

## Recursos Educativos Desenchufados para la Enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria. El caso Human Area Network

Daniel Dolz<sup>1</sup>    Rodolfo Martínez<sup>2</sup>    Gerardo Parra<sup>1</sup>    Jorge Rodríguez<sup>1</sup>  
Natalia Ginez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial*  
*Departamento de Teoría de la Computación - Facultad de Informática*

<sup>2</sup> *Grupo de Investigación en Ingeniería de Software*  
*Departamento de Ingeniería de Sistemas- Facultad de Informática*  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

<sup>3</sup> *Consejo Provincial de Educación*  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DEL NEUQUÉN

{ddolz, rodolfo.martinez, gparra, j.rodrig}@fi.uncoma.edu.ar,  
nataliaginez25@gmail.com

### Resumen

Las actuales tendencias curriculares para la incorporación de contenidos de Ciencias de la Computación en la educación obligatoria, proponen un recorrido amplio por las distintas áreas de conocimiento.

Los recursos educativos desenchufados (RED) demuestran ser una opción adecuada para establecer un primer contacto entre los estudiantes y las Ciencias de la Computación.

Si bien existe una amplia variedad de Recursos Desenchufados elaborados en el marco de CSUnplugged, estos no cubren completamente la selección de contenidos propuestos para la educación obligatoria.

La insuficiente evidencia sobre su efectividad en la escuela secundaria argentina y la ausencia de un modelo consolidado que permite diseñar este tipo de RED, plantea la necesidad de abordar estos temas.

En este trabajo se presenta un enfoque didáctico disciplinar que permite orientar los procesos de diseño y evaluación de REDs, como también definir los mecanismos fundamentales evaluar la efectividad de este tipo de recur-

sos en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria.

Además se presenta Human Area Network, un RED definido bajo este enfoque destinado a la enseñanza de conceptos fundamentales sobre Redes de Computadoras. Se expone el recurso y el resultado de dos trabajos de campo con docentes y estudiantes secundarios.

**Palabras Clave:** Educación en Ciencias de la Computación, Escuela Secundaria, Recursos Educativos Desenchufados, Participatory Design

### 1. Introducción

Existe un amplio consenso acerca de que las Ciencias de la Computación (CC), debe ser una parte fundamental de la educación de todos los estudiantes. [14, 6, 11, 12].

Las actuales tendencias curriculares para la incorporación de las CC en la educación obligatoria proponen un recorrido amplio por las áreas de conocimiento de las CC. Lograr que la enseñanza de la computación en la escuela secundaria sea más que programación emerge como



Figura 1: Teoría del aprendizaje experiencial [8]

un desafío curricular actual[14].

Los recursos educativos desenchufados (RED) demuestran ser una opción adecuada para establecer un primer contacto entre estudiantes y las CC. Esto se debe, fundamentalmente, a que no se requiere aprender programación ni hacer uso de un dispositivo digital y que, por lo general, el ambiente en el que se desarrollan tiene un enfoque de juego que plantea desafíos para el estudiante [1, 13].

Más allá de su uso cada vez más creciente, existe relativamente poca evaluación sistemática de la efectividad de estos recursos educativos. No existe este tipo de RED para cubrir todas las áreas de conocimiento de las CC que forman parte de las propuestas curriculares para la educación secundaria [3, 6]. Tampoco existe suficiente evidencia sobre su efectividad en la escuela secundaria argentina. Además, es necesario establecer un modelo consolidado que permite diseñar este tipo de RED.

En este trabajo se presenta un enfoque didáctico disciplinar que permite orientar los procesos de diseño y evaluación de REDs, como también definir los mecanismos fundamentales evaluar la efectividad de este tipo de recursos en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria.

Además se presenta Human Area Network, un RED definido bajo este enfoque destinado a la enseñanza de conceptos fundamentales sobre Redes de Computadoras. Se expone el recurso y el resultado de dos trabajos de campo con docentes y estudiantes secundarios.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la sección 2 se describen los antecedentes teóricos sobre los que se sustenta esta propuesta. Posteriormente, en la sección 3 se presenta el enfoque propuesto para el diseño y elaboración de Recursos Educativos Desenchufados. Finalmente, en la sección 4 se presentan las conclusiones y algunas líneas de trabajos futuros.

## 2. Marco Teórico Conceptual

La teoría del aprendizaje experiencial enfatiza sobre el rol que juegan las experiencias inmediatas y concretas en los procesos de aprendizaje. En este contexto (ver Figura 1), el aprendizaje es concebido como un ciclo de cuatro fases, la Experiencia Inmediata y Concreta es la base para la Observación y Reflexión. El estudiante utiliza estas reflexiones para la Formalización de Conceptos Abstractos basados en sus observaciones. Finalmente, el estudiante prueba las Implicaciones de los conceptos elaborados en nuevas situaciones [7, 8].

CS Unplugged (*Computer Science Unplugged*), es un enfoque para la enseñanza de las Ciencias de la Computación diseñado para presentar, a estudiantes sin formación previa, conceptos a través de experiencias prácticas que no requieren el uso de computadoras. En general las actividades, no necesitan de conocimientos previos sobre programación u otra área de las Ciencias de la Computación, son de carácter altamente cinestésico e involucran el sentido de juego o historia [1, 10, 13].

Este enfoque, orientado a una audiencia con diferentes niveles de formación académica, tiene varios beneficios potenciales. En primer lugar, la barrera de aprender programación es eliminada como un pre-requisito para comprender las ideas básicas de las CC. Además, puede ser

empleado en situaciones donde no se dispone de equipamiento de computación, o cuando el acceso a los dispositivos es limitado o incluso cuando no es posible la instalación de ningún *software*.

Los estudios realizados en los ámbitos de CS Unplugged y el aprendizaje experiencial ofrecen amplias posibilidades para la creación de enfoques que busquen hacer accesible conocimiento sobre Ciencias de la Computación de tipo abstracto y complejo.

### 3. Enfoque propuesto

El enfoque presentado en este trabajo se centra en cuatro conceptos en particular: CSUnplugged, aprendizaje experiencial, diseño participativo e investigación acción participativa. La convergencia de estas perspectivas apunta a la elaboración de nuevos Recursos Didácticos Disciplinarios validados en las aulas.

Los estudios a desarrollar en este marco consisten en definir un enfoque didáctico disciplinar que permita orientar los procesos de diseño y evaluación de REDs, definir los mecanismos fundamentales para el diseño y elaboración de nuevos REDs en el marco de Participatory Design Framing [4, 5] y desarrollar estudios tendientes a evaluar la efectividad de este tipo de recursos en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria.

Para el desarrollo de esta línea se propone trabajar en forma articulada sobre los siguientes aspectos:

- *Definición de un enfoque para RED*, en base al análisis de perspectivas metodológicas estudiadas, en esta Investigación se propone definir un enfoque que resulte útil como guía para desarrollar nuevos REDs y para revisar los existentes. En este contexto se busca articular las perspectivas expuestas en la Teoría del Aprendizaje Experiencial, las definiciones elaboradas en el enfoque CSUnplugged y los aprendizajes elaborados en el marco de este estudio.

Se define un modelo compuesto por cuatro fases basadas en la construcción de Kolb acerca del Aprendizaje Experiencial. La idea central de esta propuesta es comprender que enseñar un tema en particular requiere producir ajustes y refinamientos de forma que las experiencias resulten apropiadas para la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria.

De acuerdo a este enfoque el aprendizaje se inicia a partir de experiencias concretas e inmediatas donde el estudiante se pone en contacto con conceptos de la disciplina. Se ofrece un desafío con reglas simples que busca implicar al estudiante físicamente, socialmente, cognitivamente y emocionalmente a través de una experiencia concreta, cenestésica y colaborativa. Durante el transcurso de la experiencia se ponen en juego prácticas y conceptos sobre computación. La definición de esta fase está altamente influenciada por el enfoque CS Unplugged.

La experiencia es revisada en forma de retrospectiva que busca descubrir patrones, conceptos según van comprendiendo los principios sobre informática que existen detrás de estas vivencias. La reflexión es una de las piezas claves para promover la construcción de conocimiento a partir de la experiencia. Este momento intenta llevar la atención y hacer visible el conocimiento computacional que participa de la experiencia.

Los conceptos que emergen del proceso reflexivo son interpretados en los términos de las Ciencias de la Computación avanzando en la construcción de una conceptualización abstracta, descontextualizada de la experiencia y más próxima al saber disciplinar.

Como fase final se busca desarrollar la habilidad para aplicar conocimiento a la comprensión de situaciones cotidianas donde el mismo conocimiento se pone en juego. De esta forma, se contribuye a mejorar

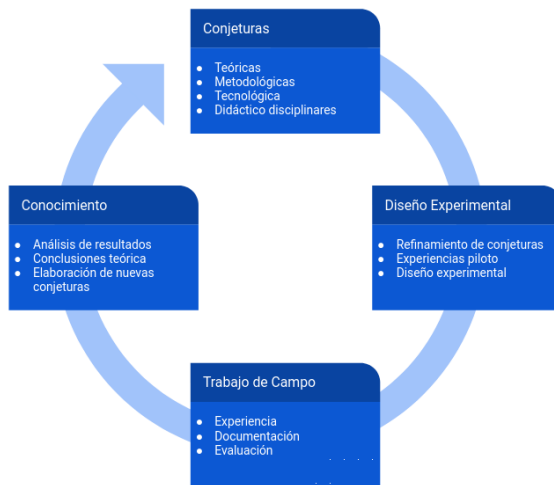


Figura 2: Modelo de Investigación Participativa

las posibilidades de comprender el mundo y participar de manera informada de los debates contemporáneos.

- *Diseño participativo de RED*, se estructura el proceso de diseño usando Participatory Design Framing. Un marco de trabajo innovador para Educación en Ciencias de la Computación, donde los docentes de escuelas secundarias se involucran activamente en el proceso de elaboración de recursos educativos [4, 5].

En el proceso de diseño participativo, definido para esta Línea de Investigación y Desarrollo, el equipo de investigación diseña una primer versión para un RED a partir de explorar el área de conocimiento, determinar enlaces curriculares para la actividad y del conocimiento del que dispone acerca de la enseñanza de la computación en el ámbito de la escuela secundaria.

En segunda instancia, se convoca a un grupo de profesores de informática de escuelas secundarias a una sesión piloto que busca recuperar sus percepciones acerca del recurso. Los docentes evalúan el recurso y luego informan sobre las características que valoran positivamente y acerca de las que requieren ajustes.

Producidos los ajustes, los docentes disponen de REDs para enseñar Ciencias de la Computación en sus aulas. Un nuevo ciclo de adecuación del recurso se produce al revisar los resultados obtenidos en el trabajo de campo.

- *Estudiar la efectividad de los RED*, tanto la teoría de aprendizaje experiencial, como el enfoque CSUnplugged se utilizan frecuentemente como forma de exponer nuevas prácticas y conceptos. Sin embargo, existe poca investigación sistemática acerca de su efectividad, sobre todo en el ámbito de la educación secundaria [1].

Desde la perspectiva metodológica, esta línea se ubica en el ámbito de la Investigación Acción Participativa [9, 2]. La participación comunitaria se expresa en este caso en la acción desplegada por los docentes de escuelas secundarias.

Como primer aproximación, el equipo de investigación elabora una colección de conjeturas de carácter teórico-práctico en relación a la posibilidades didácticas de los REDs.

Estas elaboraciones son ajustadas a partir una serie de sesiones, de las que participa un grupo de docentes, que buscan situarlas a las particularidades de la escuela secundaria. En forma conjunta, investigadores y docentes, avanzan en un proceso de diseño experimental que tiene como objetivo estudiar la efectividad de este tipo de recurso educativo.

Finalmente, se revisa el resultado del trabajo de campo desarrollado como forma de avanzar en la producción de conocimiento.

### 3.1. Human Area Network

*Human Area Network* (HAN) consiste de una colección de recursos y actividades desenchufadas para representar los diversos medios de transmisión de datos en un entorno de red. Este recurso nos permite abordar la enseñanza del

tema redes de computadoras, y específicamente, nos permite introducir de manera amena el tópico Medios Físicos de Transmisión de Datos. También consideramos que los recursos se pueden utilizar para las siguientes temáticas del área: representación del conocimiento, sincronización, detección de errores, e incluso protocolos.

Los materiales necesarios para realizar la actividad son una cantidad razonable de hilo, linternas y dos tipos de silbatos para producir dos tipos de sonidos fácilmente distinguibles entre sí.

### 3.1.1. Setup

En primera instancia, se establece la comunicación en nodos con dos extremos vinculados entre sí por uno de cada uno de los medios físicos ya introducidos. Para cada uno de los tres casos (hilos, silbatos y linternas) se especifica, de manera puntual, cómo se representan la transmisión de la información binaria. Básicamente como se representa (y se transmite) el “0” y el “1” de la codificación binaria. En segunda instancia, se crea una red lineal o “bus” con un principio y un fin, con los nodos intermedios recibiendo información mediante un medio, pero transmitiéndolo por medio de otro. La red utilizada en el encuentro base de este trabajo consistió en: onda (sonido) - ethernet (hilos) - fibra óptica (linterna) - onda (sonido) - ethernet (hilos). Es decir que, para transmitir información de un extremo a otro de la red, la información debe ir siendo transmitida de medio en medio para llegar desde el principio al fin. Los medios físicos:

- *Hilos*: Con este material se explica que representaremos una red *ethernet* o cableada. La forma de utilizarlo es que ambos extremos de la comunicación sostienen el hilo de la manera más tirante que sea posible. La representación del cero consiste en un tirón del hilo y el uno se representa mediante dos tirones consecutivos.
- *Linterna* La linterna representa la fibra óptica y la comunicación se representa me-

dante pulsos de luz. Los extremos de la comunicación deben tener contacto visual. La transmisión de “0” y “1” se da mediante destellos de luz: un pulso para el “0” y dos pulsos rápidos consecutivos para el “1”.

- *Silbatos* Con los silbatos se representa la comunicación via “WiFi” o algún otro tipo de comunicación mediante ondas. La transmisión se basa en que cada extremo debe tener dos tipos de silbatos claramente distinguibles, por ejemplo silbato / corneta. La representación consiste en silbato para el “0” y corneta para el “1”. Por supuesto, podría utilizarse cualquier mecanismo que genere sonidos, mientras sean claramente distinguibles.

### 3.1.2. Funcionamiento

Una vez montada la red con la topología descrita, se realizó la actividad. La actividad consistió en enviar un mensaje de tres “bits” desde un extremo hasta el otro de la red. Para el agregado de mayor representación, se establece mediante una tabla lo que cada tripleta de bits representaba. Es decir que para los cursantes, además de estar enviando tres bits, se estaba enviando el mensaje representado por esos tres bits, lo que introduce aunque de manera anexa y no formalizada la noción de Representación del Conocimiento. Se hizo énfasis en el aspecto lúdico y vivencial.

Los mensajes enviados fueron los siguientes:

```
000 NO ACEPTO
001 ACEPTO LA PROPUESTA
010 YA TRANSFERIMOS EL DINERO
011 VENDE TODAS LAS ACCIONES
100 COMPRA TODAS LAS ACCIONES
101 PAGÁ, DESPUÉS HABLAMOS
110 TE ESPERO MAÑANA
111 AHORA NO, ESTOY COCINANDO
```

Es importante destacar que el requerimiento inicial no era enviar “001” sino enviar “ACEPTO LA PROPUESTA” (por ejemplo).

Supongamos entonces que el emisor desea transmitir “ACEPTO LA PROPUESTA”. Los pasos necesarios serían los siguientes:

- El primer nodo, mediante la elección de los silbatos transmite “001” mediante el soplo de dos veces el silbato “0” y una vez el silbato “1”.
- El segundo nodo recibe el mensaje vía “ondas” y debe continuar con la transmisión del mismo vía “ethernet” es decir mediante tensiones consecutivas del hilo. Para ello realiza dos tirones espaciados entre sí seguido de un tirón doble.
- El siguiente nodo, luego de recibir la información mediante los hilos, debe continuar con pulsos de luz y realiza la acción equivalente de manera de transmitírselo al siguiente nodo.
- El mensaje llega así hasta el final de la HAN donde el humano esperando el mensaje no recibe 001, sino “ACEPTO LA PROPUESTA”.

A continuación, el receptor elige una respuesta de la tabla de mensajes, y la comunicación se realiza en sentido contrario, intercambiando los roles de emisor por el de receptor y viceversa. Se recomienda enviar al menos 4 mensajes o más hasta que al fin la comunicación fluya cuando el grupo esté cómodo con los canales y el mecanismo.

### 3.1.3. Reflexión y formalización

Luego de haber transmitido varios mensajes, se realiza un cierre conceptual donde se vinculan los medios de comunicación de la actividad desenchufada con los conceptos vistos previamente. Se les solicita a los cursantes además que reflexionen acerca de la practicidad y utilidad de la actividad propuesta, y si la misma podría ser útil en sus realidades áulicas cotidianas.

### 3.1.4. Aplicación

Además, se logra preparar al alumno para introducir, con los mismos materiales didácticos, los conceptos de Representación de la Información, Sincronización, Ruteos de Información y otros.

El diseño de actividades utilizando recursos desenchufados permite efectuar una nueva experiencia del aprendizaje. Los docentes evaluaron que este tipo de actividades es factible de ser utilizado en el aula en un contexto educativo.

### 3.2. Trabajo de campo docentes

En el contexto de este estudio, se buscó conocer la percepción de los docentes que se desempeñan en espacios curriculares destinados a la enseñanza de la computación en la escuela secundaria, acerca de las posibilidades didácticas que ofrecen los recursos desenchufados basados en el enfoque propuesto en este trabajo. Específicamente, se trabajó con el recurso Human Area Network en la Fase de Refinamiento de conjeturas del diseño participativo.

La población consultada estaba compuesta por 54 docentes de informática que poseen conocimientos y habilidades previamente adquiridos en el campo disciplinar y didáctico disciplinar. Además, cuentan con experiencia en la enseñanza de la computación en la escuela secundaria.

Se completaron 2 sesiones de 2 horas en cada caso destinadas a la presentación, reconocimiento y estudio de los elementos utilizados en la experiencia. La actividad buscó que los docentes comprendan el funcionamiento de la herramienta didáctica y construyan una apreciación acerca de sus características y posibilidades en la escuela secundaria.

Cada sesión se organizó en tres etapas: breve presentación del recurso, práctica utilizando el rol de estudiante y retrospectiva individual acerca de la potencialidad percibida.

Concluidas las dos sesiones de estudio, se consultó sobre la accesibilidad, los motivos de su opinión y las dificultades y utilidades percibidas. Luego, acerca de las posibilidades de

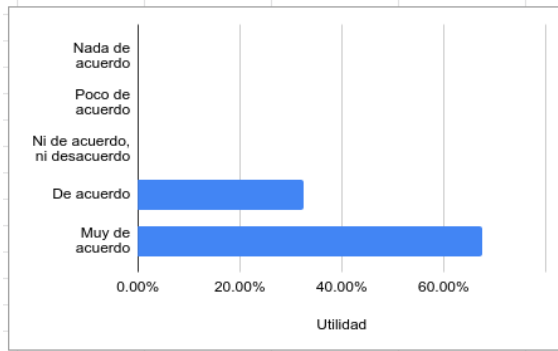


Figura 4: Utilidad

participar de situaciones de enseñanza y aprendizaje en contextos reales.

Al finalizar las sesiones con los docentes, se realizó una indagación con intención de recuperar las percepciones de los docentes acerca de este recurso educativo. Se les consultó sobre la utilidad, el impacto y la organización de la actividad, obteniendo apreciaciones positivas para las tres categorías.

Se utilizó como instrumento un cuestionario con una escala de respuesta tipo Likert, conformada con cinco opciones de respuestas: *muy en desacuerdo*, *en desacuerdo*, *ni de acuerdo ni en desacuerdo*, *de acuerdo* y finalmente *muy de acuerdo*. El mismo buscaba obtener información en tres dimensiones: impacto de uso, utilidad percibida y organización observada.

La Figura 3 muestra el impacto de uso, es decir, si consideran que es una actividad amigable, entretenida que causará un impacto emocional positivo. Los docentes aprecian que HAN provocaría un alto impacto positivo en la clase al ser utilizarlo como recurso didáctico desenchufado, ya que más del 75 % demostró estar de acuerdo.

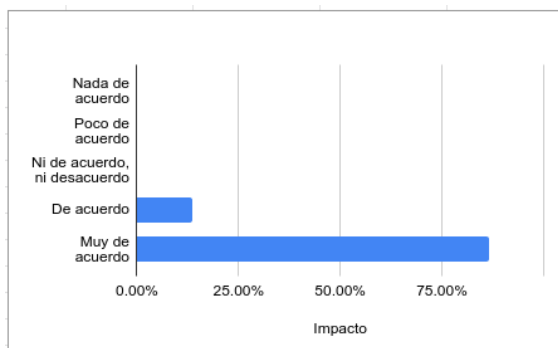


Figura 3: Impacto en su uso

El segundo hallazgo se muestra en la Figura 4 donde, en forma coherente con el anterior, HAN claramente es apreciado como de gran utilidad para la enseñanza de los conceptos curriculares, demostrando en más del 75 % estar de acuerdo en el uso de dicho recurso didáctico.

En cada sesión, se pidió a los docentes que expresaran si la secuencia de la actividad seguía cierta coherencia. La Figura 5 muestra que los docentes están en más de un 75 % de acuerdo que la organización de la actividad en términos de secuencia de la actividad es adecuada para llevarla al aula.

Consideramos importante, además, que los docentes evaluaran en qué año de la enseñanza media era adecuado incorporar los conocimientos disciplinares referidos a redes de computadoras. La Figura 6 señala que, si bien puede incluirse en cualquier etapa de la educación media, existe una tendencia a considerar que dichos conceptos sean incorporados en el tercer año.

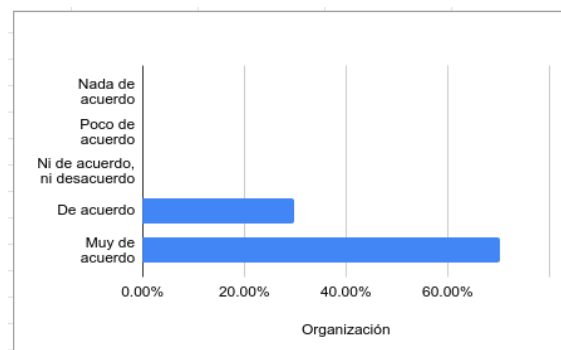


Figura 5: Organización secuencial

Se comprobó que este recurso didáctico no sólo es transferible al aula en forma directa, sino que abre la puerta a que los docentes propongan otros instrumentos en este recurso didáctico, que posibilite a los alumnos expandir el alcance de los medios físicos de transmisión de datos, incorporando nuevos elementos para transmitir el mensaje. Así, se logra generalizar el concepto

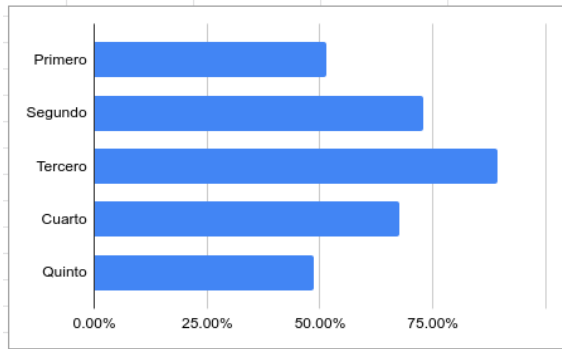


Figura 6: En que año de estudio se considera apropiado

abstracto y permite crear nuevas hipótesis con la información recibida de la experiencia.

### 3.3. Trabajo de campo con Estudiantes Secundarios

El recurso didáctico Human Area Network fue llevado a las aulas, con la intención de ajustarlo progresivamente, a partir de la consideración de comentarios, sugerencias y revisiones realizadas sobre el trabajo de campo.

La población se compuso de aproximadamente 28 adolescentes, que cursan el tercer año de estudio de la educación secundaria, sin formación previa en el área de conocimiento. El rango de edad es de 15 a 16 años.

Se completaron 2 clases de 80 minutos, concretando actividades desenchufadas destinadas a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos abstractos, como representación y transmisión de información por distintos medios físicos en las redes de computadoras.

La actividad buscó que los estudiantes comprendan el lugar de los medios físicos para la transmisión de datos y la representación de la información en el mundo cotidiano. Se trabajó sobre conceptos de Redes de Computadoras, capa física y representación de la información. Se prestó atención los procesos de reflexión sobre la experiencia, la construcción de conocimiento abstracto y la aplicación de los aprendizajes desarrollados a la comprensión de situaciones reales.

La experiencia se organizó en cinco etapas:

revisión de saberes previos, experiencia concreta e inmediata, reflexión sobre la experiencia, elaboración de conceptos abstractos y aplicación a situaciones reales de transmisión de datos.

**Etapa 0:** En una primera instancia se realiza una revisión de los conceptos conocidos sobre Redes de Computadoras. A modo de actividad diagnóstica, se trabaja sobre un cuestionario que se responde en forma colaborativa, con la finalidad de mejorar la percepción acerca de contenidos elaborados con anterioridad.

A partir de esta actividad se puede observar que el grupo de estudiantes, puede comprender algunos conceptos sobre redes, pero no logran percibir los medios que utilizan las redes para transmitir datos o que en una comunicación participan varios medios.

**Etapa 1: Experiencia concreta** En esta etapa se desarrolla la fase experiencial de Human Area Network. Se divide el aula en grupos, a cada grupo se distribuye un EMISOR y un RECEPTOR para cada elemento que representa un medio físico de manera conformar una red humana que conecta toda el aula. Se establecen las reglas a las que estará sujeto cada elemento de comunicación. Una de las reglas establece que el dato que se transmite es binario de acuerdo a este patrón:

- Hilo representa Cables de par trenzado: 1 tirón=0 - 2 tirones=1
- Linternas representa Fibra óptica: 1 luz= 0 - 2 luces=1
- Palmas representa Ondas de radio: 1 palma= 0- 2 palmas=1

Se convoca a dos representantes de cada grupo, para que definan un conjunto de mensajes a ser transmitidos. Cada mensaje se representa en forma binaria:

- 000= "aguante 3ero B"
- 001= "los del A tienen coronavirus"





Figura 7: Un grupo de estudiantes transmitiendo un mensaje

- 010= "este año ganamos la estudiantina"
- 100= "profe ponete la 10 y aprobanos a todos"

Se comienza con el desarrollo de la experiencia, naturalmente se dio que de un grupo quiso enviar un mensaje al otro. Se completaron 4 transmisiones exitosas, donde la docente enviaba el mensaje y lo recibía al final del circuito, para informar si era correcto y el significado que estaba "oculto" en la hoja escrita por los compañeros designados de cada grupo (Figura 7).

La experiencia logró implicar a los estudiantes intelectualmente, cognitivamente y emocionalmente. Los mensajes eran esperados con ansias y festejaron en cada oportunidad de transmisión exitosa, el festejo es de carácter colectivo ya que la transmisión circula por toda el aula.

**Etapa 2: reflexión sobre la experiencia** A partir de la experiencia, se busca concentrar la atención sobre algunos aspectos relacionados a la representación y transmisión de información se recuperan de revisar la vivencia. Al finalizar esta etapa, los estudiantes perciben que:

- El medio es necesario para la transmisión del mensaje
- Que es necesario saber que significa el código para que el mensaje tenga relevancia para el receptor
- Que mientras más código tenga el mensaje, más seguro será su envío.
- Que hay medios menos seguros que otros - consideraron que las ondas de radio eran menos seguras (las palmas)

**Etapa 3: Elaboración de conceptos abstractos** Se avanza en la elaboración de conceptos abstractos a partir explicitar la participación del conocimiento sobre Redes de Computadoras y formalizarlos en los términos de las Ciencias de la Computación, avanzando de esta forma en elaboraciones de carácter abstracto.

Se logró formalizar conceptos como Medios Físicos de Transmisión de Datos, Seguridad de la Transmisión, Encriptado, Topologías y Representación del Conocimiento.

**Etapa 4: Aplicación** Finalmente en momento plenario se analizó de manera conjunta diferentes situaciones de la vida cotidiana donde los estudiantes perciben que estos saberes se ponen en juego.

La actividad resultó muy amigable y los estudiantes lograron apropiarse los conocimientos disciplinares explorados durante la actividad, no fueron necesarios grandes tramos de exposición y con una mínima intervención del docente pudieron resolver los distintos obstáculos.

## 4. Conclusiones y Trabajo Futuro

Concluimos que el marco teórico presentado en este trabajo puede ser aplicado ampliamente en el desarrollo de Recursos Educativos Desenchufados destinados a enseñar Ciencias de la Computación en la Escuela Secundaria.

Los estudiantes que participaron de la experiencia Human Area Network, descrita en la sección 3.1, demostraron ganancias significativas en los aprendizajes construidos sobre el Área Redes de Computadoras.

Como trabajo futuro se propone evaluar el uso de HAN en conjunto con docentes en más aulas, con la finalidad de fortalecer los resultados obtenidos en la experiencia con una población mayor de alumnos.

También se propone someter a evaluación otros RED desarrollados para el aprendizaje de contenidos disciplinares de la ciencia de la computación, y así lograr consolidar el modelo de producción de REDs.

## Referencias

- [1] T. Bell and J. Vahrenhold. Cs unplugged—how is it used, and does it work? In *Adventures Between Lower Bounds and Higher Altitudes*, pages 497–521. Springer, 2018.
- [2] A. M. Colmenares E. Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 3(1):102–115, 2012.
- [3] C. P. de Educación de la Provincia de Neuquén. Diseño Curricular Jurisdiccional de los tres primeros años de la Escuela Secundaria Neuquina. Resolución N°1463/18, 2018.
- [4] B. DiSalvo, J. Yip, E. Bonsignore, and D. Carl. Participatory design for learning. In *Participatory design for learning*, pages 3–6. Routledge, 2017.
- [5] M. Guzdial and B. Naimipour. Task-specific programming languages for promoting computing integration: A precalculus example. In *Proceedings of the 19th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, pages 1–5, 2019.
- [6] K-12 Computer Science Framework Steering Committee. *The K–12 Computer Science Framework*. ACM, 2016.
- [7] A. Y. Kolb and D. A. Kolb. Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of management learning & education*, 4(2):193–212, 2005.
- [8] D. A. Kolb. Learning styles and disciplinary differences. *The modern American college*, 1:232–255, 1981.
- [9] J. Martí. La investigación-acción participativa: estructura y fases. 2017.
- [10] T. Nishida, S. Kanemune, Y. Idosaka, M. Namiki, T. Bell, and Y. Kuno. A cs unplugged design pattern. *ACM SIGCSE Bulletin*, 41(1):231–235, 2009.
- [11] F. Sadosky. *CC – 2016 Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas*. Fundación Sadosky, Argentina, 2013.
- [12] R. Society. After the reboot: Computing education in UK schools. *Policy Report*, 2017.
- [13] R. Taub, M. Armoni, and M. Ben-Ari. Cs unplugged and middle-school students’ views, attitudes, and intentions regarding cs. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 12(2):1–29, 2012.
- [14] M. Tissenbaum and A. Ottenbreit-Leftwich. A vision of k— 12 computer science education for 2030. *Communications of the ACM*, 63(5):42–44, 2020.