

# **Enginyeria del Coneixement i Sistemes Distribuïts Intel·ligents (ECSDI)**

## **Documentación de la práctica**

*Javier Béjar*

*Curso 2021/2022 2Q*

Departament de Ciències de la Computació

Grau en Enginyeria Informàtica - UPC



Facultat d'Informàtica  
de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

# Índice general

<b>1. Organización, evaluación y entrega</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos de aprendizaje</b>	<b>3</b>
<b>3. El problema</b>	<b>4</b>
3.1. Elementos del problema . . . . .	4
3.2. La solución . . . . .	5
3.3. Tareas básicas . . . . .	6
3.4. Niveles de desarrollo . . . . .	6
3.5. Nota extra . . . . .	7
3.6. Cosas que penalizan . . . . .	7
<b>4. Guión de la práctica</b>	<b>8</b>
4.1. Primera Fase: 24 de febrero a 28 de marzo . . . . .	8
4.2. Segunda Fase: 28 de marzo a 9 de mayo . . . . .	8
4.3. Tercera Fase: 10 de mayo a 29 de mayo . . . . .	8
4.4. Cuarta Fase: 30 de mayo a 5 de junio . . . . .	9
<b>5. Documentación de la práctica</b>	<b>10</b>
<b>6. Competencia de razonamiento</b>	<b>11</b>

# Organización, evaluación y entrega

Esta es la documentación de la práctica de ECSDI, en este documento tenéis:

- Los objetivos de aprendizaje de la práctica correspondientes al temario de la asignatura.
- La descripción del problema que debéis resolver y los elementos que debéis implementar en la solución del problema.
- Lo que tenéis que incluir en el informe que deberéis entregar como resultado de la práctica.
- Una planificación de la práctica en fases, incluyendo objetivos y una temporalización.
- Rúbrica de evaluación de la práctica y de la competencia transversal.

La práctica se debe hacer **preferentemente en grupos de tres**. Si no tenéis grupo de prácticas hablad con vuestro profesor de laboratorio.

La práctica se debe desarrollar en **python 3** utilizando las herramientas y librerías que se explicarán en clase de laboratorio.

Planificad bien el desarrollo de la práctica y no lo dejéis todo para el último día, ya que no seréis capaces de acabarla y hacer un buen trabajo. En este documento tenéis indicaciones sobre el desarrollo de la práctica que os ayudará a planificar el trabajo.

En la evaluación de la práctica se valorará sobre todo la calidad del análisis, las explicaciones, comentarios y conclusiones. Leed el capítulo de la rúbrica de evaluación para una descripción detallada de los criterios de evaluación.

La práctica tendrá una primera entrega con el diseño del sistema utilizando la metodología explicada en teoría. Esta entrega será el **28 de marzo**, de esta entrega obtendréis unos comentarios/correcciones sobre vuestro diseño que tendréis que solucionar para continuar con la implementación. Habrá una segunda entrega el **9 de mayo** con el progreso del diseño detallado y la implementación.

La entrega del informe final y el código fuente de vuestro programa se hará el día **5 de junio** en formato electrónico según las instrucciones que aparecerán en el racó. También deberéis hacer una **reunión presencial** con vuestro profesor de laboratorio durante la semana del **8 al 10 de junio** para hablar de la práctica y hacer una demostración de vuestro sistema, recibiréis instrucciones en el racó sobre ello.

## Objetivos de aprendizaje

El objetivo de esta práctica es construir un sistema distribuido que resuelva una tarea compleja.

En esta práctica se ha de demostrar ser capaz de razonar sobre los elementos del problema, definir un diseño del sistema completo como un sistema distribuido y hacer una implementación siguiendo el diseño y utilizando diferentes técnicas y herramientas.

Los objetivos específicos que se tienen que cubrir con el desarrollo de la práctica son los siguientes:

- Razonar sobre el problema e identificar los elementos que intervienen en él.
- Especificar y diseñar la arquitectura que soporta la solución del problema distribuyendo los elementos identificados y asignándoles las tareas y objetivos adecuados.
- Aplicar en el objetivo anterior la metodología de diseño de sistemas distribuidos multiagente explicada en la asignatura.
- Justificar las decisiones tomadas en el diseño.
- Determinar la mejor manera de implementar los elementos especificados en el diseño como un sistema multi-agente, particularmente:
  - Decidiendo los roles y las tareas asignadas a cada agente.
  - Decidiendo las necesidades de representación del conocimiento e implementándolas en una o más ontologías.
  - Decidiendo y diseñando las necesidades de organización del sistema multiagente.
  - Decidiendo y diseñando las interacciones entre los agentes (mensajes y protocolos).
- Conocer y utilizar herramientas de desarrollo y diseño de ontologías.
- Conocer y utilizar herramientas y tecnologías de la web semántica y linked data.
- Diseñar un conjunto de juegos de pruebas que muestren las funcionalidades del sistema implementado.

## El problema

El objetivo de la práctica es construir una plataforma de servicios/agentes capaz de gestionar todos los procesos de una empresa global de comercio electrónico (como por ejemplo Amazon). El desarrollo de la plataforma incluirá otros agentes externos necesarios para gestionar todos los elementos que forman parte de una solución, como clientes, vendedores externos, servicios de transporte o servicios de pago.

### 3.1. Elementos del problema

El objetivo global del sistema es que un agente asistente virtual que hace compras por parte de un usuario obtenga un conjunto de productos que este quiere comprar.

Este agente asistente del usuario recibirá un conjunto de restricciones por parte del usuario que le permitirán hacer búsquedas de productos en la tienda electrónica. Asumiremos que el agente es capaz de razonar sobre las características de los productos recibidos (precio, calidad, valoraciones) y presentarle al usuario una lista de productos posibles a comprar. Con la respuesta del usuario realizará toda la gestión de la compra de manera automatizada.

Asumiremos que la empresa de comercio electrónico tiene un conjunto de productos de la más diversa índole. Desde los más habituales (Libros, CDs, DVDs), pasando por todo tipo de productos de electrónica, hasta productos de alimentación, limpieza, salud, ropa, hogar, bricolaje... (mirad todo lo que vende Amazon).

El elemento central de la práctica será la plataforma de agentes que gestionan la empresa de comercio electrónico. Debemos considerar que la gestión de una empresa de este tipo que trabaja a nivel global es bastante compleja. Por una parte, por la multitud de procesos que implica, y por otra, por la distribución geográfica de todos los participantes involucrados. Consideraremos los siguientes procesos relacionados con el agente asistente:

1. **Petición de productos.** Respuesta a peticiones de búsqueda de productos mínimamente complejas que den información relevante para que se puedan tomar decisiones.
2. **Compra de productos.** Esta implica el informar de la lista de productos que se quiere comprar, una dirección de entrega, la prioridad de entrega (en un día, de 3 a 5 días, cuando llegue) y el envío de una forma de pago (p. ej. tarjeta de crédito). La respuesta de la tienda incluirá una factura de compra, la fecha prevista de entrega del pedido y el transportista que realizará la entrega. No toda esta información tiene porque estar disponible en el momento de compra (ver más adelante). El cobro se efectuará cuando el producto sea enviado.
3. **Devolución de productos.** La tienda gestiona la petición de devolución de productos y, si es aceptada, retorna el dinero y envía la información necesaria para que el usuario reenvíe el paquete a través de la empresa de mensajería que elija la tienda. Las razones de devolución pueden incluir productos defectuosos, equivocados o que no satisfacen las expectativas del cliente, esta última debe ser dentro de los primeros quince días desde la recepción.
4. **Feedback del usuario.** Obtención de la opinión del usuario sobre un producto después de un tiempo desde que se recibió y que le permita a la tienda mejorar las recomendaciones y la información a otros compradores.
5. **Recomendación de productos.** Recomendación periódica proactiva de productos que involucra la comunicación de sugerencias de compra a partir del historial de búsquedas y compras.

Aparte de estos procesos, la plataforma de comercio electrónico hace transparente al usuario todos los procesos de gestión interna, desde la localización de los productos en los centros logísticos la tienda hasta el envío mediante un servicio de mensajería.

Este tipo de comercios tiene sus propios productos, pero también permiten que otros vendedores anuncien los suyos mediante un acuerdo (a veces en competencia con la propia tienda) haciendo las veces de proveedor de servicios para estos comerciantes.

Los agentes representantes de estos vendedores informan periódicamente a la tienda de las características de los productos que quieren vender. La gestión de la compra de estos productos puede estar más o menos integrada en la tienda, pudiendo encargarse esta del envío o dejarlo en manos del vendedor. El cobro del producto esta a cargo siempre de la tienda para dar mayor seguridad y confianza. Este es transferido más tarde al vendedor con la confirmación de envío si la tienda gestiona el envío o inmediatamente si lo gestiona el vendedor. Este pago se realiza mediante transferencia usando el proveedor de pago indicado por el vendedor.

Los pedidos se envían desde los centros logísticos de la tienda, que están distribuidos geográficamente. Habitualmente el elegido será el más cercano al usuario, pero hay productos que pueden enviarse desde otros centros logísticos donde esté disponible (el usuario ha de ser notificado de esta circunstancia). Esto implica que partes de un pedido pueden ser encargadas a diferentes centros logísticos y enviadas por diferentes transportistas.

El ser una tienda a nivel global permite una relación con las empresas de transporte diferente. En este caso esta no es pasiva (se busca un proveedor y se envía), sino que implica una negociación que puede ser compleja. Esta negociación es responsabilidad de los centros logísticos.

Como punto inicial supondremos que, los centros logísticos reciben las peticiones de compra con la ciudad de destino y la prioridad de entrega y las distribuyen en lotes. A ciertas horas cada día deciden qué lotes de paquetes hay que enviar y se contacta con un conjunto de empresas de transporte, proponiendo un envío de cierto número de paquetes (peso) a una ciudad de destino y con un plazo máximo de entrega. Estas responden con un conjunto de ofertas de precios de envío. El centro logístico elige uno de los transportistas para cada lote según un criterio (por ejemplo, el más barato). Cuando se toma una decisión los usuarios receptores de los paquetes son informados de la fecha definitiva de entrega y quién es el transportista.

## 3.2. La solución

El objetivo principal del sistema es que un usuario pueda delegar la compra de un conjunto de productos a su agente asistente virtual.

Este usuario deberá indicar algunas restricciones a su agente sobre lo que quiere comprar. Pensad que estas características dependerán de los productos específicos, pero podéis restringirlas a algunas comunes como marca, modelo, rango de precio y añadir otras no relativas a productos como el plazo mínimo/máximo de entrega, valoración, vendedor, etc.

Supondremos para simplificar que siempre el usuario siempre confirmará las elecciones que haya hecho el agente y que el medio de pago del usuario será una tarjeta de crédito. También supondremos que los productos que se piden siempre están disponibles.

El agente asistente debe poder presentar al usuario una factura de compra y la información de entrega del paquete cuando esta esté disponible (fecha de entrega y empresa de transporte). El usuario puede encargar a su agente el proceso de devolver los productos que estén defectuosos o no le satisfagan, pasándole la respuesta de la devolución (aceptada o no, y si es aceptada la empresa que gestiona la devolución).

El cumplir este objetivo implica el que también se realicen todos los procesos internos en la tienda, desde la búsqueda de información, a la recepción del pedido, las gestiones de los pedidos de los centros logísticos y su asignación a una empresa de transporte.

La plataforma también debe poder realizar el resto de procesos que necesita para su funcionamiento: venta de productos de otras tiendas, valoraciones de usuario, recomendación.

Tenéis libertad para tomar las decisiones necesarias en el caso de que haya diferentes aproximaciones a alguno de los procesos que se plantean, pero deberéis consultarlas primero antes de avanzar.

Los datos de los productos utilizados en la tienda se pueden generar al azar pero se debe intentar que sean suficientemente realistas.

### 3.3. Tareas básicas

La implementación de la práctica se desarrollará en varias fases que incluyen todos los pasos para implementar una solución al problema. Estos son los elementos a desarrollar en cada una para obtener una solución básica:

■ Primera Fase:

- Especificación y diseño del sistema identificando los servicios/agentes que la compondrán y sus necesidades de comunicación. Esto supone completar las dos primeras fases de la metodología Prometheus (especificación del sistema y diseño arquitectónico). Para este diseño se utilizará la herramienta de diseño que hay disponible (PDT). El diseño se hará **pensando en el sistema completo** tal como está descrito en el enunciado aunque algunos procesos no se implementen al final. Los agentes externos aparecerán en el diseño, pero no es necesario que se especifiquen completamente. La **entrega** de la documentación explicando este diseño será el **28 de marzo**. La documentación a entregar deberá seguir las fases y elementos de la metodología. Recibiréis comentarios sobre vuestro diseño y las mejoras/correcciones que debáis hacer en caso necesario.

■ Segunda Fase:

- Diseño de la ontología/ontologías que compartirán todos los agentes/servicios, incluyendo la información que es necesario representar en el estado de los servicios, las acciones/comunicaciones que se intercambian y el contenido de las acciones/comunicación entre los servicios.
- Diseño detallado e implementación de los servicios que permitan buscar productos en la tienda según unas restricciones.
- Diseño detallado e implementación de los servicios que permitan hacer pedidos de productos vendidos directamente en la tienda (desde la petición hasta el envío del paquete). Consideraremos que todos los productos se enviarán desde el centro logístico más cercano al usuario, por lo que solo un centro logístico buscará un servicio de transporte para el pedido. Excluiremos la parte del proceso de pago.
- Se hará una entrega de la documentación de esta parte el **9 de mayo** incluyendo una descripción de la ontología/ontologías diseñadas y el diseño detallado de lo desarrollado hasta ese momento.

■ Tercera Fase:

- Diseño detallado e implementación de los servicios que permitan a otros vendedores anunciar productos en la tienda y que se puedan comprar en un pedido, delegando el envío al comerciante si es así como se gestiona. No consideraremos la parte del proceso de pago.
- Diseño detallado e implementación de la gestión de devoluciones por parte del usuario. No consideraremos la parte del proceso de pago.
- No hay una entrega específica para esta fase, pero podéis ir consultando las decisiones que toméis.

■ Cuarta Fase:

- Encaje de todo el sistema y **generación de juegos de prueba**.

La entrega de la documentación final será el **5 de junio**.

### 3.4. Niveles de desarrollo

El **nivel básico** de desarrollo de la práctica asume únicamente la implementación de las tareas básicas. Alcanzar este nivel de desarrollo se puntuará con hasta un 7,5 de nota.

Se puede llegar a un **nivel avanzado** (nota máxima 10) incluyendo al menos tres de los siguientes elementos (**cuatro** para grupos de 4 personas):

- Los agentes de transporte no están prefijados. Existe un servicio de registro y descubrimiento que es utilizado por los centros logísticos para contactar con las empresas de transporte. Esto significa que existirá al menos un par de agentes/servicios de transporte diferentes con los que se puede contactar y que están en el servicio de registro. Estos ofrecen condiciones diferentes para las peticiones de transporte. Podéis basaros en el ejemplo de servicio de registro que tenéis en los ejemplos de código.
- Negociación compleja entre el centro logístico y agentes de transporte de manera que, al recibir las ofertas de envío, el centro logístico envía a los agentes de transporte una contra oferta con un precio ligeramente inferior a la oferta mínima. Los agentes de transporte pueden replicar aceptando la contra oferta, proponiendo otra inferior a su oferta inicial, pero mayor que la contra oferta o rechazándola. Si nadie acepta la oferta, se asigna el envío al transportista con la primera oferta más barata y si alguno acepta o propone una contra oferta, se asigna a la repuesta más barata (en caso de empate se decide al azar).
- Los pedidos pueden incluir productos que están en diferentes centros logísticos, se distribuye a cada uno de ellos los productos que les tocan y cada uno de ellos escoge un agente de transporte en su área geográfica. Aquí el usuario recibe múltiples informaciones sobre fecha de entrega y transportista.
- Implementación de agentes que realicen la gestión del pago de las compras de los clientes a la tienda, de la tienda a los clientes cuando se haga una devolución y de la tienda a los vendedores cuando se vende alguno de sus productos.
- Implementación de la petición de valoraciones a los usuarios después de un tiempo de que han recibido sus productos y la recomendación periódica proactiva de productos a partir del historial de compra y búsquedas.

### 3.5. Nota extra

Se puede obtener una nota superior a 10 haciendo las siguientes tareas (un punto extra por cada tarea)

- Ponerse de acuerdo con otro grupo en la ontología de los agentes de transporte y utilizar también un agente del otro grupo en la demostración de la práctica.
- En lugar de utilizar ficheros RDF para guardar la información de los servicios/agentes (a través de la librería `rdflib`) usar la triplestore Apache Jena/Fuseki (<http://jena.apache.org/>) para almacenar y acceder a la información de los agentes.
- Hacer alguna más extensiones de las que se proponen para el nivel avanzado

### 3.6. Cosas que penalizan

La práctica se puede implementar de muchas maneras, incluyendo soluciones no distribuidas (o apenas), comunicación directa mediante llamadas API o sin usar la ontología en las comunicaciones o internamente, por lo tanto las siguientes implementaciones penalizarán en la nota:

- No implementar agentes externos para los agentes de transporte, haciendo que los agentes logísticos hagan las labores de los transportistas
- Implementar los agentes como una simple API REST, sin usar los conceptos definidos en la ontología para las acciones que los agentes realizan o los conceptos que intercambian
- No aprovechar que se trabaja con un sistema distribuido y hacer soluciones secuenciales cuando se puede trabajar en paralelo
- El día de la demostración, no ejecutarla de manera realmente distribuida (todo en un único PC)



## Guión de la práctica

Esta es una planificación posible del trabajo de la práctica atendiendo a los diferentes hitos propuestos. Es importante que la documentación la vayáis teniendo al día con el desarrollo y que en caso de alguna duda sobre el diseño o implementación consultéis con vuestro profesor de laboratorio. Consultad la **rúbrica de evaluación** que aparece en el siguiente capítulo, sobre todo para saber como documentar y explicar lo que habéis hecho.

Intentad poner esmero en la documentación de lo que hacéis para poder mostrar mejor el esfuerzo que habéis realizado.

### 4.1. Primera Fase: 24 de febrero a 28 de marzo

En este periodo deberéis aprender la metodología Prometheus y aplicarla al problema descrito en el enunciado. La metodología se divide en tres fases diferentes que van detallando cada vez más el diseño del sistema. En este periodo tendréis que completar las dos primeras fases. Deberéis usar las sesiones de laboratorio para trabajar y obtener retroalimentación del profesor de laboratorio.

El resultado final será la especificación del sistema y su diseño arquitectónico, identificando los servicios/agentes que la compondrán, sus necesidades de comunicación y la información que tendrán. La herramienta de Prometheus (PDT) os ayudará a elaborar la documentación.

### 4.2. Segunda Fase: 28 de marzo a 9 de mayo

En este periodo os deberéis focalizar en continuar la metodología con el diseño detallado de una parte del sistema. Así, el objetivo será tener un prototipo funcional limitado a la búsqueda y a los pedidos simples. Deberéis seguir vuestro diseño e ir implementando las funcionalidades, necesidad de conocimiento, organización, comunicación y protocolos para poder llegar a ese objetivo.

Es importante que hagáis bien el reparto del trabajo para poder desarrollar cada elemento de manera separada. Acordad la ontología/ontologías necesarias lo antes posible para facilitaros la división del trabajo.

Deberéis también empezar a escribir la documentación de la práctica, podéis seguir documentando con PDT y podéis usar Protégè para la ontología.

La documentación de la ontología se puede generar también con la librería python `pylode` que permite entre otras cosas el generar una página html con toda la ontología siguiendo el formato del W3C. El grafo de la ontología se puede generar también usando el comando `owl2plot` de la librería `owl2else`.

### 4.3. Tercera Fase: 10 de mayo a 29 de mayo

En este periodo debéis ampliar el diseño detallado y el prototipo de la fase anterior. Deberéis ampliar la capacidad de gestión de pedidos incluyendo los vendedores externos y la gestión del envío y toda la gestión de la devolución de productos. Deberéis seguir vuestro diseño e ir implementando las funcionalidades, necesidad de conocimiento, organización, comunicación y protocolos.

Deberéis continuar con la documentación de esta parte, no lo vayáis dejando para el final.

#### 4.4. Cuarta Fase: 30 de mayo a 5 de junio

Deberéis pensar en escenarios de demostración de la práctica si aún no lo habéis hecho y probar que vuestra solución funciona correctamente en un entorno distribuido. **Documentar los escenarios** de demostración y finalizar la documentación de la práctica.

Leed la rubrica de evaluación que tenéis al final del documento y no os olvidéis de la competencia transversal.

## Documentación de la práctica

En la entrega de la práctica deberéis incluir un documento que explique lo qué habéis hecho. Deberéis **miraros la rúbrica de la práctica** y usarla como guía para escribir el documento. Fijaos bien en los tres últimos criterios que son los que se usaran para valorar la competencia de razonamiento.

El documento debería contener al menos:

- Diseño detallado del sistema usando la metodología Prometheus actualizado con los comentarios de la primera y segunda entrega. Esto incluye también la fase de diseño detallado.
- Descripción de la ontología/ontologías que habéis diseñado para vuestra práctica describiendo las decisiones que habéis tomado. Básicamente, tenéis que contar qué habéis representado, como habéis decidido lo que debíais representar, como lo habéis representado (clases, atributos relaciones) y donde habéis usado esa representación (qué agentes/protocolos la usan y cómo)
- Detalle sobre la implementación de los agentes a partir del diseño detallado, como habéis plasmado el diseño detallado en los agentes que habéis implementado, que agentes extra habéis incluido (si hay alguno que no estuviera en el diseño detallado) y por qué lo habéis incluido, que cambios habéis incluido sobre el diseño detallado inicial. Detalle sobre qué hacen los agentes y cómo lo hacen.
- Si habéis hecho el nivel avanzado de la práctica, qué elementos habéis incluido y cómo los habéis implementado. Estos elementos han de aparecer también en el diseño.
- Si habéis hecho alguna de las tareas que dan nota extra, explicad todo el proceso, por ejemplo, si os habéis puesto de acuerdo con otro grupo para compartir un agente, explicad como habéis decidido la parte de la ontología común.
- Definición de los juegos de prueba que muestran el funcionamiento de la práctica explicando cómo los habéis escogido y porqué (esto es de la competencia). Estos juegos de prueba los deberéis mostrar en la entrega de la práctica (y han de funcionar)
- Descripción detallada de la planificación del trabajo incluyendo la división de las tareas entre los miembros del grupo. La planificación ha de ser la realidad, no ciencia ficción.
- Evaluación crítica de los resultados obtenidos en la práctica y consideraciones sobre los límites de vuestra solución (competencia)

## Competencia de razonamiento

La competencia transversal de razonamiento tal y como se define en la guía docente consiste en:

G9 - Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi. Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

Mas concretamente, la asignatura tiene asignado el nivel 3 de la competencia que se define como:

G9.3 - Capacitat crítica, capacitat d'avaluació.

Para la evaluación de la competencia y la práctica seguiremos la rúbrica que aparece en la siguiente página. La evaluación de la nota de la práctica utilizará los primeros siete criterios.

La evaluación de la competencia se hará mediante los tres últimos. Asignando un valor de 1 a 3 a los niveles (no llegar al nivel mínimo valdrá 0 puntos), una puntuación inferior a 3 será una D, una puntuación de 3 o 4 será una C, una puntuación de 5 o 6 será una B y una puntuación entre 7 y 9 será una A.

Valoración		Bueno	Suficiente	Mínimo
Criterio	Definición del problema	Demuestra la habilidad de construir una descripción del problema que incluye todos los elementos relevantes con suficiente detalle.	Demuestra la habilidad de construir una descripción del problema que incluye la mayoría de los elementos relevantes con suficiente detalle.	Construye una descripción del problema que simplemente enumera la mayoría de los elementos relevantes.
	Proceso de Diseño	Todos los elementos de la metodología se han desarrollado y aplicado de manera adecuada	Los elementos críticos de la metodología se han desarrollado y aplicado, pero algunos elementos faltan o se han ignorado.	Algunos elementos críticos de la metodología faltan o han sido incorrectamente aplicados y desarrollados.
	Identificación de estrategias	Identifica múltiples aproximaciones relevantes para resolver el problema/problemas.	Identifica múltiples aproximaciones para resolver el problema/problemas solo algunas realmente relevantes.	Identifica solo una aproximación para resolver el problema/problemas.
	Resolución	No solo desarrolla un plan consistente y lógico para resolver el problema, sino que reconoce las consecuencias en la solución y puede argumentar razones por las que se ha elegido.	Habiendo seleccionado entre alternativas desarrolla un plan lógico y consistente para resolver el problema.	Habiendo seleccionado entre alternativas, no hay un plan consistente/lógico seguido en la resolución del problema.
Implementación de la solución	Implementación de la solución	Implementa la solución de manera que aborda de manera amplia los múltiples aspectos del problema.	Implementa la solución de manera que aborda de manera amplia la mayoría de los aspectos del problema.	Implementa la solución de manera que aborda de manera superficial la mayoría de los aspectos del problema.
	Explicaciones	Los elementos de la solución/problema son explicados claramente, descritos de una manera comprensible y toda la información relevante para la comprensión de las explicaciones está incluida.	Los elementos de la solución/problema son enunciados, pero su descripción deja algunos elementos no explicados, con alguna ambigüedad.	Los elementos de la solución/problema son simplemente enunciados, sin ninguna explicación.
Pruebas	Pruebas	Se escogen y justifican múltiples escenarios adecuados para demostrar todas las funcionalidades de la solución.	Se escogen y justifican escenarios suficientes para demostrar la mayoría de las funcionalidades de la solución.	Se escogen, sin justificar, escenarios suficientes para demostrar la mayoría de las funcionalidades de la solución.
	Evaluación de resultados	Evalúa los resultados de la solución del problema de manera extensa, específica y considerando el posible trabajo futuro.	Evalúa los resultados de la solución del problema, con algunas consideraciones sobre el posible trabajo futuro.	Evalúa los resultados de la solución del problema de manera superficial, sin considerar el posible trabajo futuro.
Limitaciones e implicaciones		Razona y discute en detalle las limitaciones de la solución obtenida y las implicaciones de esas limitaciones.	Describe las limitaciones de la solución obtenida.	Enumera las limitaciones de la solución obtenida.