

Los casos de uso: un método abductivo aplicado a la ingeniería de requisitos

Gonzalo Génova, Juan Llorens
Departamento de Informática, Universidad Carlos III de Madrid
{ggenova, llorens}@inf.uc3m.es - <http://www.inf.uc3m.es/>

Jaime Nubiola
Departamento de Filosofía, Universidad de Navarra
jnubiola@unav.es - <http://www.unav.es/gep/>

Resumen

La labor investigadora del ingeniero de requisitos se asemeja en sus procesos de razonamiento a la del científico experimental, salvo que, en lugar de interrogar a la naturaleza para conocer sus leyes, interroga al cliente que solicita una aplicación informática para conocer sus necesidades. Esta actividad requiere tanto trabajo metódico como una buena dosis de creatividad e ingenio. En este trabajo argumentamos que los casos de uso, popularizados en los últimos años como método para extraer los requisitos del usuario de una aplicación informática, emplean una forma de razonamiento que el gran pensador norteamericano Charles S. Peirce denominó “abducción”.

Palabras Clave: abducción, inferencia, caso de uso, requisito, especificación.

1 La ingeniería de requisitos

La ingeniería de requisitos es la rama de la ingeniería del software que se ocupa de la primera etapa en el proceso de desarrollo del software: la comprensión y formalización de las necesidades que debe satisfacer un sistema informático, proceso conocido también como extracción, adquisición o *elicitación* de requisitos. Dentro de la ingeniería de requisitos se pueden distinguir dos fases: *captura* de requisitos y *análisis* de requisitos. Especialmente en la primera de ellas es esencial una cuidadosa interacción con el cliente que solicita el sistema. El ingeniero de requisitos debe realizar una verdadera tarea de investigación, similar en muchos aspectos a la labor de un científico experimental que interroga a la naturaleza en busca de la comprensión más profunda de un fenómeno, pero interrogando al cliente en lugar de a la naturaleza, para llegar a adivinar los deseos y necesidades que habitualmente el cliente no es capaz de describir más que en forma confusa, incompleta y desordenada.

La creatividad del ingeniero tiene un papel fundamental en este proceso de comprensión de los requisitos del usuario: propiamente hablando, *los requisitos no se descubren, se inventan*; los requisitos no están ahí esperando que alguien los descubra, sino que son creados, construidos o inventados en un proceso interactivo entre el cliente y el ingeniero, del que surge un producto aún intangible (la especificación de requisitos), que al final del proceso de desarrollo de software se transformará en el

producto tangible (el sistema informático) que satisfaga las necesidades del cliente. Esta creatividad es análoga también a la que encontramos en la ciencia experimental: una teoría científica no se encuentra en estado puro en la naturaleza, esperando a ser encontrada, sino que es más bien producto de la mente del investigador. (Sobre el binomio descubrimiento-invencción ya se ha dicho y escrito mucho; no pretendemos aquí cerrar el debate afirmando que se trata de dos actividades completamente distintas; de hecho, no deja de ser curioso que en su origen latino, *invenire*, inventar, significa precisamente descubrir, encontrar.)

Para llegar a establecer estos requisitos del usuario se ha popularizado en los últimos años el método de los *casos de uso*, inventado inicialmente por Ivar Jacobson [9] e integrado posteriormente en el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) [13, 14]. Pero antes de examinar en qué consiste este método, vamos a presentar la teoría de los tres modos de inferencia del filósofo norteamericano C.S. Peirce. Como veremos, los casos de uso constituyen una aplicación del tipo de razonamiento que este pensador denomina *abducción*. Las reflexiones que siguen pueden aportar una comprensión más profunda sobre algunas de las actividades que se realizan dentro de la ingeniería de requisitos. ¿Para qué sirve saber que los casos de uso son razonamientos abductivos, de qué nos sirve saber cómo descubrimos los requisitos? Desde nuestro punto de vista, esto servirá, al menos, para no caer en el error de pensar que la elicitación de requisitos puede ser un método completamente formalizable o automatizable, error que podría llevar a malgastar grandes cantidades de recursos económicos en vanos intentos de automatizar un proceso que, por su propia naturaleza, está lejos de ser algorítmico, sino que tiene necesidad continua de la creatividad de la mente humana.

2 Los tres modos de inferencia

Charles S. Peirce (1839-1914) es para muchos uno de los mayores filósofos norteamericanos. Fue científico experimental, matemático, lógico, e historiador de la ciencia. Se le considera el fundador del *pragmatismo* (corriente filosófica difundida posteriormente con algunas variantes de fondo por filósofos como William James y John Dewey), y uno de los padres de la *semiótica* contemporánea (ciencia que estudia los signos y su interpretación), junto con Ferdinand de Saussure [12].

En la filosofía occidental ha sido habitual considerar que hay dos modos básicos de razonamiento: la *deducción* (inferencia desde las causas hacia los efectos, o desde lo universal hacia lo particular) y la *inducción* (que recorre el camino inverso). Una de las aportaciones más originales de Peirce fue desvelar que, además de estos dos modos de inferencia tradicionalmente reconocidos, hay un tercer modo, o mejor, un *primer modo*, al que llamó *abducción* (o, también, *retroducción*, “razonamiento hacia atrás”). La abducción es el proceso de razonamiento mediante el cual se engendran las nuevas ideas, las hipótesis explicativas y las teorías, tanto en el ámbito científico como en la vida ordinaria [4]. El Diccionario de la Lengua Española [20] admite tres acepciones para este término: en Lógica es el tipo de silogismo que estudiamos aquí; en Anatomía es el movimiento ejecutado por los músculos abductores para separar un miembro del plano medio del cuerpo; y en Derecho significa raptó o secuestro (según la última edición, supuestamente llevado a cabo por criaturas extraterrestres). En su origen

latino (*abductio*) y griego (*apagoge*), entronca con palabras como ex-traer, sacar-de, que viene a ser también el significado del anglicismo *elicitación*.

El razonamiento deductivo infiere la conclusión de modo necesario, porque no hace sino explicitar lo que ya está en las premisas. En cambio, tanto el razonamiento inductivo como el abductivo añaden nuevas ideas, conclusiones no contenidas en las premisas de modo necesario, sino tan sólo probable. Para Peirce la lógica es el estudio del razonamiento, que no se puede reducir a mera lógica formal, ya que es indudable que los humanos razonamos de diversos modos, algunos necesarios y otros tan sólo probables. En consecuencia, a pesar de su falta de necesidad lógica, Peirce insiste en que inducción y abducción son verdaderos modos de razonamiento humano.

La teoría del razonamiento en Peirce está inspirada en el análisis del silogismo aristotélico, que consta de premisa mayor (M), premisa menor (m) y una conclusión (C) que se deduce de modo necesario a partir de ellas. Veámoslo con el famoso ejemplo de las judías [15]. Imaginemos que entramos en una habitación en la que hay varios sacos con judías. Nos acercamos a un saco sabiendo que contiene solamente judías blancas. Extraemos un puñado y, antes de mirarlo, podemos afirmar con toda seguridad que todas las judías del puñado serán blancas. Esto ha sido una deducción necesaria.

Supongamos ahora que, sin saber cómo son las judías que hay en el saco, extraemos un puñado y observamos que todas son blancas. Espontáneamente inferimos que todas las judías del saco serán blancas, aunque la inferencia no tiene carácter necesario (efectivamente, podría ser que sólo fueran blancas las judías de la parte superior, de entre las que hemos extraído el puñado). Este razonamiento es una inducción, que consiste en inferir la premisa mayor del silogismo deductivo a partir de la conclusión y la premisa menor, yendo *de lo particular a lo universal* (estas judías → todas las judías).

Deducción (Mm→C)	Inducción (mC→M)	Abducción (MC→m)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todas las judías de este saco son blancas. ▪ Estas judías estaban en este saco. <p>→ Estas judías son blancas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estas judías estaban en este saco. ▪ Estas judías son blancas. <p>→ Todas las judías de este saco son blancas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Todas las judías de este saco son blancas. ▪ Estas judías son blancas. <p>→ Estas judías estaban en este saco.</p>

Figura 1.- Los tres modos de inferencia en la teoría de C.S. Peirce

Supongamos una nueva situación en la que, entrando en la habitación, encontramos varios sacos con judías y un puñado de ellas, todas blancas, sobre la mesa. Después de examinar los sacos encontramos que uno de ellos contiene solamente judías blancas, mientras que los demás contienen judías blancas y verdes mezcladas en distintas proporciones. Entonces inferimos, de nuevo espontáneamente, que el puñado de judías proviene de este saco. Esto ha sido una abducción, o hipótesis, que es el modo razonamiento por el que se infiere la premisa menor a partir de la conclusión y la

premisa mayor, yendo *del efecto a la causa* (son blancas → estaban en este saco). En la Figura 1 podemos observar la comparación entre los tres modos de razonamiento.

3 Inducción y abducción son realmente distintas

La inducción y la abducción (o hipótesis) se parecen en su carácter *ampliativo*, en cuanto que ambas extienden el conocimiento más allá de lo meramente observado. En eso se distinguen de la deducción, que tiene carácter meramente *explicativo*. No obstante, inducción e hipótesis son dos modos de razonamiento ampliativo realmente distintos. Éste es uno de los temas más novedosos de la filosofía de Peirce frente a la concepción tradicional, que englobaba la formación de hipótesis dentro de los procesos inductivos. Así expresa Peirce las diferencias: “Mediante la inducción, concluimos que hechos similares a los hechos observados son verdaderos en casos no examinados. Mediante la hipótesis, concluimos la existencia de un hecho muy diferente de todo lo observado, del cual, según las leyes conocidas, resultaría necesariamente algo observado. El primero es un razonamiento de los particulares a la ley general; el segundo, del efecto a la causa” [15]. En efecto, mediante la inducción concluimos que “todas las judías de este saco son blancas”, lo cual es una *generalización* a otros casos similares, pero no observados, del hecho observado de que “estas judías son blancas”. En cambio, la conclusión obtenida mediante abducción, “estas judías estaban en este saco”, no es en absoluto similar al hecho observado “estas judías son blancas”, sino que más bien es la *causa* inobservada que explicaría el efecto observado.

La teoría de la abducción de Peirce sufrió un cambio gradual a lo largo de su vida [3, 4]. En un primer momento, Peirce consideró que el razonamiento abductivo o hipotético se engloba dentro de la inducción, como dos formas paralelas de invertir un silogismo necesario para producir un silogismo meramente probable [15]. Posteriormente acentuó las diferencias entre ambos tipos de razonamiento, e integró los tres modos de inferencia en un método científico que se desarrolla en tres pasos sucesivos [17]: la *abducción* inventa o propone una hipótesis explicativa de los hechos observados; a partir de la hipótesis la *deducción* predice las consecuencias experimentables que se deberían observar; la *inducción* consiste en el proceso de verificar la hipótesis por medio de la experimentación, es decir, la observación de casos particulares que se ajustan a la ley general hipotética y así la confirman.

Es decir, según Peirce todas las formas de inducción “son meros procesos de comprobación de hipótesis ya disponibles. La inducción no añade nada” [17]. Cualquier idea nueva, se refiera a una entidad no observable o a una generalización, es una hipótesis a la que se llega mediante la abducción: las “leyes” o “generalizaciones” son también hipótesis explicativas. El papel de generar nuevas ideas, por vía de hipótesis o conjetura, corresponde exclusivamente a la abducción.

En la lógica tradicional, que, como ya hemos dicho, sólo distingue entre deducción e inducción, se define esta última como una argumentación en la cual, de datos singulares suficientemente enumerados, se infiere una verdad universal [10]. Por ejemplo, a partir de la observación de que *algunos* perros ladran, infiero que *todos* los perros ladran: el ladrido es una característica natural del perro. Ahora bien, donde esta

teoría falla es en la idea de *enumeración*: ¿qué es lo que se enumera?, ¿por qué esta enumeración y no otra?, ¿por qué identifico determinados sonidos como ladrido, y otros no? Para enumerar algo es preciso conocer ya de alguna manera qué es aquello que se quiere enumerar [4]. Y esto es precisamente lo que hace la abducción, proporcionar por vía de hipótesis o conjetura la pista que debe seguir el científico para identificar los datos singulares y enumerarlos, y partir de ahí confirmar, por vía de inducción, la generalización hipotética que ha posibilitado la enumeración.

¿Cómo se inventa una hipótesis? La mayoría de los filósofos de la ciencia contemporáneos, en los que predomina el método hipotético-deductivo, ignoran por completo el problema lógico del origen de las hipótesis o teorías científicas [7]. Para ellos el método científico comienza en el punto en que ya se dispone de una teoría o hipótesis, que será confirmada o refutada según el resultado de los experimentos, pero el origen mismo de las nuevas ideas es una cuestión extra-lógica, inexplicable [19]. Para Peirce, por el contrario, la génesis de hipótesis explicativas no es un problema extraño a la lógica [6, 18]. El razonamiento abductivo proporciona una hipótesis que es *verosímil*, que da cuenta de los hechos que es necesario explicar [17], y por tanto es una operación lógica de la mente, no una mera conjetura a ciegas. Al mismo tiempo, es un razonamiento *fallible*, incluso extremadamente fallible, pues no está basado en un conocimiento directo, “intuitivo”, de las leyes de la naturaleza subyacentes [16]. Esto hace que la abducción no pueda considerarse propiamente un método que pudiera ser aplicado de modo mecánico, ni menos aún automatizable mediante técnicas de inteligencia artificial. El método científico siempre requiere cierta dosis de creatividad que debe ser aportada por la mente humana [4].

4 Los casos de uso

Ivar Jacobson dio origen a la idea de los casos de uso al observar que, a pesar de enorme número potencial de ejecuciones, la mayoría de las aplicaciones son *concebidas* en términos de un número relativamente pequeño de interacciones o usos típicos [1, 9]. En consecuencia, los casos de uso han demostrado ser muy útiles para extraer o elicitare los requisitos del usuario (es decir, las propiedades o reglas de comportamiento que debe cumplir el sistema): el usuario explica de manera sencilla lo que espera del sistema, por medio de la descripción de una interacción con el mismo, incluyendo la información suministrada y la respuesta esperada del sistema. Habitualmente, en esta descripción se revela *cómo piensa el usuario acerca del sistema*, y cuáles son los conceptos fundamentales del dominio. La descripción de interacciones cuasi-lineales, o usos típicos, ayuda a entender los requisitos funcionales del sistema, aunque el sistema final, con toda seguridad, no funcionará de forma cuasi-lineal.

El siguiente paso para el ingeniero software es formalizar esta sencilla *descripción* de una interacción en una verdadera *especificación* de requisitos que defina propiamente el comportamiento esperado del sistema, pasando de la *captura* de requisitos a su *análisis* en profundidad; en este paso los *requisitos del usuario* se transforman en *requisitos del software* [1]. Si un caso de uso se define como la especificación de un conjunto de interacciones, entonces nos enfrentamos a las siguientes preguntas: ¿Qué interacciones

pertenecen al caso de uso? ¿Qué tienen todas estas interacciones en común, un patrón de ejecución, o un objetivo que debe ser cumplido?

La forma menos abstracta de especificar un caso de uso es mediante la descripción de un conjunto pequeño de *interacciones típicas*, habitualmente en forma textual, tales como escenario principal y escenarios alternativos o excepcionales [2]. Una forma más abstracta de especificar el caso de uso es por medio de una descripción completa de *todas las interacciones permitidas*. Esto requiere una forma textual mucho más elaborada, que en muchos casos se asemeja demasiado al uso de pseudo-código de bajo nivel, con todos los problemas asociados, ya bien conocidos (por ejemplo, que la secuencia de acciones se hace muy difícil de seguir); una mejora a este enfoque es el uso de una forma gráfica, tal como el diagrama de estados o el diagrama de actividad de UML. En todo caso, si detenemos la especificación del caso de uso en este estadio, entonces las interacciones que podemos decir que pertenecen a él son aquellas que se conforman al patrón de interacción especificado textual o gráficamente.

Pero el ingeniero software no puede detenerse en este punto. Además de especificar el *patrón de interacción*, el punto crucial para obtener una verdadera comprensión del sistema es la identificación del *objetivo de la interacción*, de modo que cualquier interacción que cumpla el objetivo pertenecerá al caso de uso, sin importar cuáles sean los pasos seguidos en ella. Un paso intermedio que puede ayudar a definir el objetivo de la interacción es la especificación del comportamiento esperado a través de un *contrato* (esto es, mediante pre- y post- condiciones que definen el estado del sistema antes y después de que la interacción tenga lugar). No obstante, las pre- y post- condiciones no se encuentran todavía al mismo nivel de abstracción que el objetivo; es necesario dar un paso más para alcanzar el nivel de abstracción adecuado para la especificación de requisitos. La funcionalidad esperada no queda completamente especificada sin identificar su objetivo, ya que es el objetivo lo que da sentido a que unas acciones vayan antes o después que otras, lo que hace coherente el comportamiento del sistema [11]. Más aún, la especificación de un patrón de interacción corre el riesgo de comprometerse con cuestiones de diseño, al centrarse en el patrón más que en el objetivo de la interacción. En otras palabras, lo que el usuario realmente requiere del sistema (el verdadero requisito que hay que extraer) no es la interacción, sino el resultado observable, u objetivo. La funcionalidad del sistema, en un nivel abstracto, es dada por la relación entrada/salida, no por la interacción realizada. La descripción de una interacción típica es sólo un método muy útil que el usuario tiene para expresar de modo sencillo lo que espera del sistema, a partir de la cual el ingeniero de requisitos debe extraer los verdaderos requisitos. La interacción es relevante sólo para *ilustrar*, para entender y extraer los requisitos, pero no para *especificarlos*. Es necesario distinguir entre *entender* un requisito y *especificarlo*: un pequeño conjunto de historias típicas no es suficiente para especificar la función requerida del sistema [5]. El *bogar, dulce bogar* del ingeniero de requisitos puede ser alcanzado caminando por la senda de las interacciones, pero detenerse a mitad de camino dejaría la tarea sin terminar.

En último término, por tanto, los casos de uso apuntan a la identificación de objetivos de usuario (*user goals*). Esto se refleja en cómo ha evolucionado la definición de caso de

uso en UML, desde la noción de “uso típico” hacia la noción de “uso especificado”. En UML 1, un caso de uso se define como la especificación de una “secuencia de acciones, incluyendo variantes, que la entidad puede realizar, interaccionando con los actores de la entidad” [13] (p. 2-132). Esta definición es acompañada, algunas páginas más abajo, por la siguiente “nota”, que no pertenece estrictamente a la definición: “Una regla pragmática al definir casos de uso es que todo caso de uso debe producir algún tipo de resultado observable con valor para (al menos) uno de sus actores. Esto asegura que los casos de uso son especificaciones completas y no meros fragmentos” [13] (p. 2-140). En UML 2 esta recomendación ha sido integrada en una definición mucho más refinada y rigurosa: “Un caso de uso es la especificación de un conjunto de acciones realizadas por un sistema, que produce un resultado observable que típicamente es valioso para uno o más actores u otros interesados en el sistema” [14] (p. 519).

5 Los casos de uso: un método abductivo

Con los casos de uso, por tanto, el ingeniero software emplea un método que con toda propiedad puede llamarse abductivo. A partir de la enumeración de unas pocas interacciones típicas debe en primer lugar encontrar el *patrón* al que se ajustan todas ellas: formula una hipótesis sobre el comportamiento del sistema, que engloba todas las interacciones potenciales, no sólo las típicas. En segundo lugar, debe identificar el *objetivo* de este comportamiento, a modo de causa que explica el efecto deseado, que lo hace comprensible. Veámoslo con un ejemplo concreto, una aplicación descrita vagamente como “agencia de viajes por internet” (recordemos que nos encontramos precisamente en la etapa de definición exacta de los requisitos del usuario, por tanto la finalidad de la aplicación no está aún bien establecida). Supongamos el siguiente diálogo ficticio en el que el ingeniero software (I) entrevista al cliente (C) y le pide que describa una interacción típica entre el usuario y el sistema que se desea desarrollar:

- I. Explícame cómo quieres que funcione la aplicación.
- C. Bueno, lo primero es acceder a la página web de la agencia, ¿no?, entonces se seleccionan las ciudades de origen y destino, el número de pasajeros, y las fechas de ida y vuelta. El sistema muestra el precio de los billetes, y si el usuario está conforme introduce los datos de su tarjeta de crédito para hacer efectivo el pago. Y hay que dar los nombres de los pasajeros, claro.
- I. ¿Eso es todo?
- C. Ah, sí, por supuesto, si hay varios vuelos en el mismo día, el usuario debe seleccionar uno de ellos. También hay que tener en cuenta que algunos usuarios están dispuestos a variar sus fechas de viaje, con tal de obtener tarifas más baratas.
- I. Así que habrá que facilitar la búsqueda de vuelos en fechas parecidas y que sean más baratos, ¿no? Por ejemplo, variando un día adelante o atrás tanto la fecha de ida como la de vuelta.
- C. Exactamente, lo has cogido muy bien.

A partir de esta sencilla descripción, un tanto desordenada, de un uso típico del sistema, y otras semejantes, el ingeniero software debe determinar todos los estados por los que puede pasar el sistema (su patrón de comportamiento, Figura 2), y lo que es más importante, debe formular de modo preciso el objetivo perseguido (“comprar billetes de avión por internet facilitando la búsqueda de tarifas baratas”), que como tal no estaba contenido en la vaga descripción inicial (“agencia de viajes por internet”).

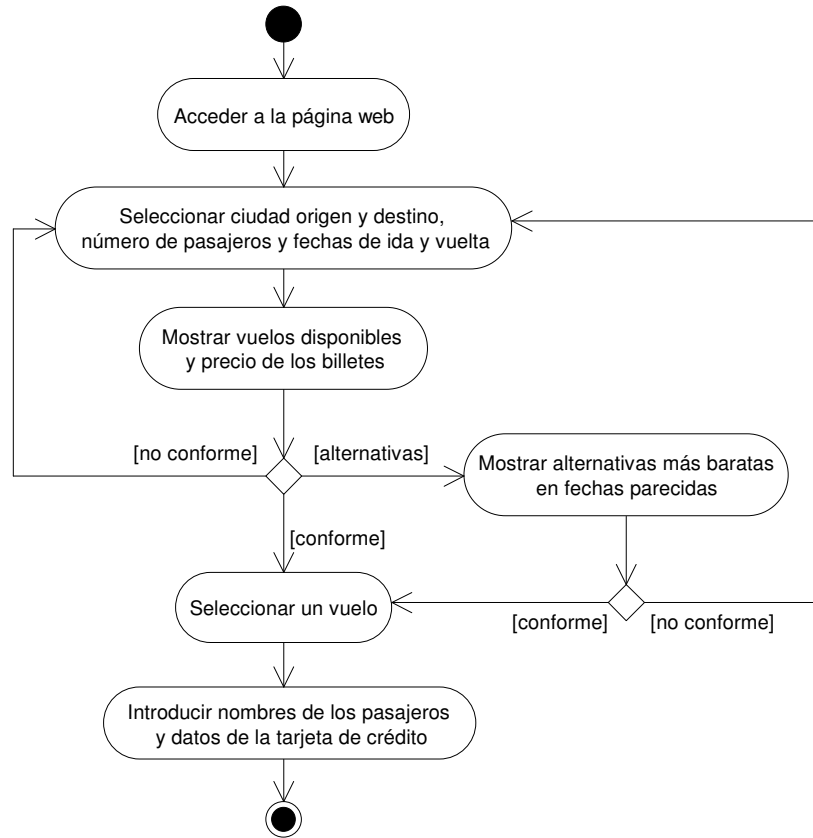


Figura 2.- Patrón de comportamiento del caso de uso del ejemplo, representado mediante un “diagrama de actividad” en UML. El objetivo del caso de uso es “comprar billetes de avión por internet facilitando la búsqueda de tarifas baratas”

En ambos casos se trata de razonamientos hipotéticos, o abductivos en el sentido peirceano, cuya validez debe ser posteriormente comprobada, ya que hay infinitos patrones de comportamiento que pueden corresponder a los usos típicos enumerados, e infinitos objetivos que pueden justificar el comportamiento definido. Es tarea del ingeniero de requisitos encontrar un patrón y un objetivo hipotéticos que estén expresados de la forma más sencilla posible, y debe además contrastar sus hipótesis con el cliente, de modo análogo a como el científico experimental formula teorías y las

contrasta en la naturaleza. El método de los casos de uso, por tanto, es abductivo, en el sentido de que utiliza el tipo de razonamiento que Peirce denominó abducción.

Bibliografía

- [1] E. Braude. *Software Engineering. An Object-Oriented Perspective*. John Wiley & Sons, 2001.
- [2] A. Cockburn. *Writing Effective Use Cases*. Addison-Wesley, Boston, 2000.
- [3] K.T. Fann. *Peirce's Theory of Abduction*. Martinus Nijhoff, La Haya, 1970.
- [4] G. Génova. *Charles S. Peirce: La lógica del descubrimiento*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Navarra, Pamplona, 1997 (<http://www.unav.es/gep/Genova/Genova.pdf>).
- [5] G. Génova, J. Llorens. "The Emperor's New Use Case", *Workshop on Open Issues in Industrial Use Case Modeling*, October 10, 2004. Held in conjunction with *The 7th International Conference on the Unified Modeling Language-UML'2004*, October 11-15, 2004, Lisbon, Portugal. To be published in *Journal of Object Technology*, August 2005.
- [6] N.R. Hanson. "The Logic of Discovery", *Journal of Philosophy*, 55, 1958, pp. 1073-1089.
- [7] N.R. Hanson. "Is There a Logic of Scientific Discovery", en H. Feigl y G. Maxwell (eds.), *Current Issues in the Philosophy of Science*, Holt, Rinehart and Winston, Nueva York, 1961, pp. 21-42.
- [8] C. Hartshorne, P. Weiss y A.W. Burks (eds.), *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce*, vols. 1-8. Harvard University Press, Cambridge (Massachusetts), 1931-1958.
- [9] I. Jacobson. *Object-Oriented Software Engineering: a Use Case Driven Approach*. Addison-Wesley, Wokingham, 1992.
- [10] J. Maritain. *El orden de los conceptos*. Club de Lectores, Buenos Aires, 1975.
- [11] P. Metz. "Against Use Case Interleaving", *The Fourth International Conference on the Unified Modeling Language-UML'2001*, October 1-5, 2001, Toronto, Ontario, Canada. *Lecture Notes in Computer Science 2185*, Springer 2001, pp. 472-486.
- [12] J. Nubiola. "La abducción o lógica de la sorpresa", *Razón y Palabra*, 21, 2001 (http://www.razonypalabra.org.mx/anteriores/n21/21_jnubiola.html).
- [13] Object Management Group. *Unified Modeling Language Specification*, Version 1.5, March 2003 (<http://www.omg.org/>).
- [14] Object Management Group. *Unified Modeling Language Superstructure Specification*, Draft Version 2.0, August 2003, ptc/03-08-02 (<http://www.omg.org/>).
- [15] C.S. Peirce. "Deduction, Induction, Hypothesis" (1877), en [8] 2.619-644.

- [16] C.S. Peirce. "Lessons from the History of Science" (1896), en [8] 1.43-125.
- [17] C.S. Peirce. "On the Logic of Drawing History from Ancient Documents Especially from Testimonies" (1901), en [8] 7.164-255.
- [18] C.S. Peirce. "On Three Types of Reasoning" (1903), en [8] 5.151-179.
- [19] K. Popper. *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid, 1977.
- [20] Real Academia Española. *Diccionario de la Lengua Española*, 22^a ed. Madrid, 2001 (<http://buscon.rae.es/diccionario>).