

**Formación del pensamiento computacional mediante ingeniería de requerimientos.  
Aportes desde una experiencia en educación superior**

**Formation of computational thinking through requirements engineering. Contributions  
from an experience in higher education**

Luciana Terreni<sup>1</sup>

**ARK CAICYT:** <http://id.caicyt.gov.ar/ark:/s24226459/wyvzevd1x>

**Resumen**

Esta contribución presenta algunos hallazgos significativos vinculados a la formación del pensamiento computacional en un dispositivo pedagógico implementado en la asignatura Práctica Profesionalizante II del segundo año de la Tecnicatura en Análisis y Desarrollo de Software del Instituto Sedes Sapientiae. Se han establecido como objetivos de este espacio curricular – entre otros - la construcción y fortalecimiento de capacidades propias de este tipo de pensamiento a través del aprendizaje basado en proyectos, en este caso, un proyecto de ingeniería de requerimientos para un nuevo módulo de una aplicación de un organismo público de la ciudad de Gualeguaychú. Los resultados de esta experiencia abarcan varias aristas. La primera refiere a las producciones propias del proceso de ingeniería de requerimientos en el caso de estudio (documento formal y especificaciones mediante técnicas propias del diseño de software); la segunda a la percepción de los estudiantes sobre la experiencia de la cual fueron parte protagonista y la tercera sobre las capacidades y técnicas que se evidencian como construcción tomando en cuenta el marco teórico referencial considerado para este trabajo.

**Palabras clave:** ingeniería de requerimientos; pensamiento computacional; ABP

**Abstract**

This contribution presents some significant findings related to the formation of computational thinking in a pedagogical device implemented in the Professional Practice II subject of the second year of the Software Analysis and Development Technician of the Sedes Sapientiae Institute. The objectives of this curricular space have been established - among others - the construction and strengthening of capacities of this type of thinking through project-based learning, in this case, a requirements engineering project for a new module of an application of a public body of the city of Gualeguaychú. The results of this experience cover several edges. The first refers to the own productions of the requirements engineering process in the case study (formal document and specifications through software design techniques); the second to the perception of the students on

the experience of which they were a protagonist and the third on the capacities and techniques that are evidenced as a construction taking into account the theoretical reference framework considered for this work.

**Keywords:** requirements engineering; computational thinking; PBL

*Recepción: 04 /07/2023*

*Evaluación 1: 07/08/2023*

*Evaluación 2: 02/08/2023*

*Aceptación: 3/09/2023*

## **Introducción**

La formación de estudiantes capaces de adentrarse en una sociedad tecnificada, caracterizada por la incursión masiva y transversal de las tecnologías de la información y comunicación, implica un desafío para los distintos niveles de la enseñanza, especialmente para el superior, que cada vez mas orienta su didáctica hacia la formación de habilidades y competencias, en línea con el aprender haciendo o el saber hacer.

La capacidad de resolver problemas se presenta como una habilidad requerida en entornos laborales competitivos atravesados por la tecnología y es en este contexto, que el pensamiento computacional emerge como el conjunto de estrategias vinculadas a desarrollar soluciones susceptibles de ser llevadas a cabo por algún dispositivo de procesamiento automatizado (Terreni, 2021). El pensamiento computacional es el proceso mental que posibilita que a un problema complejo se le formule una solución por medio de secuencias y algoritmos y particularmente en estos tiempos se vuelve una necesidad aplicarlo, desarrollarlo y fortalecerlo.

La Tecnicatura en Análisis y Desarrollo de Software del Instituto de Profesorado Sedes Sapientiae (IPSS) tiene espacios curriculares que implementan como metodología el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Uno de estos espacios es Práctica Profesionalizante II donde los estudiantes seleccionan un problema complejo y diseñan una solución sistémica que explicitan en un proyecto.

El proyecto presenta etapas consistentes con el ciclo de vida de desarrollo de sistemas y específicamente tiene dentro de sus objetivos determinar los requerimientos (servicios y restricciones) de un software que contribuya a la solución del problema abordado y modelar los mismos mediante casos de uso del Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

En el año 2021, el proyecto giro en torno a un problema presentado por la dirección de informática de la Municipalidad de Gualaguaychú, el mismo consistía en satisfacer la necesidad de concentrar información sobre oferta y demanda laboral en la ciudad. La experiencia fue diseñada considerando que permitiera a los estudiantes construir capacidades de pensamiento computacional aplicando

sus principios en el desarrollo de un documento de requerimientos funcionales y no funcionales para el módulo de registro de hojas de vida y búsquedas laborales.

Tomando como objeto de estudio esta experiencia se plantea como objetivo definir que capacidades del pensamiento computacional se construyen y fortalecen mediante este dispositivo didáctico, establecer que prácticas y técnicas se aplican en esta experiencia que permiten la concreción del proyecto y el desarrollo del pensamiento computacional y conocer la percepción que los estudiantes tuvieron de la experiencia.

### **Pensamiento computacional: capacidades, técnicas y principios**

El pensamiento computacional puede entenderse como un proceso cognitivo que implica un razonamiento lógico aplicado a la resolución de problemas cuyos elementos son la capacidad de pensar de forma algorítmica, la capacidad de pensar en términos de descomposición, la capacidad de pensar en generalizaciones, identificando y haciendo uso de patrones, la capacidad de pensar en términos abstractos y elección de buenas representaciones y la capacidad de pensar en términos de evaluación (CAS, 2015) . Estas capacidades se construyen y desarrollan mediante prácticas o técnicas de análisis, diseño, aplicación, reflexión y programación.

El concepto de pensamiento computacional fue el primer tema abordado por el espacio curricular considerando que es una de las competencias a desarrollar y un contenido transversal en el proceso de ingeniería de requerimientos. Uno de los aspectos más importantes de la temática que se trataron fueron los cuatro principios que se aplicaron en distintos momentos del proceso (Fundación Sadosky, 2013):

1. Descomposición de un problema en fases más pequeñas.
2. Reconocimiento de patrones repetitivos.
3. Abstracción de información irrelevante al problema propuesto.
4. Algoritmos escritos presentados para la resolución del problema.

### **La ingeniería de requerimientos como posibilitadora de la formación del pensamiento computacional**

El proceso para establecer los servicios que el sistema debería proveer y las restricciones bajo las cuales debería operar y ser desarrollado, se denomina Ingeniería de Requerimientos o de Requisitos. Es una actividad que implica el descubrimiento, refinamiento, modelización, especificación y validación de lo que se desea construir, donde intervienen las partes interesadas en el sistema.

Las particularidades y etapas del proceso permiten que se presente como una oportunidad para la formación y/o fortalecimiento del pensamiento computacional, al permitir visualizar los problemas como una serie de puzzles, a los que se puede “romper en trozos más pequeños y resolver poco a poco a través de la lógica y el razonamiento deductivo” tal como sostiene Tasneem Raja (2014).

### **El proceso de ingeniería de requerimientos**

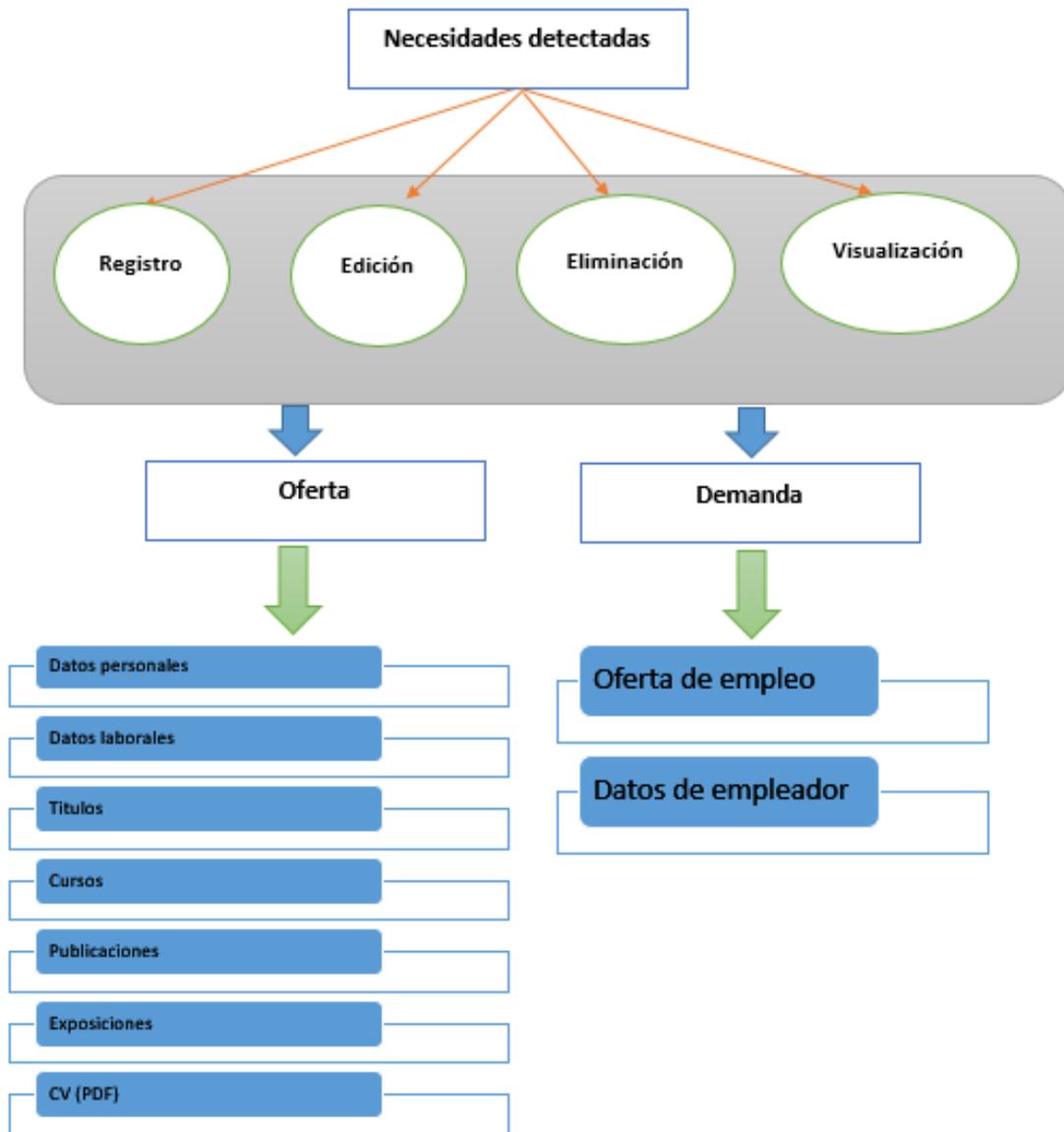
La definición consistente y compacta de los requerimientos conllevó un proceso de traducción de ideas vagas de necesidades de software aportadas por la Dirección de Informática hasta alcanzar un conjunto concreto de funciones y restricciones documentadas formalmente. La ingeniería de requerimientos para el módulo de oferta y demanda laboral incluyó las tres etapas.

#### **Etapas 1: Elicitación de requerimientos**

El propósito de la elicitación de requerimientos es ganar conocimientos relevantes del problema. En este caso, la problemática giró en torno a la creación de un módulo de oferta y demanda de trabajo de la aplicación Guale Activa.

Inicialmente se realizó un relevamiento de reconocimiento general del caso. Se implementó un enfoque etnográfico que incluyó como técnicas las entrevistas en profundidad y la observación. Estos relevamientos generaron un conocimiento en detalle las necesidades, permitiendo descomponerlas y clasificarlas para facilitar el abordaje de las mismas. Esta descomposición que surge a partir de la abstracción de información relevante al problema puede observarse en la Figura 1.

De esta manera se identificaron familias de requerimientos funcionales, es decir, aquellos que describen el comportamiento o función particular de un sistema o software cuando se cumplen ciertas condiciones, al reconocer patrones de repetición estructurales y comportamentales, los cuales constituyen principios del pensamiento computacional.



**Figura 1: Proceso de abstracción y descomposición a partir de relevamientos**

## **Etapa 2: Especificación de requerimientos**

Luego de conocido el dominio del problema, se inició la etapa de especificación de los requerimientos que define el comportamiento funcional deseado del artefacto de software o sistema sin mostrar cómo será alcanzada tal funcionalidad.

En el caso de esta experiencia, la especificación consistió en un documento de requerimientos según el estándar IEEE SDT 830 - 1998, a partir del cual se generaron diagramas de casos de uso en UML

que contaron con descripciones de escenarios y subescenarios en forma de pseudocódigo considerando las alternativas posibles.

Es en esta etapa donde el principio de generación de algoritmos del pensamiento computacional se aplicó en mayor medida.

### **Etapa 3: Validación de requisitos**

La validación es el proceso que certifica que los requerimientos son consistentes con las intenciones de los clientes y los usuarios. En el caso de este proyecto se realizaron validaciones permanentes durante las fases de elicitación y especificación y una validación final, tratando de asegurar que las ideas y los conceptos se traducen y explicitan con claridad.

Los documentos o entregables del proyecto, intermedios y finales, fueron puestos a disposición de la cátedra en el aula virtual del entorno institucional en fechas previamente establecidas. Cada documento de avance fue evaluado por el docente de la cátedra, quien proporcionó las correspondientes retroalimentaciones por medios diversos como audios, videos o informes escritos. Además, se gestaron instancias de retroalimentación con profesionales externos expertos en la materia y alumnos avanzados, quienes aportaron sugerencias y recomendaciones sobre los requerimientos.

Cabe destacar que para la validación final se implementó el recorrido o “walkthrough”, una técnica de revisión cuyo principal objetivo es encontrar conflictos entre los requerimientos revisados, de forma que puedan plantearse alternativas y los participantes aumenten su conocimiento sobre el problema analizado. En este caso, se recorrieron los requisitos aplicándose los parámetros que se detallan a continuación:

- **Validez:** validar de que el requisito es identificado por varios usuarios.
- **Consistencia:** validar que no existan contradicciones entre unos requisitos y otros.
- **Completitud:** validar que se expliciten todos los requisitos.
- **Realismo:** validar que los requisitos se puedan implementar con la tecnología actual.
- **Verificabilidad:** comprobar que cada requisito se cumple.

En la instancia de validación final participaron docentes involucrados en el proyecto, alumnos y miembros de la dirección de informática.

### **Metodología**

Con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados y tomándose como objeto de estudio esta experiencia, se optó por una metodología de enfoque exploratorio-cualitativo basado en el análisis inductivo de los datos empíricos y la generación de categorías de estudio.

En el desarrollo del trabajo de campo se analizó la información obtenida mediante entrevistas semiestructuradas y flexibles y la observación de documentos y materiales producidos en la especificación de requerimientos para el problema planteado. De allí, fueron surgiendo conceptos y hallazgos significativos producto del contraste permanente entre la información empírica y el marco teórico referencial definido.

## **Resultados**

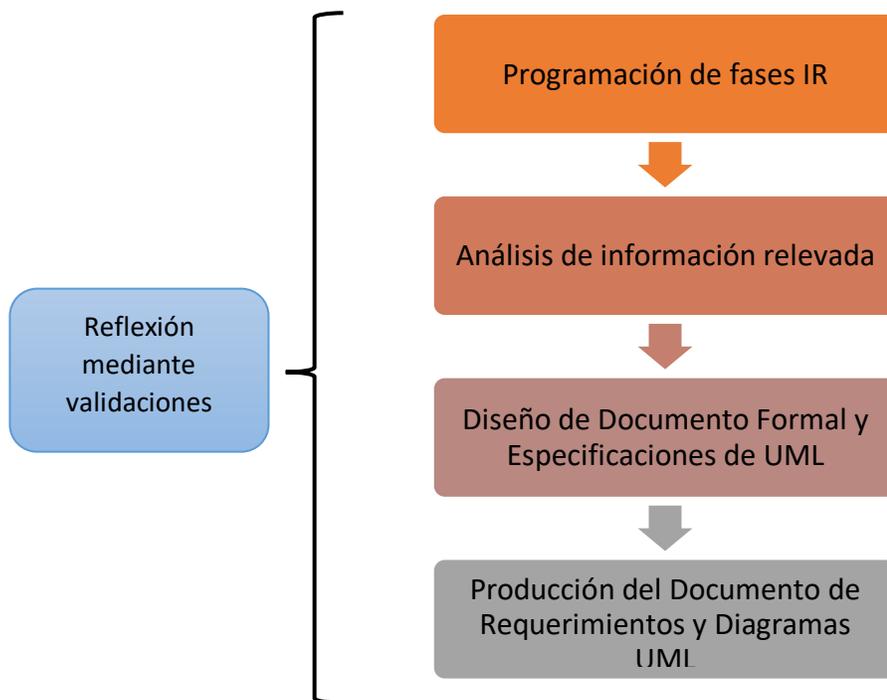
### **Sobre las producciones formales resultantes de la experiencia**

El proceso de ingeniería de requerimientos concluyó con la producción de dos entregables, un documento de requerimientos y un documento de especificaciones en UML desarrollados colaborativamente integrando tecnologías como procesadores de texto, planillas de cálculo y software de modelado de procesos. Cabe mencionar que los alumnos avanzados del espacio Ingeniería de SW del tercer año de la carrera produjeron un tutorial sobre esta última tecnología, más precisamente DRAW.IO para que los alumnos involucrados en la especificación pudieran realizar los correspondientes diagramas o modelos basados en los requerimientos.

### **Sobre la aplicación de técnicas del pensamiento computacional**

Durante el desarrollo de la propuesta se evidenció una secuencia de técnicas vinculadas a la formación del pensamiento computacional que permitieron la concreción del documento final de requerimientos.

La secuencia mencionada inicia con la programación de las fases o etapas de la ingeniería de requerimientos, continua con el análisis de la información recopilada en la fase de elicitación, el diseño por estratos o familias de requerimientos y la aplicación en un documento de lo diseñado. Todo esto atravesado por la reflexión permanente a la luz de las validaciones de cada versión del documento formal.



**Figura 2: Técnicas de formación del PC aplicadas al proyecto de IR**

### **Sobre la construcción de capacidades del pensamiento computacional**

Tomando como elementos de análisis las versiones o avances del proyecto entregadas en los diferentes momentos, la versión final de los entregables y la exposición de los resultados alcanzados en una instancia de socialización de proyectos, se ha observado que los estudiantes han aplicado distintos principios del pensamiento computacional, lo cual contribuye a formar y potenciar las capacidades a las que hacíamos mención anteriormente.

La capacidad de pensar de forma algorítmica se evidencia en las descripciones de escenarios de los casos de uso que surgen de cada requerimiento funcional, la capacidad de pensar en términos de descomposición y generalización identificando y haciendo uso de patrones se manifiesta a través de la subdivisión del conjunto de requisitos por criterios de familiaridad y coherencia interna, la capacidad de pensar en términos abstractos y elección de buenas representaciones se evidencia en los diagramas UML especificados y la capacidad de pensar en términos de evaluación se observa en las decisiones tomadas al momento de decidir sobre niveles de descripción y profundidad de las especificaciones.

### **Sobre la percepción de los estudiantes en torno a la experiencia**

Como mencionamos en la introducción, el pensamiento computacional es un proceso mental que se pone en juego a la hora de desarrollar actividades o proyectos como el de esta experiencia.

En distintos momentos se generaron espacios de reflexión sobre como el proyecto requería de la aplicación del pensamiento computacional y cómo este último se desarrollaba y fortalecía desde el abordaje de problemas complejos y de diversas disciplinas o campos.

La experiencia involucró a 16 estudiantes. Se observa una valoración positiva de la experiencia y particularmente de las capacidades del pensamiento computacional construidas y principios aplicados. Al respecto, algunas de las expresiones vertidas por los estudiantes han sido las siguientes:

- *Una de las cosas más importantes del proyecto fue que aprendimos a organizar las tareas para ir concretando de a poco el proyecto.*
- *De toda la información tomar lo importante fue necesario para escribir el documento y diagramar en UML.*
- *Lo bueno es que al empezar el año trabajamos el concepto y las características del pensamiento computacional, entonces a medida que fuimos haciendo el proyecto, nos dabamos cuenta de que principios pusimos en práctica.*
- *Escribiendo los requerimientos del modulo fuimos dividiendo, descomponiendo, encontrando lo común, tomando lo importante para solucionar el problema.*

## **Conclusiones**

Con esta investigación, se ha buscado indagar exploratoriamente las formas de construcción y fortalecimiento del pensamiento computacional en un proyecto de ingeniería de requerimientos de software aplicado a un caso de estudio seleccionado.

En los resultados se aprecian hallazgos significativos sobre prácticas y principios del pensamiento computacional puestos en juego a la hora de elicitar, especificar y validar requisitos. Pero es importante destacar que los mismos, describen un fenómeno particular, no pudiéndose generalizar los resultados.

Los estudiantes consideran que la experiencia les permitió construir conocimiento específico y hacerse “consientes” de como el pensamiento computacional contribuye a diseñar soluciones en su disciplina, lo cual surge de expresiones recurrentes registradas (Figura 3) que rondan en torno a 4 ideas que fueron expuestas por Zapata- Ros (2015) en distintos trabajos :

1. El pensamiento computacional se conceptualiza no se programa.
2. En el pensamiento computacional son fundamentales las habilidades no memorísticas o no mecánicas que permiten el desarrollo de ideas solución creativas
3. En el pensamiento computacional lo importante son las ideas, no los artefactos ni las tecnologías.



Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: una nueva alfabetización digital. RED, Revista de Educación a Distancia, 46(4).

---

<sup>1</sup> Ingeniera en sistemas de información (UTN). Magister en educación en entornos virtuales (UNPA). Especialista en educación y TIC (MEN). Diplomada y especialista en educación y nuevas tecnología (FLACSO). Especialista en políticas y programas socioeducativas (MEN). Profesora de enseñanza superior en sistemas de información (UCU). Docente de nivel medio y superior en áreas de informática educativa, análisis y diseño de software y práctica profesional. Instituto Sedes Sapientiae, Gualeguaychú, Entre Ríos. ORCID: 0000-0003-0081-0698 / [luciterreni@gmail.com](mailto:luciterreni@gmail.com)