla” para la conformación de la CoP virtual de profesores de Física.

Para el diseño del curso se adoptó como referente teórico los siete principios para el cultivo de CoP propuestos por Wenger et al. (2002). Para definir sus alcances en el proceso de cultivo de la CoP, se realizó un análisis mixto de los mensajes enviados y las citas recibidas por cada participante (estudiantes, tutores, profesores y colaboradores); los mensajes se consideraron un indicador del nivel de *participación* y las citas un indicador del nivel de *legitimidad*.

Este análisis permitió detectar: a) la existencia de cuatro tipos de participantes (*los colaboradores, los asesores, la audiencia y los silenciados*¹) y b) tres casos de movilidad de participantes, trazando así trayectorias de aprendizaje (una vez terminado el curso, dos participantes que se encontraban como audiencia y uno como silenciado pasaron a ser colaboradores en un nuevo proyecto de carácter voluntario). A su vez, el desarrollo de este nuevo proyecto inició un potencial equipo coordinador (núcleo) de la CoP. En la siguiente sección daremos una mirada a los elementos centrales del aprendizaje situado y los procesos de PPL en CoP, posteriormente, presentaremos la metodología adoptada y por último, el análisis, los resultados y comentarios finales.

APRENDIZAJE SITUADO Y PARTICIPACIÓN PERIFÉRICA LEGÍTIMA EN COMUNIDADES DE PRÁCTICA.

La Teoría del Aprendizaje Situado dimensiona el aprendizaje como una acción ligada a las prácticas sociales, por tanto, participar en las actividades de una comunidad o grupo social, aporta elementos que configuran las relaciones entre los sujetos y facilitan el intercambio de conocimientos. Desde esta perspectiva, el aprendizaje es un componente indisoluble del contexto social en el que se produce. En consecuencia, solo adquiere significado para los sujetos que aprenden, a partir de las circunstancias espaciotemporales de adquisición. En otras palabras, el aprendizaje no es “algo” que puede sacarse de un contexto y llevarse a otro de forma arbitraria, ya que la acción de aprender y dar significado a lo aprendido se genera mediante la participación en comunidades a lo largo de nuestra vida trazando, a su vez, nuestras diferentes trayectorias de aprendizaje. Al respecto, Lave (1991) afirma que:

Propongo considerar el aprendizaje no como un proceso de cognición socialmente compartido que resulta al final en la internalización del conocimiento por parte de los individuos, sino como un proceso de convertirse en miembro de una comunidad de práctica sostenida. (p. 65) (Traducción nuestra)

Sumado a lo anterior, se destaca que convertirse en miembro de una CoP implica desarrollar las destrezas, habilidades y/o conocimientos necesarios para participar de forma eficaz de sus actividades. Según Lave y Wenger (1991), esta acción puede ser analizada a partir de la PPL, definiendo el proceso por el cual un nuevo participante (participante periférico) se convierte en un participante pleno de la CoP. Como afirman los citados autores, cada uno de estos tres componentes (*participación, periferia y le-*

gitimidad) deben analizarse en su conjunto y no de forma aislada, ya que estos se combinan para dar forma y demarcar grados, texturas y membresías comunitarias. Por ejemplo: la *legitimidad de participación* es una característica que define las formas de pertenecer y actuar en una comunidad. Por tal razón, es una condición que configura no sólo el aprendizaje, sino los elementos constitutivos de su contenido. Así, la legitimidad implica compromiso y reconocimiento del otro y de sí mismo, ya sea como miembro activo o potencial de la comunidad. De igual manera, lo *periférico*, permite evidenciar múltiples formas, intensidades y motivaciones para participar en comunidad. Esta característica configura estructuras sociales complejas que definen roles, jerarquías y relaciones de poder que moldean los diversos campos de actuación de los participantes. Por ende, la ubicación en estos campos y la posibilidad de cambiar de un campo para el otro, por ejemplo, pasar de una participación periférica a una central o viceversa, define las trayectorias de aprendizaje de los individuos. La participación periférica de los miembros de una comunidad cumple un papel importante para esta, ya que posibilita el flujo de nueva información y su conexión con otras comunidades.

En síntesis, la Teoría del Aprendizaje Situado y su proceso de PPL no pueden ser entendidos como un modelo educativo, ni como una estrategia pedagógica o una técnica de enseñanza. Estas se proyectan como una perspectiva analítica del aprendizaje que permite situar el contexto social en el cual ocurre, reconfigurando a su vez el significado de enseñar y aprender. Esta reconfiguración conlleva también a desligar el aprendizaje del contexto escolar como única fuente para que este ocurra. Como lo descri-

ben Lave y Wenger (1991), el aprendizaje tiene lugar sin importar la forma educativa que proporcione un escenario para aprender o incluso, en ausencia de una intencionalidad educativa formal.

Con respecto a las CoP, Wenger et al. (2002) destacan tres dimensiones que las definen, denominadas como: *dominio, comunidad y práctica*. Según los autores, estas dimensiones configuran un conjunto de principios, valores, fundamentos y objetivos de una comunidad, ayudando a diferenciarlas de otro tipo de organizaciones sociales. Parafraseando a los autores, se define que:

- **El dominio** corresponde a la actividad o propósito que une a la comunidad. Este facilita la creación de un escenario común que contribuye a la construcción de identidad. El dominio genera valor para los miembros de la CoP, ya que en este se estructuran los principios y/o filosofías que dan sustento a sus prácticas.
- **La comunidad** es el producto de la construcción de tejido social entre sus miembros. El sentido de comunidad es un elemento importante para los aprendizajes, dado que el sentimiento de pertenencia y conexión con los demás genera confianza y da la seguridad para intercambiar ideas y formular preguntas sin el temor de estar equivocados.
- **La práctica** corresponde al conjunto de estructuras, ideas, herramientas, informaciones, estilos, lenguajes, historias y/o documentos que los miembros de la comunidad producen y comparten. La práctica se define como el conocimiento específico que la comunidad desarrolla, comparte y administra.



La combinación de estas tres dimensiones hace de una CoP una estructura ideal para el aprendizaje que está en capacidad

para asumir responsabilidades en el desarrollo e intercambio de conocimiento.

PRINCIPIOS PARA EL CULTIVO DE COMUNIDADES DE PRÁCTICA.

Las CoP pueden surgir de manera espontánea o también, a partir del desarrollo de acciones planificadas que faciliten su cultivo y evolución. Con el objetivo de orientar este tipo acciones para el cultivo de una CoP, Wenger et al. (2002) presentan siete principios, de los cuales nosotros traducimos y realizamos la siguiente síntesis:

1. **Diseñar para la evolución:** consiste en crear dinámicas que ayuden a proyectar la comunidad, promoviendo su crecimiento y evolución natural. Por lo tanto, el proceso de diseño puede ser entendido como una práctica en sí de la comunidad, la cual da muestras de su grado de madurez y consolidación. Diseñar una CoP implica comprender que es un proceso flexible que no parte de cero, ni tampoco es algo terminado e inmodificable; por el contrario, el diseño pasa por diversas etapas o fases de crecimiento, en las cuales es posible evaluar y generar acciones futuras acordes con las necesidades de la CoP.
2. **Abrir el diálogo entre perspectivas internas y externas:** este principio motiva el intercambio de experiencias personales y colectivas entre sus miembros, construyendo así un dominio de conocimiento que define “*lo que hace*” y puede “*llegar a hacer*” la comunidad. Estas experiencias compartidas crean un conjunto de *perspectivas internas* que ayudan a mantener la cohesión de los participantes. Por otra parte, para que una comunidad pueda crecer y no se quede aislada del resto del mundo, se hace indispensable conocer y/o comparar experiencias de otras comunidades; de esta forma se construyen *perspectivas externas* para la CoP que contribuyen con su proyección.
3. **Propiciar diferentes niveles de participación:** las responsabilidades asumidas definen roles y posiciones de cada uno de los participantes. Existe un *núcleo*, que se encarga de coordinar las actividades básicas de la CoP; un grupo de participantes *activos*, quienes participan de las actividades continuamente, pero no asumen papeles de coordinación; y los *periféricos*, quienes rara vez participan directamente de las prácticas, pero siempre están siguiendo las actividades que se realizan.
4. **Desarrollar espacios comunitarios públicos y privados:** en una comunidad es posible definir eventos públicos que involucren a todos los miembros y eventos privados en los que solo algunos participan. De esta forma, los eventos públicos se transforman en “*rituales*” característicos de la comunidad y los eventos priva-

dos crean espacios más íntimos para el intercambio de información y la creación de redes personales.

5. **Centrarse en el valor:** una comunidad prospera en la medida que sus miembros atribuyen valor a las acciones que realizan y a las acciones que realizan sus colegas. En ocasiones, este valor no es del todo visible para sus miembros, por lo tanto, el cultivo de la CoP debe promover acciones para hacer explícitas las percepciones y expectativas de los participantes acerca del valor generado por la comunidad y cómo este se conecta con sus aprendizajes.
6. **Combinar familiaridad y emoción:** existen eventos cotidianos que definen el día a día de la comunidad, tales como: reuniones, realización de documentos, diseño de proyectos, planeaciones, etc. Estos eventos crean rutinas que familiarizan a sus miembros con el hacer y el pertenecer a la comunidad. Por tanto, es necesario proponer eventos que rompan las dinámicas conocidas e inyecten un nuevo “aire”. A su vez, este tipo de eventos pueden propiciar nuevas formas de interacción entre los participantes más antiguos

y/o facilitar el ingreso de unos nuevos.

7. **Crear un ritmo para la comunidad:** el ritmo es el indicador más fuerte de vitalidad de una comunidad, por consiguiente, resulta fundamental, para su cultivo, conservar desde el inicio un equilibrio en las acciones a desarrollar. Por ejemplo, un gran número de acciones o acciones realizadas con bastante frecuencia puede sobrecargar a los participantes o, por el contrario, acciones muy largas en el tiempo o que no presenten avances significativos pueden ocasionar desmotivación y pérdida de interés, transmitiendo la sensación de lentitud en las prácticas de la comunidad.

En resumen, estos siete principios permiten delinear acciones para promover el cultivo de una CoP, con la salvedad, que estos no deben ser entendidos como una “receta de cocina”. Tal como lo advierten Wenger et al. (2002), su implementación no implica una secuencia lineal de pasos o etapas de desarrollo, por el contrario, cada principio puede ser implementado de acuerdo con las condiciones y/o características específicas de cada proceso de cultivo.

METODOLOGÍA

Diseño del curso virtual.

Como se mencionó antes, las CoP pueden surgir de forma espontánea al interior de una organización social o también, a partir del desarrollo de acciones planificadas que posibiliten su cultivo y posterior evolución.

Según Wenger et al. (2002), una CoP es de naturaleza espontánea, cuando surge sin ninguna intervención o esfuerzo de desarrollo por parte de la organización o grupo interesado (empresas, instituciones educativas, etc.). En cambio, una CoP cultivada es aquella en la cual se planifican y desarrollan



de manera intencional un conjunto de acciones para catalizar sus prácticas y administrar el conocimiento que en esta se produce. Por otra parte, Wenger, Trayner y de Laat (2011) argumentan que las CoP se originan a partir de la conexión de diferentes *redes personales* (redes ego). Estas redes dan forma a una *red social* (red completa) que surge a partir de la existencia de intereses comunes entre los participantes. Por ejemplo: algunas personas logran construir y mantener una red personal (familiares, amigos, conocidos, colegas, etc.) con la que consiguen aprender y resolver problemas. Sin embargo, esa red personal no es una estructura aislada, sino una parte integral de las redes sociales en las que las personas participan.

En otras palabras, las redes sociales son una agregación de redes personales, que sirven para conectar a personas de diferentes grupos, ampliando la posibilidad de vincular a nuevos participantes quienes, a su vez, traen consigo nuevos intereses para la red. En concordancia con los autores, estas nuevas conexiones abren la posibilidad de ampliar el flujo de información, a partir del intercambio de nuevos recursos, conocimientos y aprendizajes, permitiendo la creación de lazos de confianza y empatía entre los participantes. Según Wenger et al. (2011), la principal diferencia entre las CoP y de las redes sociales radica en que en una comunidad se crea y mantiene una identidad compartida en torno a un tema o un conjunto de desafíos que dan forma a un dominio de conocimientos; en cambio, en la red social, aunque existe un dominio de conocimiento administrado por sus participantes, no se construye una identidad definida, ya que sus interacciones pueden ser ocasionales o de corta duración en el tiempo.

Sumado a lo anterior, se destaca el alto potencial que presenta el desarrollo de cursos formales para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como “semillas” para la conformación de una CoP (p. ej., Akerson, Donnelly, Riggs y Eastwood, 2012; Eylon y Bagno, 2006; Hume, 2012). El principal argumento surge en la diversidad de oportunidades de interacción que ofrece un aula de clase, ya sea virtual o presencial, para servir como un primer punto de encuentro entre los potenciales miembros de la comunidad, aportando a la construcción de una red social que evolucione y de forma a la CoP. De forma adicional, un curso o espacio académico permite, a su vez, identificar y/o desarrollar posibles empresas conjuntas que apunten hacia la construcción de un dominio de conocimiento para la comunidad (Wenger, 2001). Por tal razón, como premisa, se considera que el curso virtual de extensión es un punto de encuentro (nodo) para conectar diferentes redes personales (estudiantes, profesores e investigadores), dando forma a una red social compuesta, de la cual pueden emerger participantes interesados en conformar un equipo coordinador (núcleo) para la CoP.

Por otra parte, “el uso de REA para la enseñanza de la Física en Educación Secundaria” se determina como el objeto para el desarrollo de una práctica común. Con relación a los REA, surgen como una acción emergente para generar nuevos aportes en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la educación (UNESCO, 2015). Los REA hacen parte del movimiento mundial de Educación Abierta (*Open Education*) que surgió en la década de los noventa de la mano con los movimientos de *Software Libre* (Chiappe y Adame, 2018). De esta forma, el concepto de

“abierto” en el ámbito educativo genera la posibilidad de tener libre acceso a recursos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles escolares. En pocas palabras, los REA son materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación que se distinguen de otro tipo de materiales, porque estos poseen licencias abiertas para su publicación y uso. Entre los principales materiales que pueden ser transformados en REA se destacan: el *software*, las simulaciones por computador, los libros de texto (impresos y/o digitales), los datos de investigación científica, las maquetas, los textos de apoyo para estudiantes y maestros, los planos de aula y anotaciones de clase, las imágenes, videos y presentaciones multimedia, al igual que los artículos de divulgación científica, entre otros.

Con relación al uso de REA para la enseñanza de la Física, la Modelación y Simulación Computacional (MSC) se posicionan como los principales recursos para la enseñanza en Educación Secundaria usando TIC. Como lo presentan López, Araujo y Veit (2016), la MSC favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Física, ya que permite abordar diferentes campos disciplinares (mecánica clásica, electromagnetismo, óptica y mecánica cuántica) integrando referentes epistemológicos, psico-pedagógicos y didácticos para su diseño e implementación. Un elemento destacado por los autores es el reducido número de trabajos de investigación que involucran MSC para los niveles de Educación Secundaria, en comparación con el nivel universitario. Por lo tanto, los autores resaltan la importancia de explorar posibles causas que ocasionan esta disparidad, tales como: i) escasez de recursos computacionales para ser utilizados en el aula, ii) condiciones y/o posibilidades reales para el uso efectivo de los recursos

computacionales en la Escuela y iii) falta de formación de los profesores de Educación Secundaria con relación al uso de TIC; esta última causa, se encuentra relacionada a su vez, con la poca costumbre investigativa en el aula por parte de los profesores, ya sea por falta de interés o por falta de tiempo para la investigación en la Escuela.

Por otra parte, existen los Laboratorios Virtuales (LV) y los Laboratorios Remotos (LR). Los primeros se pueden definir como una combinación de diferentes recursos educativos, en su mayoría de libre acceso, tales como: simulaciones, videos de experimentos reales, planillas electrónicas, avatar y modernas tecnologías web, entre otros; es posible acceder a estos, por lo general, a través de un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) que permite integrar estos recursos, facilitando las prácticas y procesos evaluativos de los estudiantes (p. ej., Cabrera y Sánchez, 2016; Fonseca et al., 2013; Roth, Appel, Schwingel y Rumpler, 2019). Los LR permiten manipular a distancia, a través de la internet, los componentes, instrumentos y/o equipos característicos de un laboratorio real de Física; de esta forma los estudiantes, tanto de cursos de Educación a Distancia (EaD) como presenciales, pueden realizar prácticas o entrenamientos automatizados (p. ej., Lima, Viegas y Garcia-Peñalvo, 2019; Oliveira, Chaves, Prado, Takiya y Lopes, 2016). Dentro de las dificultades encontradas en la literatura, se destaca el reducido número de trabajos de investigación que involucran LV y LR aplicados a la Educación Secundaria, en comparación con el nivel universitario, abriendo interrogantes que motivan a explorar las posibles causas de esta condición (Arguedas-Matarrita, Concari y Marchisio, 2017).



El estado del arte anterior acerca del uso de REA para la enseñanza de la Física, junto con los principios para el cultivo de una CoP propuestos por Wenger et al. (2002), fueron parte de un estudio teórico que sirvió para el diseño del curso virtual, el cual se ofertó como una propuesta de extensión del Centro de Referencia para la Enseñanza de la Física (CREF) anexo al Instituto de Física de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)². Este curso tuvo una intensidad de 30 horas, distribuidas en tres lecciones temáticas. La primera lección, titulada “Recursos Digitales y Objetos de Aprendizaje (OA)”, tuvo como fin orientar a los estudiantes mediante el planteamiento de una situación-problema ficticia, hacia la búsqueda y clasificación de un OA que pudiera ser útil para la realización de una clase de Óptica en la Escuela. La segunda lección, titulada “*Recursos Educativos Abiertos*”, tuvo como fin orientarlos a la elaboración de una guía para el profesor, acerca del uso del OA seleccionado en la lección uno; esta guía debía ser licenciada como un REA y quedar disponible al público en general, para su posible uso. La lección tres, titulada “Estrategias de uso de REA y Prácticas Educativas Abiertas (PEA), se enfocó en motivar a los estudiantes hacia la búsqueda de problemas-auténticos sobre la enseñanza de la Física, con el fin de elegir mediante votación colectiva la pertinencia del problema y discutir posibles estrategias de solución.

Implementación del curso virtual.

El curso de extensión se ofertó a estudiantes de últimos semestres de cuatro Instituciones de Educación Superior de Colombia y Brasil. Las dos instituciones colombianas fueron: Universidad Distrital “Francisco

José de Caldas” (UD), localizada en Bogotá D.C. (Región centro del país), y la Universidad de Antioquia (UdeA), cuyo campus principal está localizado en Medellín, capital del departamento de Antioquia, (Región noroccidental del país). Las instituciones brasileras fueron: la Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), localizada en Porto Alegre, capital del Estado de Rio Grande do Sul (Región Sur del país), y el Instituto Federal Sul-Rio-Grandense/Visconde da Graça (IFSul), localizado en Pelotas (Sur del Estado de Rio Grande do Sul). Una característica en común en las cuatro instituciones es que son de carácter público y ofertan cursos tanto de pregrado como de posgrado, en diversas áreas del conocimiento. Además de los estudiantes, se contó con la participación de un profesor colaborador en cada una de estas instituciones, quien ayudó en la difusión del curso, la inscripción de los estudiantes y la gestión de salas para las reuniones síncronas. Desde la UFRGS, los dos últimos autores de este trabajo participaron como profesores del curso, y el primer autor como investigador y tutor. También se contó con la participación de un estudiante de iniciación científica como tutor.

Los estudiantes.

El número de estudiantes inscritos fue de 42, distribuidos de la siguiente forma: UD (N=13); UdeA, (N=12); UFRGS, (N=11) e IFSul, (N=6). De este grupo, dos estudiantes desistieron en la primera semana argumentando inconvenientes personales. Entre las características en común del grupo de estudiantes, se destaca la procedencia de las instituciones y el perfil profesional. Al respecto, se resalta que los estudiantes participantes se encontraban cursando un programa de

pregrado de carácter profesional en el momento de iniciar el curso de extensión. Con mayor detalle, los estudiantes procedentes de la UFRGS, la UD y el IFSul³ se encontraban cursando programas de Licenciatura en Física, y los de la UdeA cursaban el programa de Licenciatura en Matemáticas y Física. Los objetivos institucionales de estos cuatro programas se orientan hacia la formación de profesores de Física para desempeñarse en instituciones educativas a nivel básico, medio y universitario.

Con la intención de dar cumplimiento a estos objetivos institucionales, los programas cuentan con un currículo diseñado para 10 semestres académicos, en el caso de la UdeA y la UD, 9 semestres para el IFSul y 9 etapas para el caso de la UFRGS. En general, estos currículos promueven en sus estudiantes una amplia formación hacia el aprendizaje y dominio de temas específicos de la Física, en conjunto con el desarrollo de conocimientos didácticos y pedagógicos para la enseñanza. En suma, los cuatro programas posibilitan a sus estudiantes la realización de prácticas y pasantías docentes en colegios de sus ciudades de origen. Estas prácticas están contempladas dentro de la malla curricular y son distribuidas a lo largo de todo el curso; otra característica es que son orientadas, por lo general, por profesores de la institución en colaboración con profesores de las Escuelas.

El Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA).

Con el fin de integrar de forma transversal las acciones para el cultivo de la comunidad, se pensó en diseñar un EVA que facilitara la continua interacción entre estudiantes, entre tutores y estudiantes y entre tutores,

permitiendo el desarrollo de las actividades propuestas. Para tal fin, se usó la plataforma *Rocket.Chat*⁴, integrando un sistema de almacenamiento en la “nube” llamado *ownCloud*⁵ y un editor de texto colaborativo *online*, llamado *OnlyOffice*⁶. Dentro de los criterios de selección de estas plataformas, se destaca que son gratuitas y de código abierto (*Open Source*)⁷; por lo tanto, permiten a los usuarios realizar modificaciones, adaptaciones y nuevos desarrollos, según sus propias necesidades.

Rocket.Chat es una plataforma de conversación dinámica (tanto de forma síncrona como asíncrona) mediante la creación de “salas de *chat*” abiertas o privadas. Las salas de *chat* abiertas se refieren a aquellas en las que cualquier usuario registrado en la plataforma puede unirse y realizar publicaciones. En cambio, en las salas de *chat* privadas, solo los usuarios que han sido adicionados por el administrador y/o los usuarios de la sala, pueden ingresar y participar. Los mensajes pueden ser enviados directamente entre usuarios creando salas privadas entre ellos o en una sala abierta utilizando el signo “@” más el «nombre de usuario»; de esta forma, el mensaje enviado genera una alerta en el correo electrónico registrado por el usuario o, para el caso de los dispositivos móviles, una notificación en pantalla.

La plataforma *ownCloud* permite el almacenamiento y uso de aplicaciones en línea mediante el envío y sincronización de archivos entre usuarios registrados o también, mediante la creación de enlaces públicos enviados por otros medios digitales. Además de proporcionar el almacenamiento seguro de archivos en la nube, facilita la administración de contactos, la edición y visualización de documentos en línea en formato *PDF* y *OpenDocument*⁸. La plataforma *OnlyOffice* proporciona un paquete de herramientas



de oficina que integra diferentes editores en línea, permitiendo la creación y edición de documentos de texto, planillas contables y presentaciones dinámicas, entre otras. A su vez, posibilita la administración de archivos, la comunicación corporativa vía *chat*, la configuración de un “bandeja” de entrada de correo electrónico y el uso de herramientas de administración y gestión de proyectos.

En Souza, Vera-Rey, Araujo y Veit (2019) se puede encontrar con mayor detalle la descripción del proceso de planeación y desarrollo del curso ofrecido, a su vez, se amplía la descripción de las características de las plataformas, así como los objetivos propuestos para cada una de las salas de *chat* públicas y privadas creadas en *Rocket.Chat*.

Los datos.

Las salas de *chat*, tanto abiertas como privadas, fueron los principales instrumentos de recolección de datos, por tanto, los diálogos registrados en cada sala y los recursos compartidos (textos, imágenes, audios, etc.) son los documentos primarios de esta investigación. Los datos fueron recolectados desde el 29 de abril hasta el 13 de julio de 2018. El proceso de análisis se inicia asignando a cada participante un código que se compone de una letra y tres números; los dos primeros números corresponden al orden de lista asignado internamente y el último número a la institución de procedencia. Para los estudiantes se usa la letra “A” y para los profesores y tutores la letra “P”.

Análisis y resultados

Se procedió a cuantificar el *nivel de participación y legitimidad* de estudiantes (N=40), profesores (N=2), tutores (N=2) y

profesores colaboradores (N=3). El nivel de participación se determinó a partir del conteo de los mensajes enviados en las diferentes salas de *chat* abiertas, las salas privadas no se consideraron para este conteo. Para determinar el nivel de legitimidad, se realizó el conteo del número de veces que el participante fue citado por los colegas; para este fin, se usó el descriptor de usuario que genera por defecto la plataforma *Rocket.Chat*, tal como se presenta a continuación: *@nombre_usuario*.

En síntesis, los mensajes enviados definieron la participación, y las citas recibidas la legitimidad. Considerando que las variables de participación y legitimidad miden características heterogéneas de los participantes, presentando un valor promedio y desviaciones estándar diferentes, seguimos las orientaciones de Kim y Cavas (2013) y calculamos los valores estandarizados para las variables, usando la transformación *z-score* mediante la siguiente ecuación:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}, (1)$$

donde x corresponde a las variables (participación y legitimidad), μ al promedio de los datos y σ la desviación estándar. De esta forma, fue posible transformar las dos variables y comparar los resultados a partir de su desviación estándar, ya que al ser convertidas tienen el mismo valor promedio de cero y la misma desviación de uno.

Por otra parte, las comunicaciones electrónicas de carácter asíncrono que se dan a través de un *chat* pueden ser clasificadas creando un perfil para cuatro tipos de participantes. Estos son: *i) los colaboradores, ii)*

los asesores, iii) la audiencia y iv) los participantes silenciados (Falk et al., 1999; Kim y Cavas, 2013). De igual forma, es posible

ubicar estos cuatro tipos de participantes en los cuadrantes formados a partir de la transformación *z-score* (Figura 1).



Figura 1. *Tipos de participantes en comunicaciones electrónicas.*
Basados en Falk et al. (1999) y Kim y Cavas (2013).

Como se presenta en la Figura 1, los participantes colaboradores (*Cuadrante I*) se caracterizan por realizar un alto número de contribuciones a través de los mensajes enviados, que sus compañeros reconocen como valiosas ya que muchos de ellos citan dichos mensajes. El número de mensajes enviados y citas recibidas por estos participantes se encuentra por encima de la media. Los asesores (*Cuadrante II*) realizan pocas contribuciones, pero tienen un alto reconocimiento ya que son citados por varios compañeros. La condición de asesor en un entorno virtual cumple un importante papel ya que crea conexiones entre los contribuyentes y la audiencia. Estos participantes presentan un número de citas por encima de la media y un número de mensajes enviados por debajo de esta. La audiencia (*Cuadrante III*) es categorizada con este nombre porque participa y se cita poco, por

tanto, el número de mensajes y citas se encuentran por debajo de la media. Como lo afirman Kim y Cavas (2013), en la audiencia se encuentra la mayor parte de los participantes y se caracterizan por ser menos activos, pero críticos, ya que están atentos a las publicaciones de sus compañeros, citando gran parte de los mensajes que estos envían. Finalmente, se hallan los participantes silenciados (*Cuadrante IV*), cuyos esfuerzos por participar no tienen el suficiente reconocimiento de sus colegas. Esto se ve representado por el número de mensajes enviados por encima de la media y el número de citas por debajo de esta.

En nuestro caso, al realizar la transformación de variables se obtiene los resultados que se presentan en la Figura 2, definiendo el eje de las abscisas para los mensajes enviados (participación) y el eje de



las ordenadas para las citas recibidas (legitimidad). De esta forma, los niveles de participación y legitimidad de cada uno de

los participantes (N=47) están representados según la posición que ocupe en el gráfico.

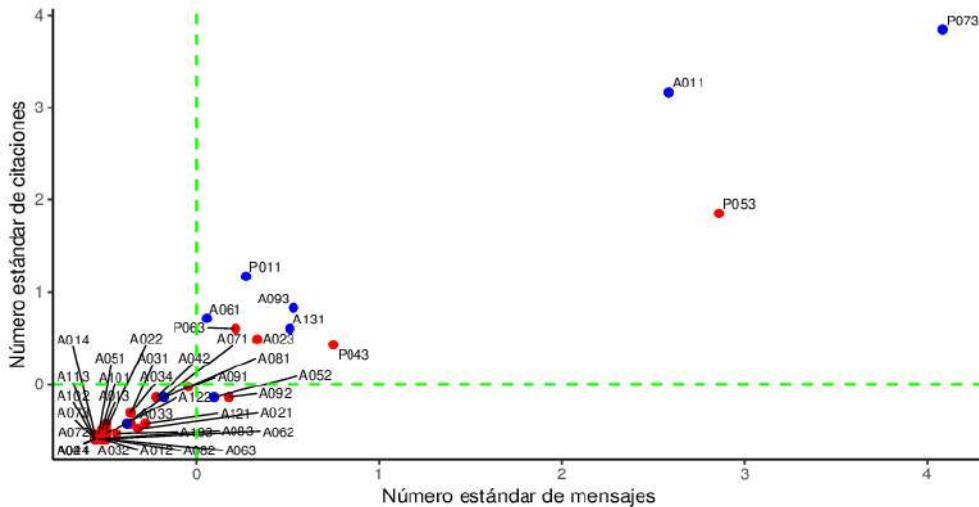


Figura 2. Niveles de participación y legitimidad de los participantes del curso.

A su vez, en la Figura 2 es posible identificar los diferentes tipos de participantes del curso. Estos se encuentran distribuidos de la siguiente manera:

- **Colaboradores:** este papel fue asumido por los profesores-tutores (P043, P053, P063 y P073) dada la naturaleza de curso formal; y por un profesor colaborador (P011) quien, a pesar de realizar pocas participaciones con relación a los profesores-tutores (P073, P035 y P043), hizo contribuciones que fueron ampliamente reconocidas por los estudiantes, confirmando la legitimidad de su papel como profesor. También se destaca la continua participación a lo largo de todo el curso de cinco estudiantes (A011, A093, A131, A023, A061). Por otra parte, los colaboradores P073, A011 y P053 presentan un número extremo de mensajes por encima de la media, ya que su *z-score* está más allá de 2.0. Referente a las citas, los colaboradores P073 y A011 recibieron un número extremo de citas por encima de la media, ya que su *z-score* está más allá de 2.0. Todos los demás participantes se ubican entre -2.0 y +2.0 para las variables de citas y mensajes.
- **Consejero:** en esta categoría no hubo participantes.
- **Audiencia:** coincidiendo con lo expuesto por Kim y Cavas (2013), en esta categoría se ubica el mayor número de participantes (N= 35), confirmando que la mayoría de los estudiantes acostumbran observar y participar poco.
- **Silenciados:** en este papel se hallan dos estudiantes (A052 y A092). Se destaca que los participantes silenciados son de vital importancia para el estudio de comunidades virtuales, dado que en el momento en que alguno de estos se movi-lice y cambie de cuadrante, se interpreta como una acción de aprendizaje que sur-

ge de un proceso de PPL en CoP (Kim y Cavas, 2013).

En la Figura 3 se presentan en azul nueve participantes que después de terminado el curso continuaron interactuando entre sí, conformando una red social completa, integrada por participantes de diferentes orígenes y diversas redes personales de procedencia (Wenger et al., 2011). Esta red, la cual denominamos como una *red de intereses*, se creó a partir de la motivación por realizar una comunicación oral para presentar en un evento académico en Bogotá (Colombia), a finales de septiembre de 2018. En esta misma figura se halla respectivamente: dos

participantes en azul en el tercer cuadrante (Audiencia) y uno en el cuarto cuadrante (Silenciados). Esta situación se interpreta como un caso de movilidad de una participación periférica para una central, ya que estos participantes permanecieron con bajo reconocimiento por parte de sus colegas durante el curso (citaciones por debajo de la media). Pero en el momento que surge la propuesta de realizar una actividad de carácter voluntario, a partir de un tema abierto y de interés colectivo, ellos se vincularon al proyecto pasando a ser colaboradores, ganando legitimidad y reconocimiento en esta red de intereses conformada.

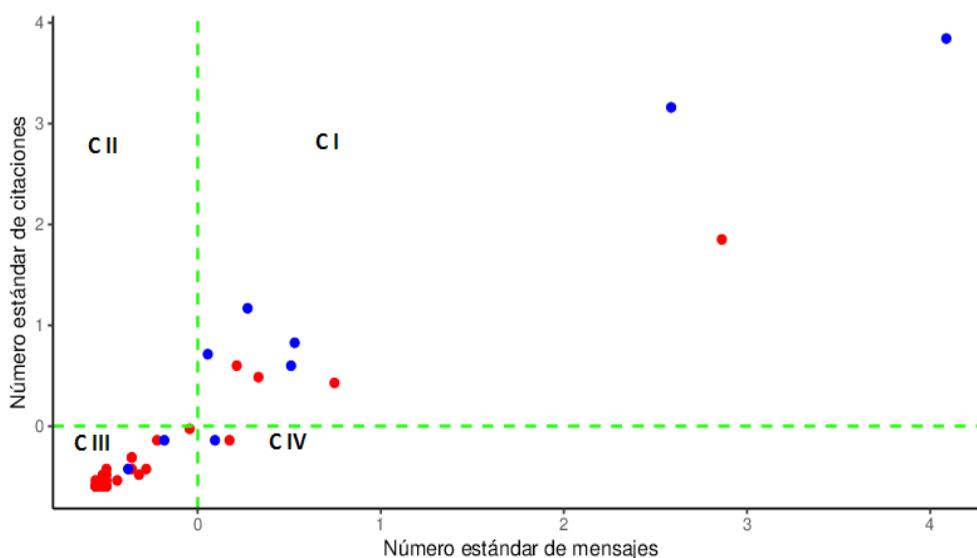


Figura 3. Red de intereses conformada por un grupo de ex-participantes del curso virtual de extensión (color azul).

El proceso de elaboración de la comunicación oral que se presentó en el evento académico en Bogotá tuvo una duración de 10 semanas (del 03 de agosto al 12 de octubre de 2018). Durante este periodo se tuvo un alto nivel de interacción entre los participantes, ya que se realizaron cinco encuentros síncronos mediante video llamada, sumado al continuo intercambio de mensajes así-

cronos vía *Rocket.Chat*. La comunicación oral fue un ejercicio de reflexión y autoevaluación en el cual, los autores describieron su percepción acerca de la participación en el curso virtual, resaltando los principales aciertos y desaciertos del curso (Amado et al., 2018). Así, los autores discutieron acerca de la posibilidad de explorar prácticas innovadoras para la enseñanza de la Física, im-



plementando métodos activos de enseñanza y tecnologías libres y proyectando la idea de conformación de una CoP virtual de profesores Física. Esta red de intereses (Figura 3) asumió el papel de equipo coordinador o núcleo de la comunidad haciendo extensiva la invitación, tanto a ex-participantes del curso

como a nuevos participantes, para vincularse en un nuevo proyecto; este consistió en elaborar y publicar un libro virtual (*eBook*) alineado con los principios de los REA y diseñado como material de apoyo al docente de Física en Educación Secundaria, dando inicio a una nueva fase del cultivo de la CoP.

COMENTARIOS FINALES



Considerando que el objeto de estudio es el cultivo de una CoP virtual de profesores de Física que contribuya a la reducción de la brecha entre investigación y práctica docente. De este primer estudio empírico de carácter exploratorio, se concluye que el curso virtual de extensión implementado fue una acción significativa, dado que generó un conjunto de condiciones favorables para la interacción de los participantes y la conformación de una red de intereses, la cual puede considerarse como una condición inicial para la conformación de un núcleo coordinador para la comunidad. Por otra parte, al realizar el análisis mixto de los procesos de PPL de los participantes, fue posible detectar cuatro tipos de participantes del curso

y tres casos de movilidad de participantes, trazando así trayectorias de aprendizaje. Finalmente, los resultados obtenidos de este estudio aportan elementos relevantes para el diseño e implementación de próximas acciones para el cultivo de la CoP virtual. En especial nos motiva a: i) mapear las trayectorias de aprendizaje creadas por cada uno de los participantes que se vayan vinculando a lo largo del proceso, y ii) caracterizar las concepciones de los profesores en formación inicial y en inicio de carrera docente, como agentes transformadores de las prácticas de enseñanza y aprendizaje de la Física en la Escuela, y en qué medida su participación en una CoP afecta o no esas concepciones.

AGRADECIMIENTOS



Elkin Adolfo Vera-Rey agradece la beca de doctorado otorgada por la *Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES), Brasil. Ives Solano Araujo agradece la beca de productividad recibida por parte del *Consejo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico* (CNPq), Brasil.

NOTAS



1. Falk, Lochhead, Jacobs, Mooney y Drayton (1999), y Kim y Cavas (2013) los llaman de “*silent participants*”. Nosotros hemos decidido llamarlos como “*silenciados*”, dado que son participantes que se manifiestan, pero sus mensajes no tienen el nivel de repercusión suficiente para ser citados por sus colegas.

2. http://www.if.ufrgs.br/cref/eventos/REA_2018/
3. Como caso especial, se contó con la participación de un estudiante de Licenciatura en Química del IFSul.
4. <https://rocket.chat/>
5. <https://owncloud.org/>
6. <https://www.onlyoffice.com/es/>
7. <https://opensource.org/osd>
8. <https://es.libreoffice.org/descubre/opendocument/>

REFERENCIAS



- Akerson, V. L., Donnelly, L. A., Riggs, M. L., y Eastwood, J. L. (2012). Developing a Community of Practice to Support Preservice Elementary Teachers' Nature of Science Instruction. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1371–1392. doi:10.1080/09500693.2011.639100
- Amado, M., Salazar, D., Percheron, F., Aroca, N., Vera, E., y Arcos, F. (2018, 25-28 de septiembre). *Curso virtual sobre Recursos Educativos Abiertos para la Enseñanza de la Física: una experiencia colaborativa entre licenciados en Física* [ponencia]. Semana de la Enseñanza de la Física, Bogotá, Colombia.
- Arguedas-Matarrita, C., Concari, S. B., y Marchisio, S. T. (2017). Una revisión sobre desarrollo y uso de Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Física en Latinoamérica. *I Simpósio Ibero- Americano de Tecnologias Educacionais-SITED 2017, May*, 177–190.
- Bridging the gap between research and practice: Exploring the role of knowledge communities in educational change. *European educational research journal*, 6(4), 382-392. Recuperado de <https://research.utwente.nl/en/publications/bridging-the-gap-between-research-and-practice-exploring-the-role>
- Broekkamp, H., y van Hout-Wolters, B. (2007). The gap between educational research and practice: A literature review, symposium, and questionnaire. *Educational Research and Evaluation*, 13(3), 203–220. doi:10.1080/13803610701626127
- Cabrera, J. M., y Sánchez, I. I. (2016). Laboratorios virtuales de física mediante el uso de herramientas disponibles en la Web. *Memorias de Congresos UTP*, 1(1), 49–55. <http://revistas.utp.ac.pa/index.php/memoutp/article/view/1296/html>
- Chiappe, A., y Adame, S. I. (2018). Open Educational Practices: a learning way beyond free access knowledge. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas Em Educação*, 26(98), 213–230. doi:10.1590/s0104-40362018002601320



- Contreras, J. (2012). A autonomia de professores (2da edição). São Paulo, Brasil: Cortez. de Vries, B., y Pieters, J. M. (2007). El-Hani, C., y Greca, I. (2011). Participação em uma comunidade virtual de prática desenhada como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação em biologia. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(3), 579–601. doi:10.1590/s1516-73132011000300005
- Eylon, B. S., y Bagno, E. (2006). Research-design model for professional development of teachers: Designing lessons with physics education research. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2(2). doi:10.1103/PhysRevSTPER.2.020106
- Falk, J., Lochhead, J., Jacobs, G., Mooney, B., y Drayton, B. (1999). TEECH lessons learned: Strategies for facilitating communication in teacher enhancement. *Journal of Technology and Teacher Education*, 7(4), 271–278. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/primary/p/8957/>.
- Fonseca, M., Maidana, N. L., Severino, E., Barros, S., Senhora, G., y Vanin, V. R. (2013). O laboratório virtual: Uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(4). doi:10.1590/S1806-11172013000400014
- Friedrichsen, P. M., Munford, D., y Orgill, M. (2006). Brokering at the boundary: A prospective science teacher engages students in inquiry. *Science Education*, 90(3), 522–543. doi:10.1002/sce.20112
- Hume, A. C. (2012). Primary connections: Simulating the classroom in initial teacher education. *Research in Science Education*, 42(3), 551–565. doi:10.1007/s11165-011-9210-0
- Kim, M., y Cavas, B. (2013). Legitimate peripheral participation of pre-service science teachers: Collaborative reflections in an online community of practice, Twitter. *Science Education International*, 24(3), 306–323. Recuperado de <http://www.icaseonline.net/sei/september2013/P4.pdf>
- Lave, J. (1991). Situated Learning in Communities of Practice. En L. Resnick, J. Levine y S. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 63–82). Washington, DC: APA.
- Lave, J., y Wenger, E. (1991). *Situated Learning Legitimate Peripheral Participation*. Nueva York, NY: Cambridge University Press.
- Lima, N., Viegas, C., y Garcia-Peñalvo, F. (2019). Didactical use of a remote lab: A qualitative reflection of a teacher. *ACM International Conference Proceeding Series*, 99–108. doi:10.1145/3362789.3362891
- López, S., Veit, E. A., y Araujo, I. S. (2016). Una revisión de literatura sobre el uso de modelación y simulación computacional para la enseñanza de la física en la educación básica y media. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(2). doi:10.1590/1806-9126-RBEF-2015-0031
- McIntyre, D. (2005). Bridging the gap between research and practice. *Cambridge Journal of Education*, 35(3), 357–382. doi:10.1080/03057640500319065

- Mega, D. F., Souza, D. G., Vera-Rey, E. A., y Veit, E. A. (2020). Comunidades de prática no ensino de ciências : uma revisão da literatura de 1991 a 2018. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42. doi:10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0264
- Oliveira, I. N., Chaves, V. D., Prado, M. Takiya, C. y Lopes, M. S. S. (2016). As Mudanças Ocorridas Nos Programas De Ensino Da Física, Os Laboratórios Didáticos De Física E a Inclusão De Novas Tecnologias No Desenvolvimentodos Experimentos Remotos. *Experiências Em Ensino de Ciências*, 11(3), 51–68. Recuperado de http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID323/v11_n3_a2016.pdf
- Pacca, J., y Villani, A. (2018). A formação continuada do professor de Física. *Estudos Avançados*, 32(94), 57–71. doi:10.1590/s0103-40142018.3294.0005
- Pekarek, R., Krockover, G. H., y Shepardson, D. P. (1996). The research/practice gap in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), 111–113.
- Rogan, J. M., y Anderson, T. R. (2011). Bridging the educational research-teaching practice gap: Curriculum development, part 2: Becoming an agent of change. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 39(3), 233–241. doi:10.1002/bmb.20509
- Roth, T., Appel, J., Schwingel, A., y Rumpler, M. (2019). Learning in virtual physics laboratories assisted by a pedagogical agent. *Journal of Physics: Conference Series*, 1223(1). doi:10.1088/1742-6596/1223/1/012001
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Cantó, J., y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 25-44. doi:10.5565/rev/ensciencias.2355
- Souza, D. G., Vera-Rey, E. A., Araujo, I. S., y Veit, E. A. (2019). Recursos Educacionais Abertos para o Ensino de Física: um curso de extensão para licenciandos brasileiros e colombianos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36(3), 795–817. doi:10.5007/2175-7941.2019v36n3p795
- Souza, J., Rezende, F., y Ostermann, F. (2016). Apropriação discursiva de modelos de formação docente em trabalhos de conclusão de um mestrado profissional em ensino de física. *Revista Ensaio*, 18(2), 171–199. doi:10.1590/1983-21172016180208
- UNESCO. (2015). *Guía Básica de Recursos educativos Abiertos (REA)*. París, Francia: Autor.
- Vanderlinde, R., y van Braak, J. (2010). The gap between educational research and practice: Views of teachers, school leaders, intermediaries and researchers. *British Educational Research Journal*, 36(2), 299–316. doi:10.1080/01411920902919257
- Villani, A., Barolli, E., Maia, J. de O., Massi, L., Santos, V. F. D., y Nascimento, W. E. (2017). Mes-trados Profissionais em Ensino de Ciências: Estrutura, Especificidade, Efetividade e Desenvolvimento Profissional Docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(1), 127. doi:10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p127



- Wenger, E. (2001). *Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad*. Barcelona, España: Paidós Ibérica.
- Wenger, E., McDermott, R., y Snyder, W. M. (2002). *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Wenger, E., Trayner, B., y de Laat, M. (2011). *Promoting and assessing value creation in communities and networks: a conceptual framework*. Holanda: Ruud de Moor Centrum.