

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS VII JORNADAS

1997

Patricia Morey

José Ahumada

Editores



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



LÍMITES AL DESCUBRIMIENTO CIENTÍFICO COMO RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

En este trabajo se intentará evaluar en qué medida todo descubrimiento científico puede ser considerado desde la óptica de la resolución de problemas. Contrariamente a lo que se ha sostenido en las defensas usuales de este programa de investigación, en las se mezclan tanto justificaciones teóricas como pragmáticas, en este trabajo sostengo que dada la escasa producción de simulaciones de descubrimientos complejos existe un estancamiento del programa que nos lleva a necesidad de complementarlo o reemplazarlo en algunos de sus supuestos fundamentales.

Introducción

La noción actual de resolución de problemas como búsqueda heurística tiene su origen en los trabajos de Polya en el campo matemático. Newell y Simon que fueron sus alumnos, encontraron en estas ideas una conceptualización para conclusiones similares a las que ya habían arribado en sus investigaciones en el campo administrativo. Posteriormente con el advenimiento de la computadora digital, descubren una nueva forma de representar los procesos de resolución de problemas que les permiten hacer una teoría dinámica de los mismos. Este contacto con la computación producirá con el tiempo cambios en la noción de resolución de problemas que hacen sumamente difícil compararlo con la versión de Polya, fundamentalmente por el sesgo sintáctico que exige la programación computacional. A partir de esta noción de resolución de problemas, que es una mezcla de generalizaciones sobre experimentos psicológicos y de nuevas estrategias que posibilita la computadora digital se empieza a desarrollar una teoría computacional del descubrimiento científico. Lo que por muchos años fue considerado algo misterioso, mágico y para unos pocos elegidos, dejó de serlo en lo que se refiere a las estrategias empleadas, no hay diferencia entre las estrategias que emplea el hombre común y las que emplea el científico exitoso. La única diferencia, está en la cantidad de conocimiento organizado que tiene el científico que le permite darse cuenta rápidamente de situaciones que para otros pasarían inadvertidas o les llevaría gran cantidad de tiempo de búsqueda.

¹ Este trabajo fue desarrollado en el marco de los proyectos de investigación Descubrimiento Científico y Estrategias Inductivas que dirige el Prof. Víctor Rodríguez. Subsidiado por CONICOR y SECYT

1. La noción de descubrimiento científico como búsqueda heurística.

En sus aspectos esenciales, decir que el descubrimiento científico es búsqueda heurística implica reconocer que todo o casi todo descubrimiento puede ser derivarse a partir de los siguientes principios:

- 1) El descubrimiento científico tiene como método básico la búsqueda selectiva
- 2) Que usa heurística tanto general como particular al dominio,
- 3) Que el análisis medio-fin juega un rol importante en el análisis y el razonamiento
- 4) La efectividad en el descubrimiento depende de la capacidad de reconocimiento que tiene el experto (familiarización y olvido selectivo).²

La generalidad de estos principios hacen difícil una contrastación directa, además gran parte de las críticas que se le han realizado caen en generalidades parecidas (fundamentalmente la que provienen de la psicología de la Gestalt) que impiden una evaluación constructiva. Para evitar esto, propongo conceder que hay un conjunto de resultados que han sido exitosos, como ocurre con aquellos programas que hacen inducciones empíricas de leyes a partir de datos cuantitativos y cualitativos (programas BACON, KEKADA, GLAUBER, DALTON) pero reconociendo la observación de Laudan que por simular descubrimientos que pertenecen a los primeros estadios de la ciencia su normatividad o valor epistemológico no puede ser extrapolado a periodos cuya actividad científica no es completamente reducible a una metodología de tipo inductiva. En otras palabras, los programas de simulación de Simon no van más allá de esta primera etapa que Laudan caracteriza en *The Progress and its Problems* como garantizantes *a priori* de la validez de resultados. Los BACON, GLAUBER y DALTON, por ser programas fundamentalmente guiado por los datos no parecen ir mas allá del período que indica Laudan. En el caso del Kekada, a pesar de ser un ejemplo de este siglo y contar con un gran número de heurísticas, no usa conocimiento de base con términos teóricos complejos.

La concesión que anteriormente mencioné, supone que los datos están ya representados y por lo tanto, no constituyen una teoría completa que va de los inputs (sensores) a outputs: las leyes. No simulan la creatividad pero si muestran cómo casos históricos diferentes pueden verse en algunas etapas como subproductos de estrategias comunes. Una alternativa fuerte sería mostrar un caso histórico o experimento que involucren tareas científicas que no pueda ser concebido como resolución de problemas. En esta dirección podemos citar el trabajo *Feeling on knowing in memory and problem solving*³, quien considera como un supuesto fundamental de la teoría de resolución de

²Simon, H. *Scientific Discovery as Problem Solving .Replics to critics*.International Studies in the Philosophy of Science, vol. 6, Nro 1, 1992.

³Metcalf, J. *Feeling of knowing in memory and problem solving*. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 12 pag. 288-294. (1986)

problemas la dependencia de la experiencia pasada. Si la teoría de resolución de problemas depende de experiencias pasadas debería en todos los casos poder predecir su rendimiento pero, como esto no siempre ocurre debemos abandonar la pretensión de resolver con reglas e información cualquier problema que se nos presente. Un inconveniente que presenta esta crítica es que supone que los datos iniciales del problema no tienen la información estructural suficiente como para hacer predecible su resolución.

2. La inexistencia de un conjunto general de reglas que pueda dar cuenta de todos los descubrimientos posibles.

No hay en principio evidencias que excluya la necesidad de ampliar el número de reglas heurística para realizar nuevos descubrimientos. A la larga, esto puede llevar a que la cantidad de reglas heurística no converja a un número estable como para pensar en una teoría general. Una salida sería suplementarle aprendizaje de modo tal que se puedan modificar no sólo el espacio del problema sino también las reglas heurísticas que trabajan sobre este espacio, pero, para poder lograrse esto, debería abandonarse la hipótesis de símbolos físicos sobre la cual se construyó la teoría de resolución de problemas de Simon-Newell. La necesidad de incorporar el aprendizaje no altera los principios de la teoría de resolución de problemas sino que exige un cambio de la arquitectura sobre la cual está montada.

3. Inducción y descubrimiento

Una de las objeciones que más ha influenciado dentro de la filosofía de la ciencia es la que sostiene que hasta que no se solucione el problema clásico de la inducción no tiene sentido tratar de construir una lógica del descubrimiento. Una versión más contemporánea y que tuvo mucha influencia en el positivismo lógico fue pensar que los fracasos en la construcción de una lógica inductiva hace totalmente superfluas las aspiraciones de construir una lógica del descubrimiento. La teoría de resolución de problemas ha evadido estas limitaciones confiando en que una gradual simulación computacional de descubrimientos aumentaría (bayesianamente) la probabilidad de éxitos para casos nuevos. Al optar Simon por esta salida, abandona toda pretensión de construir una epistemología a priori del descubrimiento científico, línea de investigación que por otro lado, ha sido seguida por Glymour-Kelly⁴. Estas consideraciones si bien no invalidan el aspecto metodológico del programa de Simon ponen en duda el valor epistemológico de las mismas. La construcción de una teoría normativa del descubrimiento científico puede no ser epistemológica bajo algunas concepciones epistemológicas que no son estrictamente ni positivista o ni popperianas.

⁴en *The Logic of Reliable Inference*. Kelly, K. Oxford University Press. 1996.

4. Reglas heurísticas.

¿Son las búsquedas heurísticas, el fundamento del descubrimiento científico o se necesitan otras suposiciones? En este sentido Simon expresa lo siguiente: El procedimiento completo de búsqueda heurística descanza sobre una suposición (usualmente no expresada) de la simplicidad de la naturaleza: una suposición de que el fenómeno bajo estudio posee alguna estructura o legalidad. En este contexto las heurísticas son estructuras que captan otras estructuras que están en la naturaleza, si esta interpretación es válida, la suposición de simplicidad nos lleva directamente a considerar seriamente la posibilidad de incorporar la noción de patterns como fundamento de las reglas heurísticas. Estas consideraciones podrían tener efectos importantes en el debate sobre la existencia o no de una lógica del descubrimiento puesto que dejaría abierto el camino a interpretaciones tipo Gestálticas, usualmente consideradas como factores psicológicos que apartan al descubrimiento del ámbito de la filosofía de la ciencia.

A. Milosavljevic⁵ propone reemplazar el principio de simplicidad por la codificación más concisa de los datos observados, pero creo, que su propuesta si bien no supone un agente gestáltico también se apoya en la noción de patterns.

5. El problema de la representación:

La representación y cambios de representación ha sido una de las tareas más difíciles de derivar a partir de una teoría de resolución de problemas, en la década del 70 Simon advierte que va a ser una de las áreas de mayor trabajo en los años venideros, veinte años después en *Machine Discovery*⁶, dice exactamente lo mismo, no habiendo durante todos estos años ningún progreso significativo. El cambio de representación por ser un proceso que ocurre por lo general repentinamente, puede constituir un obstáculo serio al carácter incremental del descubrimiento científico y con ello a la teoría de resolución de problemas. Una primera aproximación a los conceptos de inspiración, intuición e *insight*, que se han reportado en casi todas las biografías de científicos famosos y se han usado en contra de una reconstrucción racional de descubrimiento científico, podría comenzar por definir estas nociones en base a la noción de representación y cambios de representación.

Para resolver un problema primero hay que representarlo, como no existe una representación general para todos los problemas posibles surge la necesidad de que los programas que intentan simular la actividad científica cuenten con mecanismo para ofrecer la representación adecuada. Este problema ha tomado una nueva dimensión después de la aparición de sistemas conexionistas que, a diferencia de los sistemas simbólicos de procesamiento de información, no necesitarían ser reprogramados para representar una

⁵Milosavljevic, A. *The Discovery Process as a Search for Concise Encoding of Observed Data* Foundations of Science, Vol. 1, 1995/1996

⁶Simon, H. *Machine Discovery*, Foundations of Science, vol. 1 1995/96.

situación no contemplada al momento de diseñarse el sistema. Si bien esta arquitectura no está lo suficientemente desarrollada como para ser aplicada en la modelización del descubrimiento científico, ofrece alguna evidencia de que es posible incorporar aprendizaje o flexibilidad a un sistema computacional. Visto desde la perspectiva de los sistemas conexionistas o desde sistemas subsimbólicos o desde casi todos los sistemas que han tenido en cuenta la percepción, los programas antes citados son demasiado elevados y aunque tengan éxito, no nos permiten comprender los verdaderos procesos a las que la simulación está dirigida. Tanto Marr, como Hodsftater sostienen estos puntos de vista y proponen que se trabaje sobre cuestiones más básicas (visión, serie de números, reconocimiento de letras, etc), nociones que por estar presupuestas (puestas por el programador) en las simulaciones, le confieren a las mismas una innecesaria autonomía.

La generación de representaciones adecuadas a distintos contextos no pueden derivarse completamente de los cuatro principios que caracterizan a la noción de resolución de problemas, en primer lugar por la inflexibilidad de la arquitectura sobre la cual están contruidos y en segundo lugar porque requeriría como principio extra, la detección autónoma de *patterns*

6. El *insight* en la teoría de resolución de problemas:

Para la teoría de resolución de problemas la familiarización y el olvido selectivo son mecanismos suficientes para dar cuenta del *insight* científico. Esta noción cuya traducción no es directa, puede ser caracterizada como la comprensión repentina o instantánea que los expertos tienen en situaciones que a otras personas no entrenadas le demandarían mucho tiempo o inclusive le sería imposible lograrla. En casos como el diagnóstico médico o el de los grandes maestros de ajedrez, esta interpretación parecería en principio válida pero, en casos de *insight* por cambios de representación no parecería que el conocimiento del dominio sea siempre relevante, más bien en algunos casos puede ser perjudicial. En el caso del descubrimiento de Krep del ciclo de la Urea, el hecho de ser un principiante en el campo, le permitió usar técnicas no estandarizadas que a su vez, le permitió ver el objeto de estudio desde una perspectiva completamente diferente. Podríamos considerar este caso, como un contraejemplo a la *recognition* de H. Simon para comprender la resolución repentina de problemas.

Para concluir se podría decir que, la teoría de resolución de problemas en su formulación clásica, no parece ofrecer una estructura convincente como teoría general del descubrimiento científico. Las actividades cognitivas ligadas a la percepción y, en particular, los cambios de representación constituyen actividades irreductibles a los principios que sustentan la teoría de resolución de problemas. Una posibilidad es cambiar la arquitectura simbólica (procesamiento de información) sobre la cual estaba armada la teoría clásica. Independientemente del éxito que pueda tener esta modificación en cuanto a resultados prácticos (mejores máquinas de descubrir), no es claro cómo sobrevivirá la racionalidad del concepto de resolución de problema.

Bibliografia

Polya, G. (1957) *How to solve it*. Princeton. University Press.

Simon, H. (1983) *Search and Reasoning in Problem Solving*, Artificial Intelligence 21. North Holland.

Simon, H. (1990) *In Search and Insight*. Cognitive Psychology.

Simon, H. (1992) *Scientific Discovery as problem solving: reply to crincs*. International Studies in the Philosophy of Science. Vol. 6.

Simon, H. (1992) *Scientific Discovery as problem solving*. International Studies in the Philosophy of Science. Vol. 6.

Simon, H. (1994) *Artificial Intelligence an Empirical Science*. Carnegie Mellon University.

Valdes Peres, R. *Generic Tasks of Scientific Discovery* Working Notes of AAAI Spring Symposium on Systematic Methods of Scientific Discovery, 1995.