

Kowalski, R. (2011) La lógica computacional y el pensamiento humano: cómo ser artificialmente inteligente



Lógica y objetos.

¿Cual es la diferencia entre la zorra y el cuervo, por un lado, y el queso por el otro?. Desde luego, la zorra y el cuervo tienen “anima” y el queso es inanimado. Las cosas animadas incluyen a los agentes, quienes observan cambios en el mundo y realizan los suyos propios en el mismo mundo. Las cosas inanimadas son completamente pasivas.

Pero si Ud es un Conductista a ultranza, Ud creará otra cosa. Quizás Ud cree que la zorra, el cuervo y el queso son simplemente objetos, que pueden distinguirse unos de los otros por sus diversas conductas de entradas y salidas.

Si la zorra ve al cuervo y el cuervo tiene comida en su boca
entonces la zorra alaba al cuervo.

Si el cuervo es alabado por la zorra
entonces el cuervo canta.

Si el queso está en el pico del cuervo y el

cuervo canta
entonces el queso cae al suelo.

Si el queso está junto a la zorra
entonces la zorra toma el queso.

Ese Conductismo Extremo fue la moda en Psicología a mediados del siglo XX. Pues bien, en Computación, ha sido moda también, en los últimos 25 años, con la forma de la Orientación a los Objetos, OO.

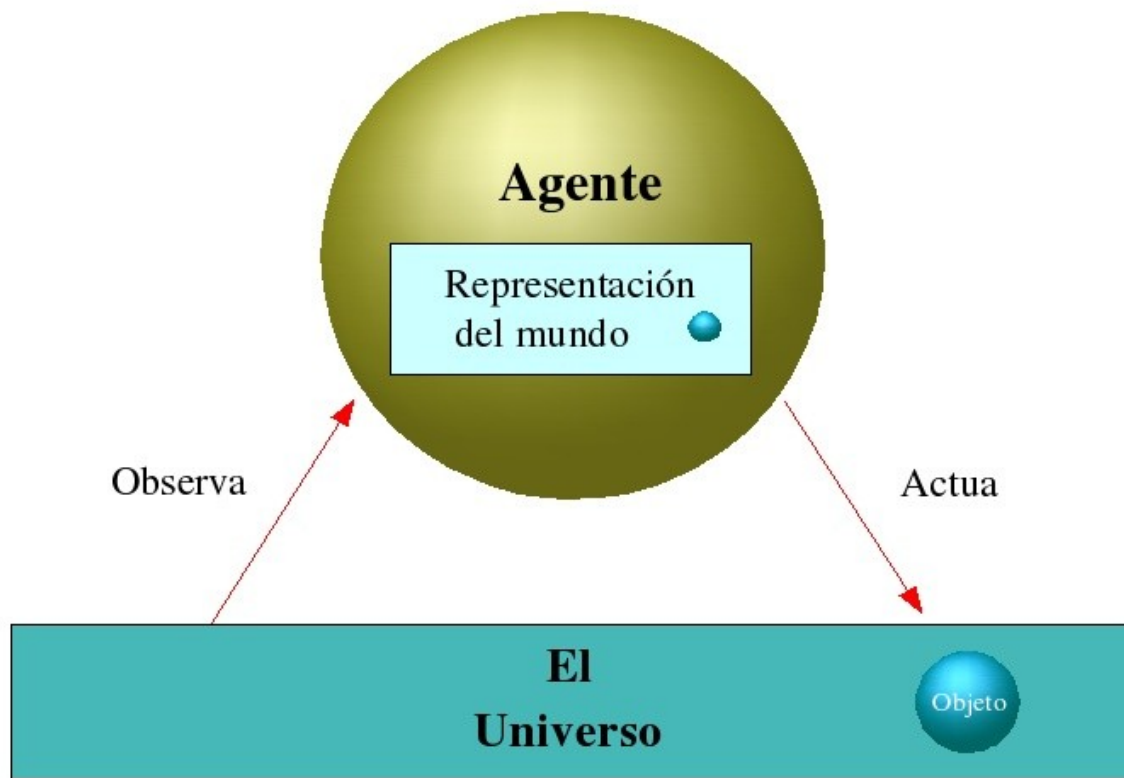
Es fácil burlarse de los conductistas fundamentalistas del pasado. Pero no es tan fácil confrontar a los Computistas e Ingenieros de Sistemas actuales que defienden la llamada Orientación a los Objetos. La orientación a los objetos domina en cada aspecto de la computación moderna: desde el modelado de sistemas, pasando por la especificación de requerimientos y hasta el diseño e implementación de software y hardware.

Por un tiempo, durante los 1980s, parecía como si la Lógica Computacional podría ocupar el papel central que ocupa la orientación a los objetos en la computación moderna. Desafortunadamente, para la lógica, la orientación a los objetos ganó la carrera.

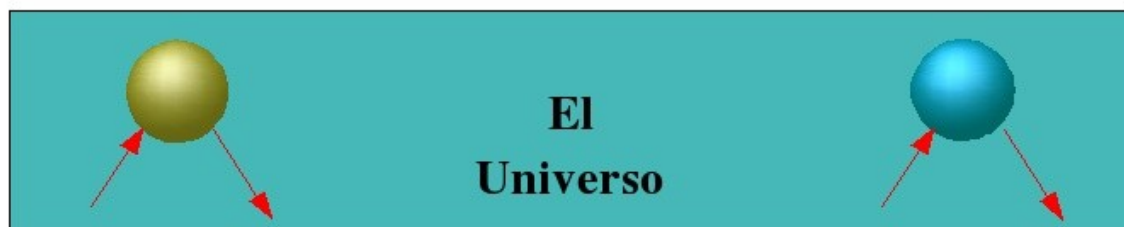
Si llegamos a entender que es lo que hace la OO tan atractiva en la computación de hoy, entonces podríamos aplicar las lecciones que aprendamos para mejorar la lógica computacional, no sólo para efectos en Computación, sino también quizás para efectos en el razonamiento humano.

Los objetos como individuos del cambiante mundo

En la forma en que la OO ve las cosas, el mundo consiste de objetos encapsulados, que interactúan con los otros a través de su conducta de entrada-salida, previamente declarada a los demás. No hay diferencia, en este aspecto, entre un agente inteligente y un objeto inanimado. Un agente es simplemente otro objeto imbuido en el mundo. La orientación a los objetos nos voltea la imagen anterior en la que mostramos la relación entre un agente y su mundo:



se convierte en:



En esta imagen, los objetos corresponden a los individuos desde la perspectiva lógica que hemos venido construyendo. Se trata de entidades semánticas, antes que de entidades lingüísticas (o simbólicas). Sin embargo, mientras que en la lógica tradicional, las relaciones estáticas entre los individuos son el tema principal y la conducta dinámica es apenas un asunto secundario, en la orientación a los objetos todo es

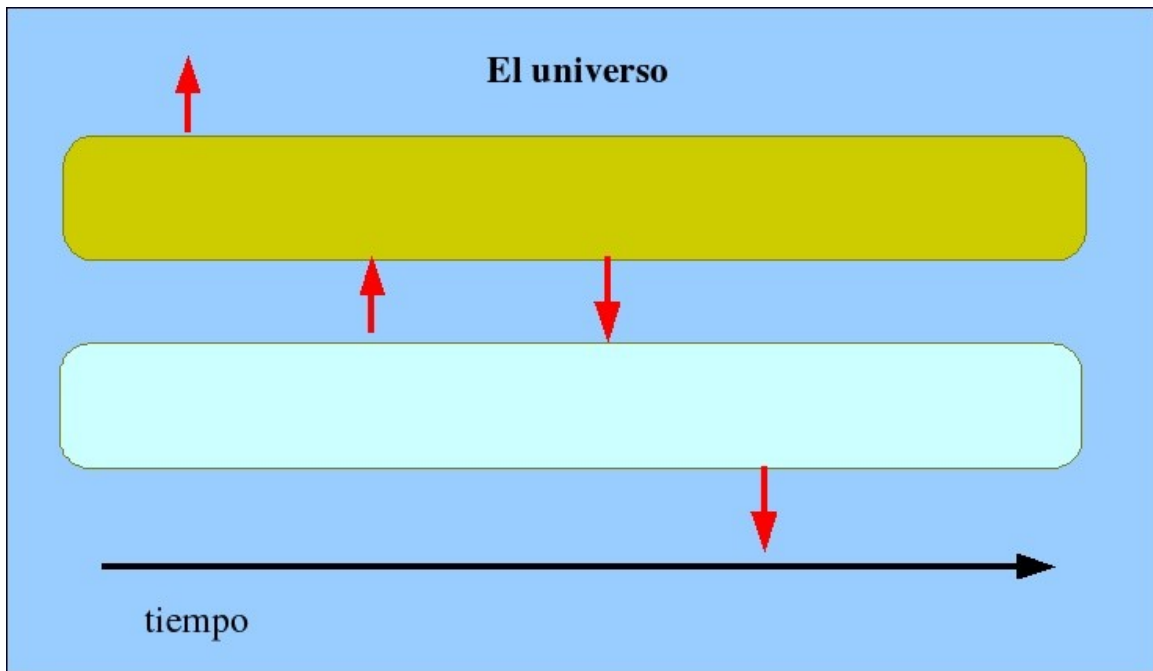
completamente al revés – la conducta es lo primero y las relaciones estáticas son secundarias y muy poco importantes en comparación.

Con la lógica imbuida en el componente pensante de un agente inteligente, el cambio se resuelve tanto al nivel semántico como al nivel lingüístico-simbólico. En el nivel semántico, el cambio es resuelto a través de la dinámica del ciclo de observación-pensamiento-acción del agente. En el nivel lingüístico-simbólico, el cambio es representado en el lenguaje mental del agente que describe metas y creencias, usando bien la lógica modal, bien el cálculo de situaciones, bien el cálculo de eventos.

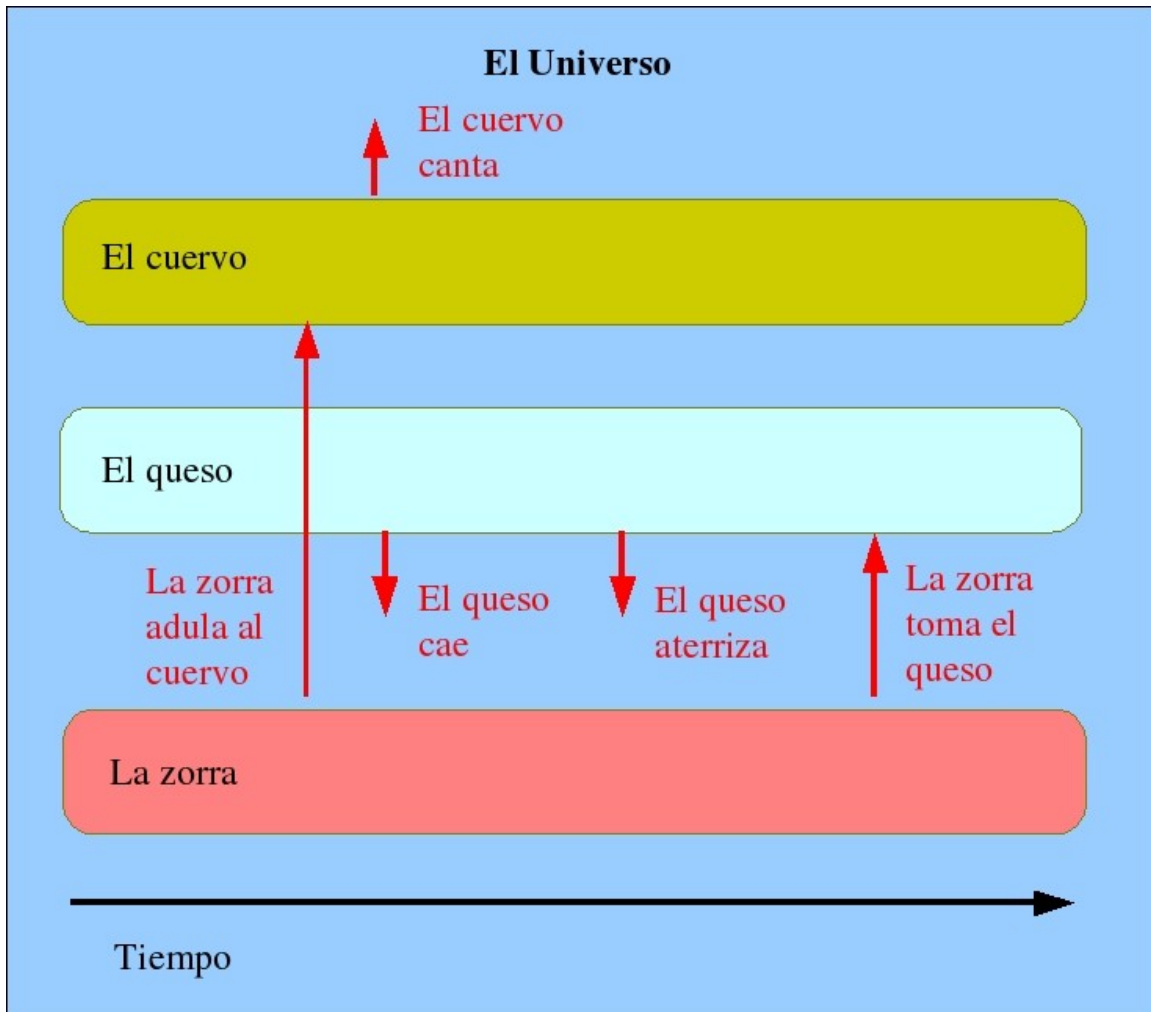
Con los objetos, el cambio es resuelto esencialmente en el nivel semántico. Los objetos, tanto animados como inanimados, interactúan unos con otros, enviando y recibiendo mensajes. Los mensajes recibidos corresponden a las observaciones que recibe el agente de su ambiente. Los mensajes enviados corresponden a las acciones que el agente realiza en el mundo.

Entre los objetos, el cambio puede ocurrir simultáneamente en diferentes partes del mundo, así como en forma independiente y sin afectar otras partes del mundo. El cálculo de eventos ve el mundo de una forma parecida. Pero mientras en el cálculo de eventos esa perspectiva es meramente simbólica – para hablar del cambio sin tener que realizarlo, en los sistemas orientados a objetos, esos cambios ocurren de hecho.

Al tomar en cuenta la naturaleza dinámica de los objetos, nuestra imagen orientada a los objetos del mundo debería ser más o menos así:



Por ejemplo, en la versión orientada a los objetos de la historia de la zorra, el cuervo y el queso, las diversas acciones y eventos corresponden a mensajes entre los objetos. Los candidatos naturales para actuar como objetos que envían y reciben esos mensajes son los mismos personajes: la zorra, el cuervo y el queso.



Los defensores naturales de la orientación a los objetos la consideran una forma natural de ver tanto al mundo natural como a los mundos artificiales por construir. Los ingenieros de sistemas, en particular, construyen sistemas complejos combinando objetos que procuran una meta global. Normalmente, los objetos componentes, que constituyen el sistema, son sub-sistemas ellos mismos, tal como en el caso de los termostatos, impresoras, computadores, vehículos y aeroplanos, que se componen, a su vez, de objetos más simples.

Encapsulamiento

Un objeto consiste de un **estado local**, que es una colección de **valores** de **atributos**, y una colección de **métodos**, que los objetos usan para responder a mensajes o para calcular valores de los atributos. Métodos y atributos quedan **encapsulados** dentro del objeto, ocultos para otros objetos.

El encapsulamiento de los métodos de un objeto es una propiedad inherente del mundo natural, puesto que no hay objeto que pueda conocer completamente todo lo que pasa dentro de otro objeto. En teoría, si Ud pudiera ver dentro de otro objeto, podría descubrir que es simplemente igual que Ud. Todo objeto – oso, árbol, río, montaña o piedra – podría tener un espíritu, que conforma su estado mental interno. Por otro lado, podría Ud descubrir que ningún otro objeto, aparte de Ud mismo, tiene algún tipo de estado interno.

El encapsulamiento de métodos sirve una función diferente en los mundos artificiales. Reduce la complejidad en la construcción de sistemas complejos a partir de objetos componentes, puesto que el ingeniero se concentra solamente en la conducta externa de los componentes. Más aún, si uno de los componentes de un sistema que funciona se deteriora o se torna obsoleto, puede ser reemplazado por otro componente que tenga la misma conducta externa, sin afectar la conducta global del sistema.

En orientación por objetos no se distingue entre el estado

interno y externo de los objetos. Todos los valores de los atributos de un objeto están encapsulados dentro del objeto. La única manera de conocer el valor de un atributo de un objeto es enviando un mensaje al objeto pidiéndole el valor o recibiendo un mensaje del objeto que dice el valor. Voy a explicar, más adelante, que esto es demasiado extremo.

Sin embargo, en otro aspecto, la OO es menos extrema que el conductismo extremo. Cuando un ingeniero construye un sistema orientado a los objetos, el ingeniero necesita adentrarse dentro del sistema, tanto para combinar los componentes pre-existentes como para crear nuevos objetos.

Métodos

Para crear un objeto, los ingenieros necesitan iniciar (inicializar) los valores de sus atributos y codificar sus métodos. Los valores de los atributos en el estado inicial pueden ser dados expresamente en el momento de la creación o pueden ser obtenidos por medio de métodos.

Los lenguajes OO, usados comúnmente para implementar métodos, son lenguajes típicos de programación procedimental, cuya sintaxis es herencia de los lenguajes de programación anteriores a la OO. A diferencia de la lógica, esos lenguajes no se pueden leer declarativamente, puesto que no hacen ningún esfuerzo por representar el mundo a su alrededor.

No obstante, aún cuando los métodos sean implementados en lenguajes de programación procedimental, es natural plantear sus especificaciones en forma lógica. Estas especificaciones tienen la forma de reglas de condición-acción en modo declarativo:

Si un objeto recibe un mensaje con la forma R
entonces el objeto envía un mensaje con la
forma S.

Por ejemplo,

Si la zorra recibe un mensaje que dice que el
cuervo tiene el queso en la boca
entonces la zorra envía un mensaje de
alabanza al cuervo.

Si el cuervo recibe un mensaje de alabanza
de la zorra
entonces el cuervo envía un mensaje de
canto.

Si el queso recibe un mensaje de canto del
cuervo
entonces el queso envía un mensaje de caída
al suelo.

(Nota de Ernesto Ponsot:

Si el suelo recibe mensaje de caída del queso
entonces el suelo envía mensaje a la zorra de

que está junto al queso.)

Si el queso envía un mensaje de que está junto a la zorra

entonces la zorra envía un mensaje de que ella toma el queso.

Los métodos que implementan estas especificaciones dentro de un objeto se pueden programar de muchas maneras. También pueden ser implementados, como veremos más tarde y como debiera ser obvio para los lectores, por medio de metas y creencias en forma lógica.

Clases

La OO se enorgullece de facilitarle al ingeniero la creación de nuevos objetos a través de la instanciación de clases más generales de objetos, que le heredan a los nuevos objetos sus métodos originales.

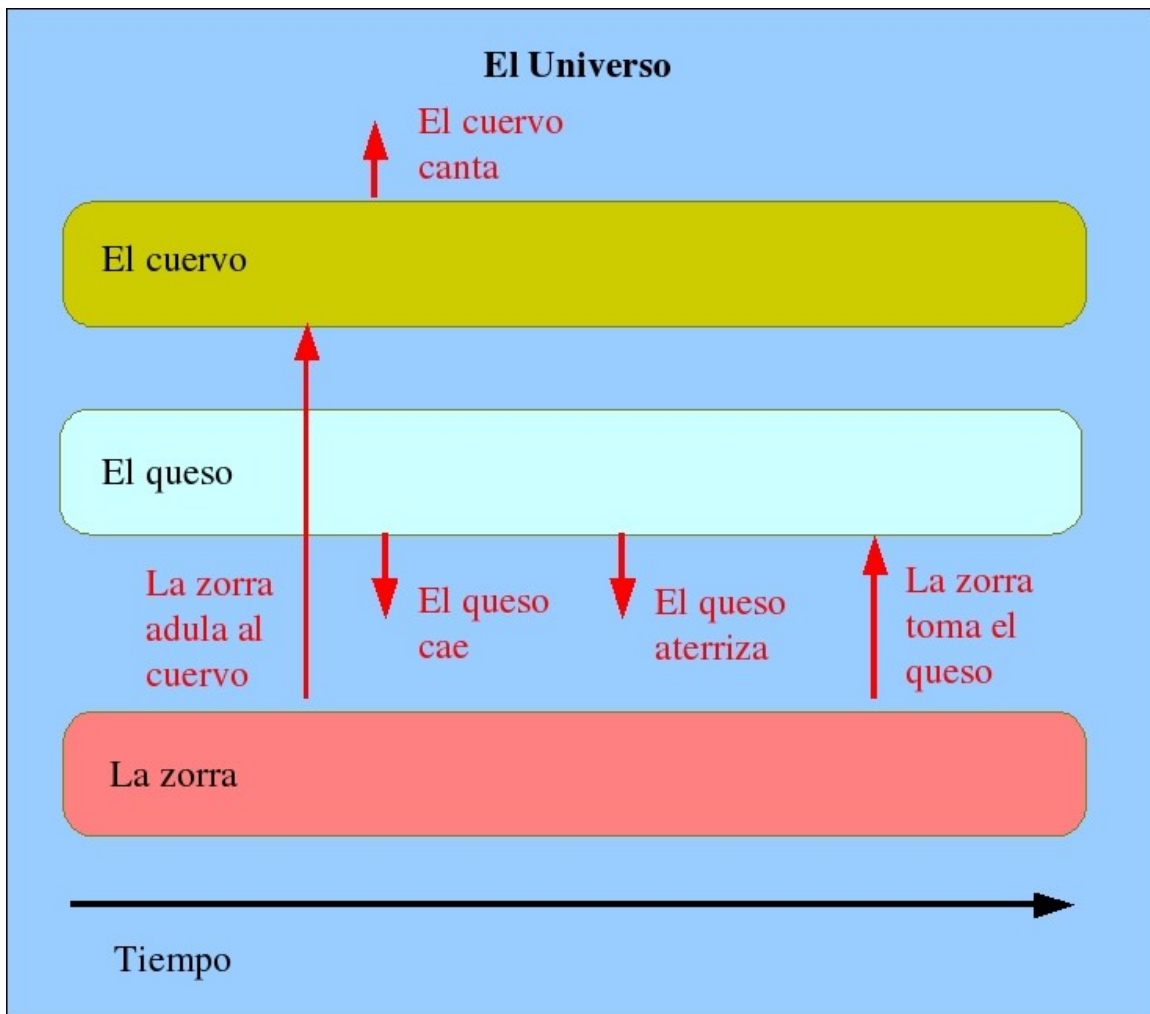
Por ejemplo, un ingeniero podría crear una nueva zorra creando una instancia de la clase general de todas las zorras. La clase de las zorras podría tener métodos generales para mensajes tales como la visión de otro animal con comida y la visión de la comida en su poder. Podría, incluso, tener valores por omisión para atributos como el color de su piel y la forma de su cola. Una nueva clase de zorra podría, entonces, heredar esos métodos y valores de atributos tal como estén o con algunas modificaciones, quizás luego de agregar ciertos métodos y atributos únicos para ese tipo de zorra.

Las clases se organizan en jerarquías taxonómicas. Por ejemplo, la clase de todos los zorros podría heredar la mayoría de sus métodos y atributos de la clase de todos los animales. La clase de todos los animales podría, a su vez, heredar de la clase de todos los seres animados. La clase de los seres animados podría heredar de la clase de todos los objetos materiales y, esta, finalmente, de la clase de todas las cosas.

Cambio de estado

Objetos y clases tienen diferentes tipos de existencia. Los objetos son individuos concretos que, típicamente, existen y sufren cambios de estados. Las clases son individuos abstractos ajenos al tiempo.

Por ejemplo, en la historia de la zorra y el cuervo, el queso cambia en respuesta a los eventos locales que ocurren a su alrededor:



Estos cambios de estado son generados por métodos heredados de la clase de todos los quesos, algunos de los cuáles, como la tendencia a estar en el aire luego de comenzar a caer, son heredados a su vez de la clase de todas las cosas materiales. Sin embargo, las clases en sí mismas no cambian de estado de la misma manera.

Los sistemas OO son entidades semánticas antes que simbólicas. Como consecuencia, los objetos no tienen que tener memoria de su pasado. Cuando un objeto cambia de estado, el estado suele limpiar el estado anterior

reemplazándolo con uno nuevo.

Por su parte, las representaciones lógicas del cambio de estado lo describen sin, de hecho, realizarlo. Por lo tanto, además de registrar el estado actual de un objeto, pueden registrar los estados anteriores y predecir y explorar los futuros.

Reconciliando la lógica con los objetos

Hay una forma obvia de reconciliar la lógica con los objetos: usando lógica para implementar los métodos asociados con los objetos y clases de objetos. Una implementación típica podría incluir metas de mantenimiento y creencias, que terminarían reduciendo metas a sub-metas con mensajes a otros objetos entre ellas. Por ejemplo:

Meta: Si recibo un mensaje con la forma R entonces resuelvo la meta G.

Creencias:

G' si condiciones. ...

G si otras condiciones y Yo envío un mensaje con la forma S.

... etc.

Crear un nuevo objeto instanciando una clase se convierte entonces en una forma de instanciación lógica, reemplazando términos concretos (tales como Yo) por

términos abstractos (tales como “cualquier zorra”), quizás luego de agregarle métodos especializados y asignarle valores particulares a algunos atributos del objeto.

La lógica, usada para implementar los métodos de esa manera, puede ampliar el alcance de los sistemas orientados a objetos. Algunos objetos inteligentes podrían usar lógica, no solamente para reaccionar a los mensajes que reciben, reduciendo metas a sub-metas, sino también para representar el mundo, generando cursos alternativos de acción y derivando sus consecuencias probables. Otros, quizás menos inteligentes podrían también usar la lógica como lenguaje de implementación de alto nivel. En procura de eficiencia, esas implementaciones pueden ser compiladas a más bajo nivel, incluso en hardware. Por otro lado, estas implementaciones de bajo nivel podrían ser decompiladas en su forma lógica, para analizar la conducta de los objetos sólo o en grupo y mejorarla.

El combinar lógica con orientación por objetos puede extender nuestro modelo de agente basado en lógica. Más aún, la combinación ofrece un contexto para extender agentes aislados a sistemas multi-agentes, al imbuir a los agentes en una estructura semántica compartida. Los diversos objetos en esta estructura pueden tener diversos grados de inteligencia y diversos grados de actividad.

La estructura semántica de la OO es tal que los objetos pueden cambiar de estado concurrentemente en diferentes sitios del mundo, con total independencia y sin afectar a los demás. Estos cambios pueden ocurrir destructivamente, sin dejar ningún registro del pasado. Sin embargo, aparte de esos cambios que ocurren externamente en la estructura semántica, un agente inteligente puede usar lógica internamente para representar los cambios antes de que

ocurran. Estas representaciones internas no son destructivas como las externas que acaban con los estados anteriores de mundo.

Para alcanzar esos beneficios, no tenemos que abandonar la distinción que se hace en la lógica entre estructuras del mundo y sus representaciones simbólicas – tampoco la visión de que las estructuras del mundo consisten de individuos, quizás con eventos y con relaciones entre individuos. Por otro lado, puede que tengamos que dejar de lado la versión extremista de la OO, que insiste en que todos los atributos de los individuos están encapsulados y que todas la interacciones ocurren con mensajes.

Considere, por ejemplo, una vez más la historia de la zorra y el cuervo y, particularmente, la observación de la zorra de que el cuervo tiene el queso. En la versión estricta de la OO, la observación es un mensaje que es enviado a la zorra desde otro objeto. Pero, ¿cúal objeto?. Los candidatos obvios son el cuervo y el queso. Pero, es claro que el objeto cuervo no tiene ninguna razón (meta) para enviar tal mensaje a la zorra y que un verdadero queso no tiene metas reales de ningún tipo. Aún si aceptamos que uno de ellos debe ser el responsable de enviar ese mensaje, ¿Por qué enviarlo a la zorra?. ¿Por qué no a todas las otras criaturas del área también?.

En nuestra versión anterior de la historia y, con mayor generalidad, en nuestro modelo basado en lógica, la zorra y el cuervo, no el queso, son agentes e interactúan entre sí, pero no por pase de mensajes, sino observando el mundo y realizando acciones sobre ese mundo. Las acciones que realizan pueden ser observadas por otros agentes en el área.

Pareciera que la orientación a los objetos tiene poco que ofrecer a nuestra comprensión de la historia, excepto porque nos recuerda que:

- Es importante distinguir entre el mundo y cualquier representación que los agentes puedan tener del mundo.
- Es útil entender el mundo en términos de jerarquías, y
- Los métodos usados por los agentes para interactuar con el mundo deben ser encapsulados para que no sea observados directamente por otros agentes.

La OO tiene otra virtud: muestra como construir mundo artificiales en los que objetos diferentes pueden cambiar de estado concurrentemente y con independencia. Pero esto no es muy relevante en la historia de la zorra y el cuervo, en la que tan solo nos interesa contar la historia, no construir el mundo.

Orientación a objetos moderada

Sin embargo, al comparar la lógica con la OO, parece que la OO va demasiado lejos – encapsula todas las relaciones entre individuos dentro de objetos. Así, el hecho de que el cuervo tiene el queso al comienzo de la historia queda atrapado dentro bien de uno o de ambos, el cuervo y el

queso, al alcance solamente de otros objetos si estos pueden enviar y recibir mensajes del cuervo y el queso.

La alternativa es adoptar una forma menos extremista de orientación por objetos en la que solamente aquellos individuos que activamente cambian de estado son considerados objetos, y solamente aquellos métodos que ellos usan para interactuar con el mundo son encapsulados. Las relaciones entre objetos y otro tipo de individuos no son encapsuladas, sino que se dejan ver en el mundo externo.

Los objetos, en esta forma moderada de OO, interactúan con el mundo, no solamente enviando y recibiendo mensajes, sino, en forma más generalista, observando relaciones en el mundo y realizando acciones que cambian esas relaciones. Los mensajes pueden ser vistos como actos verbales, en los que un objeto realiza un tipo especial de acción cuyos efectos deben ser observados por otro objeto.

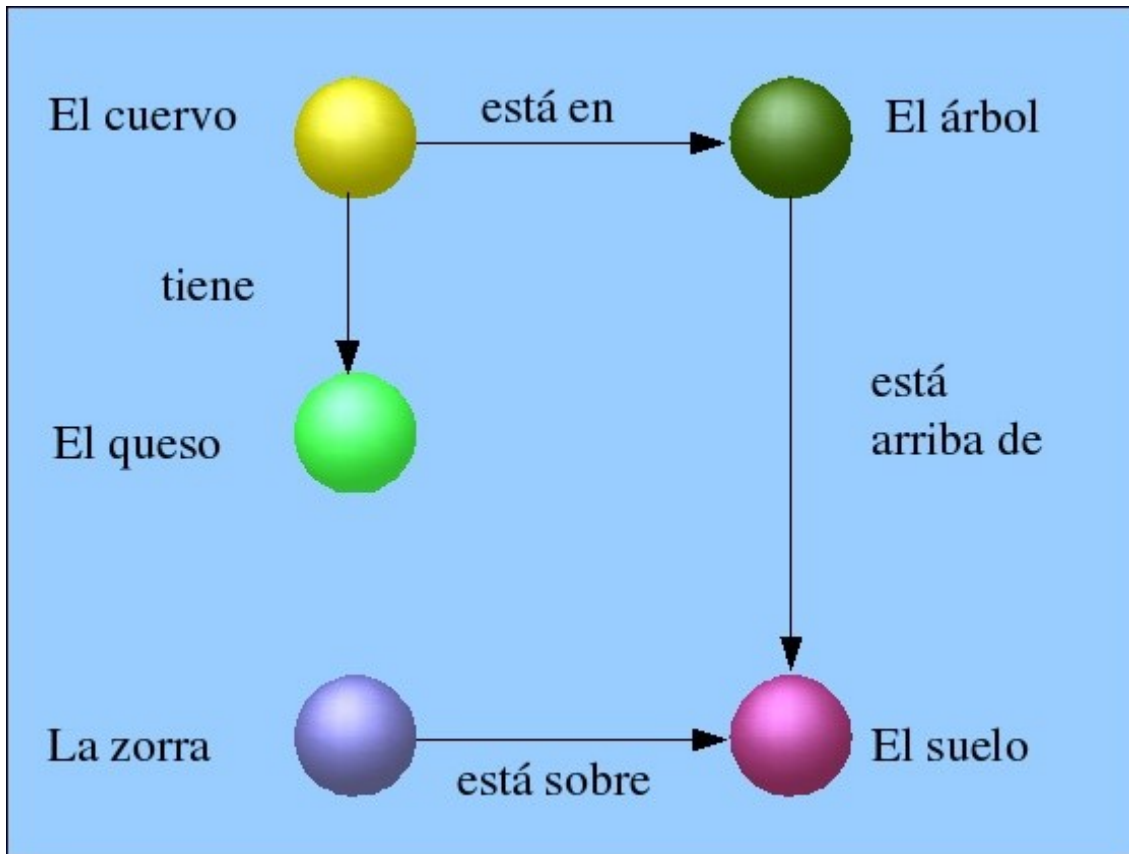
Otro tipo de individuos, como las propias clases, los eventos, los números, los momentos del tiempo, pueden participar en relaciones sin ser forzados dentro de objetos encapsulados.

Esta forma modelada de orientación por objetos es compatible con nuestro modelo de agente basado en lógica. Le da cierta libertad a nuestra noción de agente, incluyendo tipos más primitivos de objetos encapsulados. Enriquece nuestra noción de ambiente de agente, al incluir, no sólo individuos simples y relaciones, sino individuos que son objetos que pueden cambiar de estado concurrentemente usando métodos encapsulados ocultos del mundo exterior.

Las redes semánticas como una variante de la orientación por objetos.

Hay varios otros paradigmas de computación que soportan variantes similares de la orientación por objetos. Entre esos se incluyen las redes semánticas y las plantillas o frames, desarrollados como formalismos para representar conocimiento en Inteligencia Artificial, y como el modelo de entidad-relación en bases de datos.

Las redes semánticas representan el universo como una red de relaciones entre individuos. Por ejemplo, la red que representaría el estado inicial en el cuento de la zorra y el cuero luciría así:



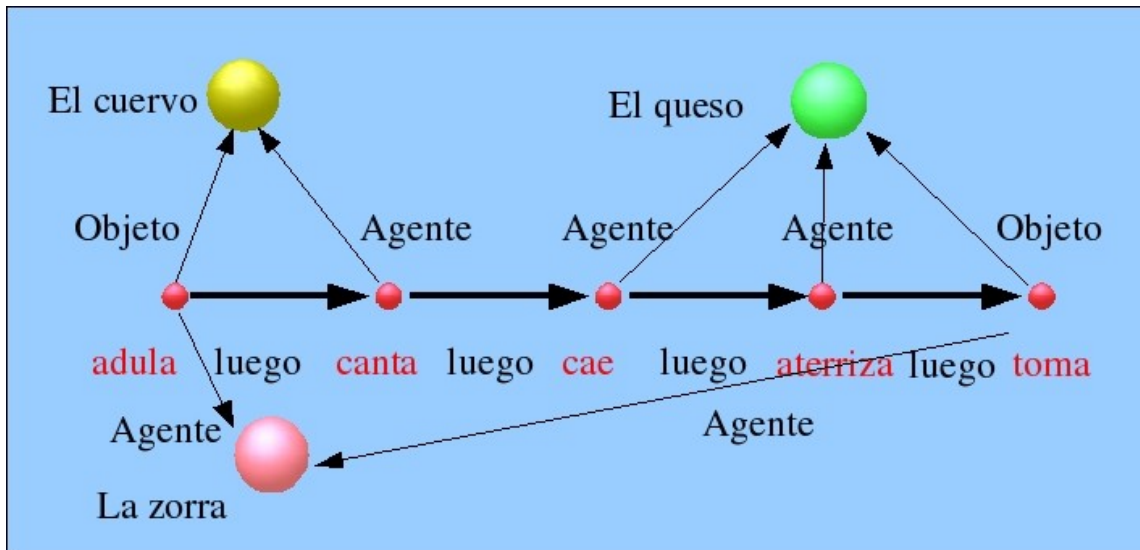
Aquí los nodos representan individuos y los arcos relaciones binarias entre pares de individuos. La representación se puede extender a relaciones no binarias.

Las redes semánticas son representaciones orientadas a objetos por cuanto todos los hechos sobre un individuo están ubicados en un mismo lugar, es decir, en torno al nodo que representa al individuo. Estos hechos están representados por flechas conectadas a ese nodo y por otros nodos a los cuáles están conectados esos actos.

Sin embargo, contrario a la orientación por objetos ortodoxa, las relaciones acá están representadas sólo una vez y conectadas con todos los individuos que participan en la

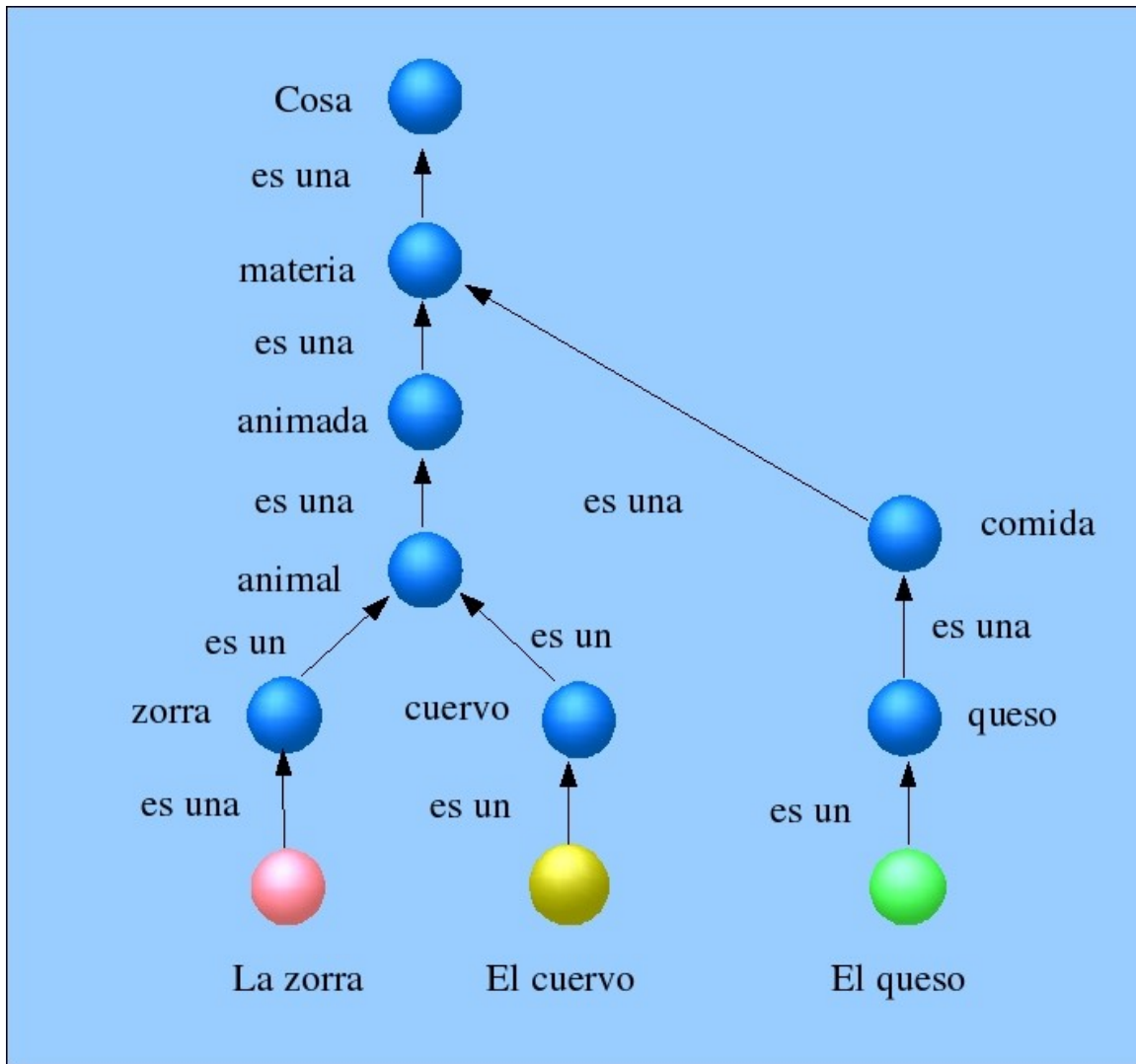
relación. Más aún, son visibles desde el exterior y no están encapsulados dentro objetos.

Las redes semánticas también han sido usadas para representar información dinámica, reificando eventos. Por ejemplo:

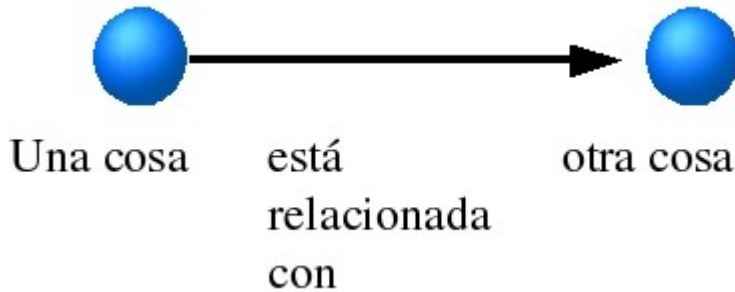


Aquí los términos de la red semántica "objeto" y "agente" apenas si están asociados con nuestras nociones de objeto y agente usadas en este libro. El término "agente" es análogo al sujeto de una oración en Español y el término "objeto" al objeto de tales oraciones.

La red semántica también ha sido usada para representar jerarquías de clases. Por ejemplo:



A pesar de su nombre, las redes semánticas no son estructuras semánticas en el mismo sentido que las estructuras OO, sino más bien son como estructuras semánticas representadas por conjuntos de oraciones atómicas en lógica. De hecho, las conexiones e las redes semánticas con esta forma:



son simplemente representaciones de oraciones atómicas. Como las oraciones en lógica, cuando se les usa para representar información dinámica con eventos reificados, las redes semánticas representan el cambio sin realizarlo.

Por otro lado, las redes semánticas son como estructuras semánticas por cuanto representan solamente hechos atómicos, antes que regularidades más generales. Aún cuando se han desarrollado varias extensiones de las redes semánticas para representar regularidades, estas extensiones no son convincentes.[\[1\]](#)

No obstante, las redes semánticas muestran que es posible usar objetos para estructurar representaciones del mundo y no sólo la propia estructura del mundo. También ilustran cómo suscribir una forma moderada de OO, en la cual los objetos dan estructura a nuestra comprensión del mundo sin ocultar todo dentro de ellos mismos. Los *frames* y las bases de datos entidad-relación son similares en este sentido.

Oraciones orientadas a objetos.

Las redes semánticas son objetos unidireccionales que se pueden usar para estructurar representaciones del mundo. Los objetos son usados también para dar estructura a representaciones lingüísticas más generales.

Vimos en el capítulo 1 que las oraciones en lógica se pueden escribir en cualquier orden. Sin embargo, algunas oraciones resultan mucho más fáciles de entender que otras. Agrupar las oraciones en conjuntos de oraciones acerca de objetos es una forma de hacerlas más fácil de entender.

Por ejemplo, podemos agrupar las oraciones atómicas que describen el comienzo del cuento de la zorra y el cuervo en los siguiente conjuntos de oraciones:

El cuervo:

El cuervo tiene el queso.

El cuervo está en el árbol.

El árbol:

El árbol está sobre el suelo.

La zorra:

La zorra está en el suelo.

Por supuesto, podemos agrupar las mismas oraciones a través de otros objetos:

El queso:

El cuervo tiene el queso.

El árbol:
El cuervo está en el árbol.
El suelo:
El árbol está arriba del suelo.
La zorra está en el suelo.

Para obtener una buena organización, es preciso decidir cuáles objetos son los más importantes.

Los lenguajes naturales, como el Inglés o el Español, llevan la orientación por objetos un paso más allá, al usar las formas gramaticales en las que el comienzo de una oración indica su **tópico** y la siguiente parte indica un **comentario** acerca de ese tópico. Esta forma suele coincidir, aunque no es obligatorio, con la estructura gramatical de las oraciones que tienen **sujeto** y **predicado**.

Las dos formas de orientación por objetos – agrupar los conjuntos de oraciones por objetos y ordenar oraciones individuales por objetos – son frecuentemente combinadas. Considere, por ejemplo, este par de oraciones:[\[2\]](#):

La primer ministro bajó del avión.
Los periodistas la rodearon.

Ambas oraciones están en la forma activa, lo cual parecer estar respetando algunas guías y normas de estilo que se proponen para muchos textos en Inglés y Español.

Las dos oraciones se refieren a los tres objetos, la primer ministro (mencionada a través del “la” en la segunda oración), los periodistas y el avión. La primer ministro es el único objeto común entre ambas oraciones. Así que la primer ministro es el objeto que conecta ambas oraciones. Sin embargo, el tópico cambia de la primer ministro a los periodistas al cambiar de oración.

Ahora considere el siguiente par de oraciones lógicamente equivalente a las anteriores:

La primer ministro bajó del avión.

La rodearon de inmediato los periodistas.

En este caso, no sólo es que ambas oraciones se refieren a un objeto común, sino que comparten el tópico. Sin embargo, la segunda oración se expresa en voz pasiva. A pesar de esto y de contradecir aquellos manuales del buen estilo simplificados, mucha gente opina que el segundo par de oraciones es más fácil de entender (NT ¿Qué opina el lector?). Esto sugiere que la gente prefiere organizar sus pensamientos en forma orientada a objetos, y esa preferencia tiene prioridad sobre la preferencia de voz activa sobre voz pasiva.

La orientación por objetos no es la única forma de ordenar oraciones. En ambos pares anteriores, las oraciones están ordenadas por la secuencia temporal de los eventos.

Ahora considere el siguiente conjunto de oraciones:

La zorra adula al cuervo.

El cuervo canta una canción.
El queso cae al suelo.
La zorra toma el queso.

Aquí las oraciones están agrupadas por proximidad temporal y ordenadas siguiendo la secuencia temporal. Las oraciones están organizadas, no por objetos, sino por agentes, tal como se acostumbra en la voz activa.

Es importante dejar las cosas en perspectiva. La orientación por objetos NO lo es todo. En el caso del Inglés, no tiene nada que ver con el contenido de las oraciones vistas por separado, pero es una forma de agrupar y ordenar las oraciones. Comparado con la lógica, la OO es como el índice de un libro, y lógica es cómo el lenguaje en el que se escribe el libro.

Conclusiones

En comparación con la lógica, la atracción principal de la OO es que nos muestra como construir mundos artificiales en los que los objetos pueden cambiar de estado al mismo tiempo e independientemente de otros objetos. La OO facilita la construcción de nuevos objetos a partir de los que existen y por medio de métodos encapsulados, reduciendo la complejidad y aumentando la mantenibilidad.

Sin embargo, comparada con la lógica y con formas mas

moderadas de OO, tales como las redes semánticas, la OO extremista lleva el encapsulamiento muy lejos. En lugar de esconder los atributos y las relaciones entre individuos dentro de los objetos, sería más natural hacerlos visibles al exterior. En lugar de tratar todos los individuos como objetos encapsulados, los objetos se pueden reducir a ser individuos que interactúan con el universo.

La OO extremista también va muy lejos con la metáfora del pase de mensajes. El lugar de forzar toda las interacciones entre objetos y el mundo a ser mensajes, sería más natural para los agentes y otros objetos interactuar con el mundo haciendo observaciones y realizando acciones.

La lógica computacional se puede reconciliar con ambas, la OO extremista y la moderada, usando la lógica como un lenguaje de más alto nivel para implementar métodos y para definir jerarquías de clasificación. Aunque no hemos discutido la posibilidad en este capítulo, también puede ser usada por un diseñador de sistemas para mostrar que una colección de objetos alcanza una meta común.

Las redes semánticas y los lenguajes naturales, como el Inglés y el Español, muestran que la OO no se limita a el modelado de estructuras semánticas, sino que puede servir para dar estructura a representaciones del mundo. Los ejemplos en lenguaje natural muestran, en particular, que en el área de representaciones lingüísticas, la lógica y la OO apuntan en direcciones diferentes. La lógica pretende representar el mundo, mientras que la OO sólo se ocupa de una forma de ordenar las representaciones. Como hemos visto, la OO necesita combinarse con otras formas de ordenar representaciones para ser útil. Sería interesante, por ejemplo, ver como la OO podría ser usada para ordenar una colección de oraciones tan complejas como las usadas para

armar este capítulo.

[1] Yo mismo he contribuido a esas extensiones en Deliyanni, A. and Kowalski, R., "Logic and Semantic Networks", en CACM, Vol. 22, No. 3, 1979, pp. 184-192.

[2] Este capítulo viene de "Discourse Analysis" de Gillian Brown y George Yule, Cambridge University Press, 1983, pag 130.