



---

---

# DE SOCRATES A LOS SISTEMAS EXPERTOS

---

---

## *Los límites y peligros de la racionalidad calculatoria*

***H. Dreyfus***<sup>\*1</sup>

---

<sup>1</sup>Filósofo. Profesor de la Universidad de Berkeley. Anteriormente fue profesor en M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology). Ha sido consultor de la Corporación RAND e investigador

---

© Copyright - Derechos Reservados en el Mundo.

Prohibida la reproducción, copia o publicación, parcial o total de este documento sin la autorización de Fundación Mercator 2006.

El autor se propone situar el debate acerca de la inteligencia artificial en perspectiva, de manera de esclarecer lo que ésta puede realmente lograr. Así, se distingue entre “*pericia (expertise) intuitiva*” y “*racionalidad calculatoria*”, como formas distintas de conocimiento. Esta última, que caracteriza a la computadora, tiene límites muy precisos, y como tal no puede igualar a la intuición y pericia del ser humano.

Dada la creciente primacía de la racionalidad calculatoria en el mundo moderno, Dreyfus subraya la necesidad de cultivar en la formación de los niños y jóvenes la capacidad de intuir, hoy seriamente amenazada. De lo contrario, se sostiene, se estará limitando la capacidad creadora.

A partir de una interpretación pragmática de la filosofía de Martin Heidegger, Dreyfus ha desarrollado una atractiva teoría acerca de la praxis. Uno de sus discípulos, el chileno Fernando Flores, se apoyó en esta teoría de la acción y en su crítica de la inteligencia artificial para plantear su original concepción de la administración de empresas.

Ha transcurrido casi medio siglo desde la irrupción de la computadora en el mundo con la promesa de que pronto se programará para que sea inteligente, junto con la promesa o amenaza relacionada con ello de que pronto aprenderemos a comprendernos a nosotros mismos como computadoras. Ahora que el año 2001 (como se evoca en la película *2001 con HAL*) está apenas a ocho años de distancia, y que los educadores nos dicen que debemos enseñar a nuestros hijos a pensar en términos de procedimientos como las computadoras, ha llegado el momento de evaluar en retrospectiva el intento de programar las computadoras y de programarnos a nosotros mismos para ser inteligentes. Dicho de otro modo, es hora de evaluar hasta qué punto la racionalidad calculatoria es factible y deseable.

La I.A. (Inteligencia Artificial) tuvo un comienzo auspicioso cuando Allen Newell y Herbert Simon trabajaban en la Corporación RAND. Newell y Simon comprobaron que las computadoras podían hacer algo más que calcular. Demostraron que las computadoras eran sistemas físicos de señales, cuyos símbolos podían usarse para representar cualquier cosa, incluso rasgos del mundo real, y cuyos programas podían usarse como reglas para relacionar esos rasgos. De esta manera, las computadoras podían utilizarse para simular ciertos aspectos importantes de la inteligencia. Así nació el modelo de la mente como procesadora de información. Pero al mirar retrospectivamente estos últimos cincuenta años, parece que la teórica I.A.,

---

de Harvard Computer Laboratory. Entre sus numerosas e importantes publicaciones cabe mencionar *Mind over Machine* (The Free Press, 1986), con Stuart E. Dreyfus y Tom Athanasiu; *Being-in-the World: A Commentary on Heidegger's "Being and Time"* (MIT Press, 1986); *Husserl, Intentionality and Cognitive Science* (MIT Press, 1982).

con su promesa de un robot como HAL de *2001*, parece ser un ejemplo perfecto de lo que Imre Lakatos denominó “*un programa de investigación degenerante*”.<sup>2</sup>

Un programa de investigación degenerante es uno que comienza con un enfoque correcto sobre un nuevo campo, pero que luego se enfrenta a problemas que no puede resolver, y finalmente los investigadores lo abandonan. El trabajo inicial de Newell y Simon relativo a la solución de problemas fue realmente impresionante, y hacia 1965 la I.A. se había transformado en un floreciente programa de investigación, gracias a una serie de éxitos en micromundos como el SHRDLU de Terry Winograd, un programa que podía responder a comandos dados en un lenguaje semejante al inglés, moviendo bloques simulados, idealizados. Este campo tenía sus propios programas de doctorado, sociedades profesionales y gurúes. Parecía que todo lo que uno debía hacer era expandir, combinar y hacer más realistas los micromundos para obtener verdadera inteligencia artificial. Marvin Minsky, jefe del Laboratorio de I.A. del M.I.T., predijo en 1967 que “*el problema de la creación de ‘inteligencia artificial’ estará substancialmente resuelto dentro de una generación*”.<sup>3</sup>

Luego, repentinamente, tropezó con dificultades inesperadas. El problema comenzó, según lo que sabemos, cuando fracasaron los intentos de programar la comprensión de cuentos infantiles. Los programas carecían del sentido común intuitivo de un niño de cuatro años. Y nadie sabía qué hacer al respecto. Un viejo sueño filosófico yacía en el centro del problema. La I.A. se basa en una idea que ha rondado en la filosofía desde Descartes: que toda comprensión consiste en formar y utilizar representaciones simbólicas. Para Descartes, éstas eran descripciones complejas adecuadas, construidas a partir de ideas o elementos primitivos. Kant agregó la importante noción de que todos los conceptos son reglas. Freges demostró que las reglas podían formalizarse, y con ello ser manipuladas sin intuición ni interpretación. Dada la naturaleza de las computadoras, la I.A. emprendió la búsqueda de tales reglas y representaciones formales. El sentido común-intuición debía comprenderse como una especie de colección amplia de creencias, reglas, hechos y procedimientos calculables. Pero formular sin hablar ya de formalizar la teoría del sentido común que se necesitaba, resultó ser mucho más difícil de lo esperado. No era, como había creído Minsky, sólo cuestión de crear un catálogo de unos cuantos cientos de miles de datos. El problema del conocimiento del sentido común pasó a ser el centro de las preocupaciones. El estado de ánimo de Minsky cambió completamente en el lapso de quince años. En 1982, le dijo a un periodista: “*El*

<sup>2</sup>. Imre Lakatos, *Philosophical Papers*, ed. Jon Worrall (Cambridge University Press, 1978).

<sup>3</sup>. Marvin Minsky, *Computation: Finite and Infinite Machines* (Prentice Hall, 1967), p. 2.

*problema de la I.A. es uno de los más difíciles que alguna vez haya enfrentado la ciencia*".<sup>4</sup>

Con este *impasse*, tenía sentido regresar a los micromundos, áreas aisladas de la intuición y del sentido común cotidianos y procurar al menos desarrollar teorías para esas áreas aisladas. Fue lo que sucedió en la realidad, añadiéndose además la comprensión de que esos campos aislados no tenían por qué ser juegos como el ajedrez o micromundos como el mundo de bloques de Winograd, sino campos de habilidades tales como el diagnóstico de enfermedades o el análisis espectrográfico.

Por consiguiente, del frustrante campo de la I.A. ha nacido recientemente uno nuevo, llamado ingeniería del conocimiento, que, al limitar sus objetivos, ha aplicado en la investigación sobre la I.A. formas que efectivamente funcionan en el mundo real. El resultado es el así llamado sistema experto, que sirvió de tema a reportajes de primera plana en *Business Week* y en *Newsweek* y que promovió con entusiasmo el libro de Edward Feigenbaum *La quinta generación: La Inteligencia Artificial y el desafío computacional de Japón al mundo*.<sup>5</sup>

Feigenbaum explicita el objetivo:

Las máquinas tendrán la capacidad de razonar: someterán automáticamente grandes cantidades de conocimientos a ingeniería para servir cualquier fin que se propongan los seres humanos: desde diagnósticos médicos hasta el diseño de productos; desde decisiones de administración hasta la educación.<sup>6</sup>

Lo que los ingenieros del conocimiento alegan haber descubierto es que en las áreas que se hallan separadas del sentido común cotidiano y de la interacción social, todo lo que una máquina necesita para comportarse como un experto es un conocimiento especializado de dos tipos:

El primer tipo son los "hechos" del área, el conocimiento generalmente compartido(...), lo que aparece en los libros de texto y revistas de la especialidad (...). Igualmente importante para los fines prácticos del área es el segundo tipo de conocimiento, llamado "*conocimiento heurístico*", que es el conocimiento de la buena práctica y el buen juicio en un área.<sup>7</sup>

<sup>44</sup>. Gina Kolata, "How Can Computers Get Common Sense", *Science*, Vol. 217, 24 (septiembre 1982), p. 1.237.

<sup>55</sup>. Edward Feigenbaum y Pamela McCorduck, *The Fifth Generation: Artificial Intelligence and Japan's Computer Challenge to the World* (Addison-Wesley, 1983).

<sup>66</sup>. *Ibíd.*, p. 56.

<sup>77</sup>. *Ibíd.*, pp. 76-77.

Utilizando ambos tipos de conocimiento, Feigenbaum desarrolló un programa llamado *DENDRAL*. Este toma los datos generados por un espectrógrafo de masa y deduce de ellos la estructura molecular del compuesto analizado. Otro programa, *MYCIN*, toma los resultados de los exámenes de sangre por ejemplo, la cantidad de glóbulos rojos, de leucocitos, de azúcar en la sangre, etc. y entrega un diagnóstico acerca de cuál enfermedad sanguínea es responsable de semejante estado; incluso proporciona un cálculo estimativo de la fiabilidad de su propio diagnóstico. Dentro de sus limitadas áreas, estos programas dan resultados impresionantes. Ellos parecen confirmar la observación de Leibniz, abuelo de los sistemas expertos, quien señalaba:

*Las observaciones y exhibiciones de habilidad más importantes en todo tipo de oficios y profesiones todavía no se han escrito. Prueba este hecho la experiencia, cuando, al pasar de la teoría a la práctica, deseamos realizar algo. Por supuesto, también podemos poner esta práctica por escrito, puesto que en el fondo no es sino una teoría más compleja y específica(...).*<sup>8</sup>

Y, de hecho, ¿no es acaso el éxito de los sistemas expertos lo que precisamente se podría esperar? Si concordamos con Feigenbaum en que *“casi todo el pensamiento de los profesionales se hace por razonamiento(...)”*,<sup>9</sup> una vez que las computadoras se utilicen para razonar y no solamente para computar, deberían ser tan buenas o mejores que nosotros en seguir reglas para deducir conclusiones a partir de una multitud de hechos. De modo que cabría esperar que si las reglas que un experto ha adquirido en años de experiencia pudiesen extraerse y programarse, el programa resultante tendrá características de experto. Una vez más, Feigenbaum plantea el punto muy claramente:

*Las cuestiones que distinguen a los expertos de los principiantes son simbólicas, inferidas, enraizadas en el conocimiento experimental(...).* Los expertos crean un repertorio de reglas básicas de trabajo, o “heurísticas”, que, combinado con el conocimiento aprendido de los libros, los convierte en practicantes expertos.<sup>10</sup>

Puesto que cada experto tiene un repertorio de reglas en la mente, todo lo que necesita hacer un sistema experto es extraer las reglas y programarlas en una computadora.

Este punto de vista no es nuevo. En efecto, se remonta a los inicios de la cultura occidental, cuando el primer filósofo, Sócrates, deambulaba por Atenas buscando

<sup>8</sup>. Leibniz, *Selections*, ed. Philip Wiener (Nueva York: Scribner, 1951), p. 48. Las itálicas son mías.

<sup>9</sup>. *Ibidem*, p. 18.

<sup>10</sup>. *Ibidem*, p.64.

expertos para extraerles sus reglas y someterlas a prueba. En uno de sus primeros diálogos, *El Eutifrón*, Platón nos relata uno de estos encuentros entre Sócrates y Eutifrón, profeta religioso y por lo tanto experto en conducta piadosa. Sócrates solicita a Eutifrón que le diga cómo reconocer la piedad: “*Quiero saber qué es lo característico de la piedad (...) con el fin de poder usarlo como norma para juzgar tus acciones y las de los demás hombres*”. Pero en lugar de revelar su heurística para reconocer la piedad, Eutifrón hace exactamente lo mismo que cualquier otro experto al verse apremiado por Sócrates. Le da “ejemplos” del área de su especialidad; en este caso, situaciones míticas del pasado en que los hombres y los dioses hicieron cosas que todos consideran piadosas. Entonces Sócrates se molesta y exige que Eutifrón le diga, en tal caso, cuáles son sus reglas para reconocer esos actos como ejemplos de piedad, pero aunque Eutifrón alega saber distinguir los actos piadosos de los impíos, no puede enunciar las reglas que sirven de base a sus juicios. Sócrates tuvo el mismo problema al interrogar a los artesanos, a los poetas e, incluso, a los hombres de Estado. Ellos tampoco podían articular los principios sobre los cuales se apoyaba su maestría. Por consiguiente, Sócrates concluyó que ninguno de estos expertos sabía cosa alguna y que él tampoco sabía nada. Comienzo poco promisorio para la filosofía occidental.

Platón admiraba a Sócrates y vio cuál era su problema. Así es que desarrolló una explicación de lo que causaba la dificultad. Los expertos, al menos en las áreas que implican conocimiento no empírico, como la moral y las matemáticas, habían aprendido en otra vida decía Platón los principios envueltos, pero los habían olvidado. El papel del filósofo consistía en ayudar a esos expertos en moral y en matemáticas a recordar los principios que servían de base a su acción. Los ingenieros del conocimiento dirían hoy que las reglas que usan los expertos, aún los expertos en áreas empíricas, han sido depositadas en una sección de sus computadoras mentales, donde operan automáticamente.

Cuando aprendimos a atarnos los zapatos, teníamos que pensar muy seriamente en las etapas de tal proceso (...). Ahora que hemos atado tantos zapatos a lo largo de nuestra vida, ese conocimiento está “compilado”, para usar la terminología computacional; ya no necesita de nuestra atención consciente.<sup>11</sup>

Según este punto de vista platónico, las reglas están operando allí, en la mente del experto, ya sea que éste tenga conciencia de ellas o no. ¿De qué otra manera podríamos dar cuenta del hecho de que el experto puede realizar la tarea? Después de todo “podemos” atarnos los zapatos, aun cuando no podamos decir cómo lo hacemos. De manera que nada ha cambiado. Sólo que ahora, 2.400 años después,

---

<sup>11</sup>1. *Ibíd.*, p. 55.

gracias a Feigenbaum y sus colegas, tenemos un nuevo nombre para lo que Sócrates y Platón hacían: *“investigación sobre la adquisición del conocimiento”*.<sup>12</sup>

Pero aunque los filósofos o incluso el hombre de la calle, hayan llegado a convencerse de que la pericia<sup>13</sup> se basa en aplicar una sofisticada heurística a masas de datos, hay pocas reglas disponibles. Como explica Feigenbaum: *“El conocimiento de un experto suele estar mal especificado o ser incompleto porque el propio experto no siempre conoce con exactitud qué es lo que él sabe acerca de su área”*.<sup>14</sup> Efectivamente, cuando Feigenbaum insinúa a un experto las reglas que éste parece estar utilizando, obtiene una respuesta similar a la de Eutifrón: *“Eso es verdad, pero si usted examina una cantidad suficiente de pacientes/rocas/diseños de chips/lecturas de instrumentos, verá que después de todo no era verdad”*,<sup>15</sup> y Feigenbaum comenta con impaciencia socrática: *“En ese momento, el conocimiento amenaza transformarse en diez mil casos especiales”*.<sup>16</sup>

Hay, además, indicios de otros problemas. Desde que se concibió la Inteligencia Artificial los investigadores han intentado producir expertos artificiales, programando la computadora para que siga las reglas empleadas por los maestros en las diversas áreas. Sin embargo, aunque las computadoras aplican las reglas de manera más rápida y más precisa que las personas, la ejecución a nivel de maestro sigue estando fuera de su alcance.

El trabajo de Arthur Samuel es típico. En 1947, cuando recién comenzaban a desarrollarse las computadoras electrónicas, Samuel, que entonces estaba en la IBM, decidió crear un programa para jugar damas. Obtuvo reglas heurísticas de maestros de este juego y programó una computadora para que siguiera esas reglas. El programa de juego de damas que resultó de ello no sólo es el primero y uno de los mejores expertos jamás creados, sino además un ejemplo perfecto de la manera en que los datos se transforman en ficción en la I.A.. Feigenbaum, por ejemplo, informa que *“hacia 1961 el programa de Samuel jugaba campeonatos de damas y aprendía y mejoraba con cada juego”*.<sup>17</sup> De hecho, Samuel dijo en una entrevista reciente en la Universidad de Stanford (donde fue profesor antes de jubilar) que en cierta ocasión el programa había vencido a un campeón del estado, pero que el campeón *“volvió y derrotó al programa en seis juegos por correspondencia”*. Según Samuel, después

<sup>12</sup>12. *Ibídem*, p. 79.

<sup>13</sup>13 *Expertise* es el término empleado por el autor, el que de aquí en adelante se traduce como “pericia”. (N. del T.)

<sup>14</sup>14. *Ibídem*, p. 85.

<sup>15</sup>15. *Ibídem*, p. 82.

<sup>16</sup>16. *Ibídem*, p. 82.

<sup>17</sup>17. *Ibídem*, p. 179.

de 35 años de esfuerzos, *“el programa es perfectamente capaz de vencer a cualquier jugador aficionado y de ofrecer una buena partida a mejores jugadores”*. Es un hecho claro que no es un campeón. Samuel todavía acude a jugadores expertos para que le ayuden, pero *“teme estar llegando al punto de utilidad decreciente”*. Esto no lo lleva a cuestionar la idea de que aquellos maestros a los que el programa no puede vencer usan reglas heurísticas; más bien, como Platón y Feigenbaum, Samuel piensa que los expertos son deficientes en lo que respecta a recordar su heurística compilada: *“Los expertos no saben lo suficiente acerca de los procesos mentales envueltos en este juego”*.<sup>18</sup>

La misma historia se repite en cada área de pericia, aun en aquéllas diferentes a las damas, donde la pericia exige almacenar grandes cantidades de datos, lo que debería dar una ventaja a la computadora. En todas las áreas en que hay expertos con años de experiencia, la computadora puede dar mejores resultados que los principiantes, e incluso puede exhibir una eficiencia útil, pero no puede competir con aquellos expertos cuyos datos y supuesta heurística está procesando con increíble velocidad y con precisión exenta de todo error.

Frente a este *impasse*, pese a la autoridad e influencia de Platón y de 2.400 años de filosofía, debemos ver con nuevos ojos qué es una habilidad y qué adquiere el experto cuando alcanza la pericia. Debemos estar dispuestos a abandonar la idea tradicional de que un principiante comienza con casos específicos y, a medida que va logrando dominio, abstrae e interioriza más y más reglas complejas. Podría resultar que la adquisición de habilidades se mueve precisamente en el sentido inverso: desde las reglas abstractas hacia los casos particulares.

Como todos somos expertos en muchas áreas, tenemos los datos necesarios De manera que observemos cómo aprenden nuevas habilidades los adultos.

## Etapa 1: Aprendiz

Normalmente, al comenzar el proceso de instrucción, el instructor descompone los elementos de la tarea en elementos libres de contexto que el principiante puede reconocer sin necesidad de tener experiencia en el área de la tarea. Luego se entregan al principiante reglas para que determine acciones sobre la base de dichos elementos, tal como una computadora sigue un programa.

A modo de ilustración, examinemos dos variantes: una habilidad corporal o motora y una habilidad intelectual. La persona que está aprendiendo a conducir un automóvil

<sup>18</sup>18. Estas citas están tomadas de una entrevista a Arthur Samuel, publicada por Stanford University News Office, 28 de abril de 1983.

comienza a reconocer elementos libres de interpretación, tales como la velocidad (indicada por el velocímetro) y reglas tales como cambiar a segunda cuando la aguja del velocímetro indica diez millas por hora.

El ajedrecista principiante aprende un valor numérico para cada tipo de pieza, independientemente de su posición, y la regla: “Cambiar siempre que el valor total de piezas capturadas es mayor que el valor de las piezas perdidas”. También aprende que cuando no hay cambios ventajosos debe procurar controlar el centro, y se le da una regla que define los cuadrados del centro y otra para calcular la extensión del control. La mayoría de los principiantes son jugadores extremadamente lentos, ya que tratan de recordar todas estas reglas y sus prioridades.

## **Etapas 2: Principiante Adelantado**

A medida que el aprendiz adquiere experiencia resolviendo situaciones reales, comienza a observar, o un instructor le indica, algunos ejemplos claros de aspectos adicionales significativos de la situación. Después de ver un número suficiente de ejemplos, el alumno aprende a reconocerlos. Las máximas instructivas pueden ahora referirse a estos nuevos “aspectos situacionales” reconocidos sobre la base de la experiencia, como también a los “elementos no situacionales”, definidos objetivamente, que el aprendiz puede reconocer.

El conductor principiante adelantado usa los ruidos del motor (situacionales), como también la velocidad (no situacional) en sus reglas para efectuar los cambios, los que realiza cuando el motor emite un ruido como de esfuerzo. Aprende a observar el curso, como también la posición y la velocidad de los peatones y de otros conductores. Por ejemplo, puede distinguir el comportamiento de un conductor distraído o ebrio del de un conductor impaciente pero alerta. Para llegar a reconocer esas diferencias, ninguna cantidad de palabras puede reemplazar unos cuantos ejemplos escogidos. Los ruidos del motor no pueden ser expresados adecuadamente en palabras, y ninguna lista de hechos objetivos nos capacita para predecir la conducta de un peatón en un cruce de calles tan certeramente como puede hacerlo un conductor que ha observado a muchos peatones cruzando calles en diversas condiciones.

Con la experiencia, el ajedrecista principiante comienza a reconocer las posiciones excesivamente extendidas y cómo evitarlas. De igual manera, comienza a reconocer aspectos situacionales de las posiciones, tales como el costado débil de un rey o una estructura fuerte de peones, a pesar de la ausencia de reglas definitivas precisas y universalmente válidas.

## Etapa 3: Competente

Cuando la experiencia es mayor, la cantidad de elementos potencialmente importantes en una situación de la vida real que el aprendiz es capaz de reconocer aumenta abrumadoramente. En este punto, dado que falta el sentido de lo que es importante en cualquier situación particular, el trabajo se hace agotador y tensional, y el alumno puede preguntarse cómo puede llegar alguna vez a dominar la habilidad.

Para hacer frente a este problema y llegar a ser competentes, las personas aprenden, por instrucción o por experiencia, a adoptar una perspectiva jerárquica. Primero deben elaborar un plan o elegir una perspectiva que va a determinar cuáles elementos de la situación van a tratarse como importantes y cuáles pueden ignorarse. En consecuencia, al limitarse sólo a unos cuantos elementos y aspectos posiblemente importantes, la toma de decisiones se hace más fácil.

El ejecutante competente busca así nuevas reglas y métodos de razonamiento para decidir sobre un plan o perspectiva. Pero estas reglas no se consiguen tan fácilmente como aquellas que los principiantes obtienen en los libros y en las clases. El problema es que el aprendiz puede encontrarse con una gran cantidad de situaciones distintas, muchas de las cuales difieren entre sí por sutilezas o matices. En efecto, hay más situaciones que las que pueden nombrarse o definirse con precisión, de manera que nadie puede prepararle al alumno una lista que indique la acción a seguir en cada situación posible. Los ejecutantes competentes, por lo tanto, deben decidir por sí mismos qué plan elegir, sin poder estar seguros de que éste será el adecuado en esa situación particular. Ahora bien, el encarar esto causa más temor que fatiga, y el alumno siente una gran responsabilidad por sus actos. Antes de esta etapa, si las reglas aprendidas no funcionaban, el ejecutante podía racionalizar la situación diciéndose que no había recibido reglas lo suficientemente buenas, en lugar de sentir remordimiento por haber cometido un error. Por supuesto, en esta etapa las cosas suelen funcionar bien, y el principiante experimenta una especie de júbilo desconocido anteriormente; así, los alumnos sienten como si se deslizaran en un suave tobogán emocional.

Un conductor competente que sale de la carretera en una rampa en curva, luego de tomar en cuenta la velocidad, las condiciones del pavimento, la circulación de esa hora, etc., puede concluir que va demasiado rápido. Entonces debe decidir si disminuir la presión sobre el acelerador, retirar totalmente el pie o presionar el freno. Se siente aliviado cuando pasa la curva sin desviarse, y alterado si comienza a patinar.

El ajedrecista clase A, clasificado aquí como competente, puede concluir, después de estudiar una posición, que su oponente ha debilitado las defensas del rey, de manera que un ataque al rey es un objetivo factible. Si opta por el ataque, ignora los elementos que implican crear debilidad en sus propias posiciones a raíz del ataque y desprecia las pérdidas de piezas no esenciales para el ataque. Eliminar las piezas que defienden al rey contrario pasa a ser lo fundamental. Los planes que se llevan a cabo con éxito provocan euforia, en tanto que los errores se sienten como un vacío en el estómago.

A medida que el ejecutante competente se compromete emocionalmente más y más en sus tareas, se hace cada vez más difícil dar marcha atrás y adoptar la actitud “desapegada” (*detached*) del principiante que sigue reglas. Aun cuando podría parecer que esta interferencia de origen emocional en la comprobación imparcial de reglas y en el progreso puede inhibir el desarrollo ulterior de la habilidad, de hecho parece ocurrir lo contrario. Como veremos más adelante, si la actitud desapegada de seguir reglas que tienen el aprendiz y el principiante avanzado se ve reemplazada por el compromiso, la persona estará en condiciones de lograr un desarrollo mayor, en tanto que la resistencia a la temible aceptación del riesgo y la responsabilidad pueden conducir al estancamiento y, en última instancia, al tedio y la regresión.

## Etapa 4: Diestro (Proficient)<sup>19</sup>

Supongamos que el alumno vive los sucesos con interés a medida que practica su habilidad, y que como resultado tanto de las experiencias negativas como de las positivas, las respuestas se fortalecen o se inhiben. Si esto sucede, la teoría aprendida por el ejecutante representada por reglas y principios irá siendo reemplazada gradualmente por discriminaciones situacionales acompañadas de las respuestas correspondientes. La destreza (*proficiency*) parece desarrollarse sólo si la experiencia se asimila en esta forma atórica y la conducta intuitiva reemplaza las respuestas razonadas.

A medida que el cerebro del ejecutante adquiere la habilidad de discriminar en una variedad de situaciones a las que se enfrenta con interés y compromiso, los planes se recuerdan intuitivamente y determinados aspectos destacan como importantes sin que el alumno se detenga para elegir entre esos planes o para decidir adoptar tal perspectiva. La acción se hace más fácil y menos tensional en la medida en que el

<sup>19</sup> De aquí en adelante “*proficient*” se traduce como “diestro”.

alumno simplemente ve lo que es necesario lograr en lugar de decidir, a través de un procedimiento de cálculo, cuál de varias posibles alternativas ha de escoger. Hay menos dudas acerca de si lo que se pretende hacer es lo apropiado cuando el objetivo es evidente, que en el caso del ganador de una competición compleja. De hecho, en el momento en que se da una respuesta intuitiva comprometida ya no puede haber dudas, puesto que la duda surge únicamente cuando hay una evaluación imparcial (no emocional) de la ejecución.

Recordemos que el ejecutante experimentado y comprometido ve los objetivos y los hechos prominentes, pero no lo que ha de hacerse para alcanzar esos objetivos. Ello es inevitable, puesto que hay muchas menos maneras de ver lo que está sucediendo que formas de responder. El ejecutante diestro simplemente no tiene aún bastante experiencia con la amplia variedad de respuestas posibles a cada una de las situaciones que ahora puede discriminar como para llegar a la respuesta mejor de un modo automático. Por esta razón, viendo el objetivo y los elementos importantes de la situación, aún debe “decidir” qué hacer. Para hacerlo, vuelve a recurrir a la determinación imparcial de las acciones, basándose en las reglas.

El conductor diestro, al aproximarse a una curva en un día lluvioso, puede darse cuenta, de un modo intuitivo, de que va peligrosamente rápido. Entonces decide conscientemente si usar los frenos o sólo reducir hasta cierto grado la presión sobre el acelerador. Pueden perderse valiosos instantes mientras se toma conscientemente una decisión, o bien la presión del tiempo puede inducir una decisión que no es la óptima. Pero, sin duda, este conductor tiene más probabilidades de pasar la curva con seguridad que el conductor competente, que emplea tiempo adicional en “concluir” sobre la base de la velocidad, el ángulo de la curva y las fuerzas gravitacionales que siente que el auto va a una velocidad excesiva.

El ajedrecista diestro, clasificado como maestro, puede reconocer un vasto repertorio de tipos de posiciones. Al reconocer casi de inmediato y sin esfuerzo consciente el sentido de una posición, se dedica a calcular el mejor movimiento para lograr su objetivo. Puede saber, por ejemplo, que es el momento de atacar, pero debe reflexionar acerca de cómo hacerlo mejor.

## **Etapas 5: Experto**

El ejecutante diestro, inmerso en el mundo de su hábil actividad, “ve” lo que ha de hacerse, pero “decide” cómo hacerlo. Con experiencia suficiente respecto de una variedad de situaciones, vistas todas desde la misma perspectiva pero exigiendo diferentes decisiones tácticas, el ejecutante diestro descompone gradualmente tales clases de situaciones en subclases, cada una de las cuales comparte la misma

decisión, acción individual o táctica. Esto permite la respuesta intuitiva inmediata a cada situación que es característica de la pericia.

El ajedrecista experto, clasificado como maestro o gran maestro internacional, en la mayoría de las situaciones intuye claramente la situación y la mejor jugada. Los ajedrecistas sobresalientes pueden jugar a razón de 5-10 segundos por movimiento e incluso más rápido, sin una disminución seria de su rendimiento. A esta velocidad deben depender casi por completo de la intuición, y casi nada del análisis y de la comparación de alternativas. Para esta actuación experta, la cantidad de clases de situaciones discriminables, estructuradas sobre la base de la experiencia, debe ser enorme. Se ha estimado que un maestro ajedrecista puede distinguir unos 50.000 tipos de posiciones.

La conducción de un automóvil probablemente implica la habilidad de discriminar una cantidad similar de situaciones típicas. El conductor experto, por lo general sin darse cuenta de ello, no sólo sabe por intuición y costumbre cuándo una rampa de salida exige disminuir la velocidad, también sabe cómo realizar la acción adecuada sin necesidad de calcular ni comparar alternativas. Lo que debe hacerse, simplemente se hace.

Al parecer, un principiante calcula haciendo uso de reglas y hechos exactamente como una computadora programada heurísticamente, pero con talento y una gran cantidad de experiencia y compromiso, el principiante avanza hasta llegar a ser un experto que intuye lo que debe hacer sin aplicar reglas. La tradición describe en forma certera cómo el principiante y el experto encaran situaciones desusadas, pero por lo general el experto no “calcula”. No “resuelve problemas”. Hace lo que normalmente funciona y, por cierto, normalmente funciona.

La fenomenología de la adquisición de habilidades que he presentado nos permite comprender por qué los ingenieros del conocimiento, desde Sócrates hasta Samuel y Feigenbaum, han tenido tantos problemas para lograr que el experto enuncie las reglas que emplea. *¡El experto simplemente no sigue regla alguna!* Hace exactamente lo que Feigenbaum temía que hiciera: discrimina miles de casos especiales. Esto explica, a su vez, por qué los sistemas expertos nunca son tan buenos como los expertos. Si preguntamos a un experto por las reglas, de hecho lo obligaremos a retroceder al nivel de un principiante y a enunciar las reglas que aún recuerda pero que ya no usa. Si programamos estas reglas en una computadora, podemos emplear la velocidad y la precisión de la computadora, y su capacidad de almacenar y acceder a millones de datos para que supere a un principiante humano que usa las mismas reglas. Pero ninguna cantidad de reglas o datos puede abarcar

el conocimiento que posee un experto cuando ha almacenado su experiencia relativa a los resultados reales de decenas de miles de situaciones.

Este cuadro idealizado del hábil experto enfrentando la realidad podría sugerir que los expertos no necesitan pensar y que siempre tienen la razón. Desde luego, no es así. Si bien la mayor parte del trabajo experto es espontánea y no reflexiva, los mejores expertos, cuando el tiempo lo permite, piensan antes de actuar. Sin embargo, normalmente no piensan en sus reglas para elegir objetivos, ni en las razones para optar por determinados cursos de acción posibles, puesto que si lo hicieran retrocederían al nivel de la competencia. En lugar de ello, reflexionan sobre el objetivo o perspectiva que les parece más evidente y sobre la acción que parece apropiada para alcanzar tal objetivo.

Llamemos al tipo de razonamiento por inferencia que usan el aprendiz, el principiante avanzado y el ejecutador competente cuando aplican y mejoran sus teorías y reglas, “*racionalidad calculatoria*”, y a lo que hacen los expertos cuando tienen tiempo, “*racionalidad deliberativa*”. La racionalidad deliberativa es una observación fría y razonada de la propia conducta intuitiva, basada en la práctica, con vistas a desafiar y tal vez a mejorar la intuición sin reemplazarla por la acción característica del aprendiz, el principiante avanzado o el ejecutante competente que se basa exclusivamente en la teoría.

A veces, por ejemplo, debido a una secuencia de acontecimientos, nos vemos predispuestos a ver una situación desde una perspectiva inadecuada. Ver un suceso de una manera en lugar de otra, casi igual de razonable, puede llevarnos a ver el suceso siguiente en forma totalmente distinta de cómo se habría interpretado ese acontecimiento si en el primer caso se hubiera elegido la otra alternativa. Después de varios sucesos de este tipo, podemos llegar a una visión de la situación totalmente distinta de la que habríamos tenido si al comienzo hubiéramos escogido otra perspectiva razonable. Quedar atrapado en una perspectiva particular cuando existe otra igualmente razonable o más, es lo que se llama “*visión en túnel*”. Un experto tratará de protegerse contra esto procurando ver la situación de distintas maneras, a veces a través de la reflexión y a veces consultando a otros y tratando de simpatizar con sus opiniones, que tal vez difieren de las suyas. Ahora debería estar claro que el experto usa la intuición, no el cálculo, incluso al reflexionar.

Si ésta fuera nada más que una discusión académica, podríamos terminarla aquí, simplemente corrigiendo la explicación tradicional de la pericia mediante el reemplazo de la racionalidad calculatoria por la racionalidad deliberativa. Si fuera nada más que un asunto de negocios, podríamos vender acciones de las empresas de sistemas expertos. En realidad, ello habría sido una buena idea, ya que casi todas

se han retirado de los negocios. Pero no podemos ser tan informales. El cuadro socrático de la razón sirve de base a un movimiento general hacia la racionalidad calculatoria en nuestra cultura, y ese movimiento trae consigo graves peligros.

El carácter cada vez más burocrático de la sociedad acentúa el peligro de que en el futuro la destreza y la pericia se pierdan por exceso de confianza en la racionalidad calculatoria. Hoy, como siempre, quienes toman las decisiones en forma individual, comprenden sus situaciones y responden a ellas intuitivamente, según lo descrito para los más altos niveles de mi modelo de adquisición de habilidades. Pero cuando en una decisión participa más de una persona, el éxito de la ciencia y la disponibilidad de las computadoras tienden a favorecer el modo desapegado de la descripción de problemas, característico de la racionalidad calculatoria. Se desea que una decisión que afecta al público sea explícita y lógica, de modo que la discusión racional pueda orientarse hacia la importancia y la validez de los elementos aislados que se emplean en el análisis. Pero, como hemos visto, la experiencia viene acompañada de una preocupación decreciente por la evaluación acuciosa de los elementos aislados. Los expertos no tienen pericia en evaluar elementos.

Por ejemplo, los jueces y los ciudadanos comunes que se desempeñan como jurado desconfían cada vez más de todo lo que no sea evidencia “científica”. Un experto en balística que declara haber visto miles de balas y los tambores desde donde fueron disparadas, y que no abriga la menor duda de que la bala en cuestión provino del arma presentada como evidencia, será ridiculizado por el abogado de la parte contraria e ignorado por el jurado. En lugar de ello, el experto debe hablar de las marcas individuales que aparecen en la bala y en el arma, y relacionarlas por medio de reglas y principios que demuestren que sólo el arma en cuestión pudo marcar la bala de esa manera. Pero él no es experto en eso. Si tiene experiencia en procedimientos legales, sabrá cómo construir argumentos que convenzan al jurado, pero no le dirá al tribunal lo que sabe por intuición, porque el jurado va a evaluarlo sobre la base de su racionalidad “científica”, y no según sus antecedentes y su buen criterio. El resultado de ello es que se ignora a expertos sabios pero honestos, y en cambio se busca a autoridades no expertas que tienen experiencia en presentar testimonios legales convincentes. Lo mismo sucede con la sustanciación de casos psiquiátricos, los auto sumarios médicos y otras situaciones en que testifican expertos técnicos. La forma pasa a ser más importante que el contenido.

Resulta irónico que los jueces que conocen una causa esperen que los testigos expertos racionalicen su testimonio, ya que cuando dictan una sentencia que implica conceptos contradictorios acerca de lo que es la materia central de un caso y, en consecuencia, acerca de cuál es la jurisprudencia apropiada a seguir, los jueces rara vez o nunca tratan de explicar su elección de los precedentes. Es de suponer que se

dan cuenta de que saben más de lo que pueden explicar, y en última instancia, que la intuición no racionalizada es lo que debe guiar su toma de decisiones; sin embargo, los abogados y los jurados raras veces conceden a los testigos igual prerrogativa.

En cada una de estas áreas, y en muchas otras, la racionalidad calculatoria, buscada por buenas razones, significa una pérdida de la pericia. Pero frente a los complejos problemas que se nos presentan, necesitamos toda la sabiduría que podamos hallar. Por consiguiente, la sociedad debe diferenciar claramente entre sus miembros que poseen pericia intuitiva y aquellos que sólo tienen racionalidad calculatoria. Debe procurar que los niños cultiven sus capacidades intuitivas a fin de que puedan llegar a ser expertos, y no alentarlos a razonar por cálculo y, con ello, que se transformen en máquinas humanas lógicas. En general, para preservar la pericia debemos promover la intuición en todos los niveles de la toma de decisiones; de lo contrario la sabiduría pasará a ser una especie amenazada de conocimiento.