

TEMA 8 – SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

1. INTRODUCCIÓN

La ***solución de problemas*** hace referencia a una de las manifestaciones del pensamiento más extendidas y con un rango muy amplio de aplicaciones. Impregna todo aquello que se encuentra relacionado con nuestra actividad cotidiana. Esta capacidad nuestra forma parte de nuestro repertorio de procesos cognitivos básicos en distintos dominios de conocimiento, estando implicados procesos básicos, como, percepción, memoria, categorización, razonamiento, lenguaje, aprendizaje,... asociada la misma a la inteligencia y la creatividad de uno. La solución de problemas comprende cualquier situación en la que se tiene una meta y se desconoce cómo poder alcanzarla. Las personas intentaremos con mayor o menor éxito el objetivo.

Para abordar el estudio de este proceso de solución hace falta partir del análisis de al menos 4 componentes:

- 1- estado inicial de conocimientos,
- 2- estado meta que se quiere conseguir,
- 3- los procedimientos, acciones u operaciones que se pueden utilizar para ello, y
- 4- las limitaciones directas e indirectas impuestas por el contexto.

Cuando nos enfrentamos a un problema partimos de un estado inicial, tenemos un estado meta al que queremos llegar y unas imposiciones que se deben respetar para alcanzar la meta. *Por ejemplo, tenemos un problema si se presentan inesperadamente unos familiares, la despensa está vacía y no tenemos presupuesto como para salir al restaurante. El estado inicial será no tener cena, prepararla sería el estado meta y la imposición es hacerlo con lo que encontremos en la despensa. Por solución se entiende **el procedimiento que se ha empleado para alcanzar la meta**, pero sería más adecuado utilizar el término **solución** para denotar el **producto final del proceso** (estado meta) y el término **resolución** para hacer referencia al procedimiento.*

2. EL LEGADO DE LA PSICOLOGÍA DE LA GESTALT

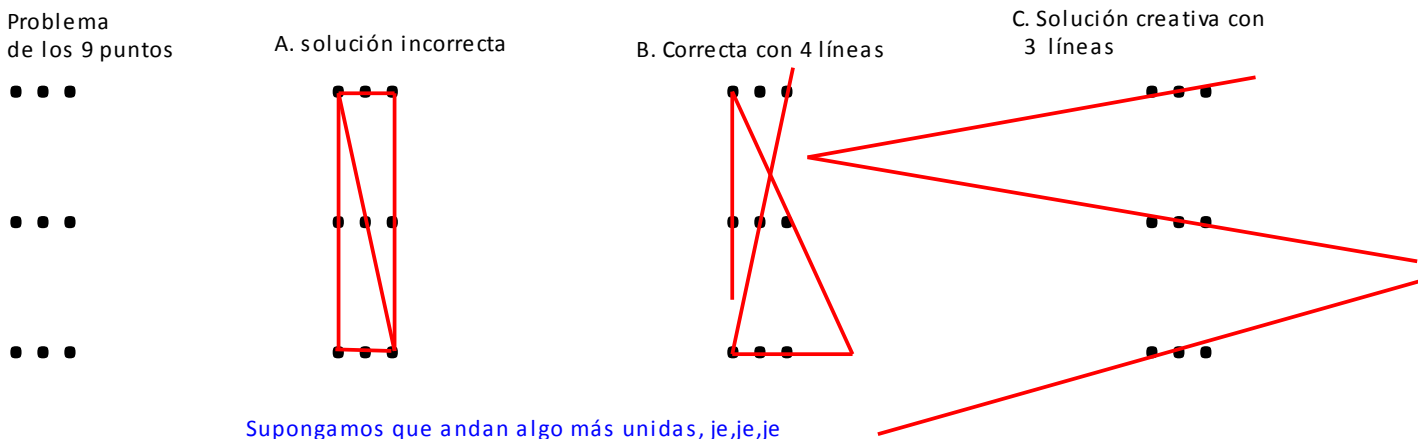
La **psicología de la Gestalt** ofreció alternativa a la psico experimental iniciada por **Wundt (1911)** y al conductismo norteamericano de **Watson,1930**. Enfoque contrario al método analítico defendiendo que la totalidad no podía entenderse como la mera suma de sus partes constituyentes, sino en términos de sus interrelaciones en dicha totalidad de la que forman parte. **Wundt** desautorizada la utilización del método introspectivo (procedimiento rigurosos de esos años con los que contaba la psicología del momento). Su argumento se basaba en las interferencias y sesgos potenciales producidos por el propio análisis introspectivo del pensamiento. La **Gestalt** se centra en el uso de protocolos verbales que pudieran exteriorizar el pensamiento libres de interferencias.

Frente al enfoque asociacionista (conductismo) que explicaba la solución de problemas como una conducta observable basada en el número y fuerza de las conexiones estímulo-respuesta, la Gestalt se interesó por la obtención de soluciones ante situaciones no conocidas. Según el conductista, el sujeto intentaría resolver recurriendo a sus conocimientos o experiencias previas en las

que hubiera obtenidos buenos resultados. Contaría con un conjunto de recursos (asociaciones estímulo-respuesta), para afrontar nuevas situaciones y de no existir éstas, procedería por ensayo-error. Al contrario, la Gestalt defendía que el aspecto esencial del proceso era la transformación o reorganización súbita de los aspectos críticos del problema.

“**Gestalt**” es término que se traduce como *configuración, estructura, forma...* pero ninguno transmite el carácter dinámico del concepto alemán, pues significa **totalidad integrada y articulada** en la que la naturaleza, el lugar, el papel y la función de cada una de sus partes son lo que son por la propia naturaleza de la totalidad (**Wertheimer**). El autor lo explicaba como *la pompa de jabón*: donde el grosor de la textura jabonosa debía ser uniforme en toda la estructura, en interacción dinámica y con la propia totalidad, de tal forma que pinchada, se presentaba el cambio en la estructura de la misma ([¡claro!](#)).

Según el principio de la **pregnancia**, en las totalidades, existe una organización inherente caracterizada por ser la más simple y la mejor organización posible con coherencia y sentido. Sin embargo, en el proceso de **solución de problemas** se parte de situación opaca, confusa y sin sentido. Por medio de la **reorganización** se podrá alcanzar una mejor comprensión de la naturaleza del problema. En el problema de los nueve puntos se aprecia tanto la **organización** y la **reorganización**.



En la formulación del problema de los nueve puntos se pide conectar todos los puntos con cuatro líneas o menos sin levantar el lápiz del papel. Resulta difícil por el **el principio de pregnancia**, que impone la organización de los nueve puntos en un cuadrado como la forma más coherente y sencilla. Las personas asumimos que las líneas deben dibujarse dentro de esos límites imaginarios haciendo su resolución. Cuando se logra romper esta organización, se puede reorganizar diferente.

En 1945, **Wertheimer** distingue entre **pensamiento reproductivo y productivo**. El reproductivo es un proceso automático que aplica ciegamente los conocimientos y procedimientos aprendidos. El pensamiento productivo es dinámico que avanza constantemente hasta conseguir aprehender la raíz de la situación planteada en el problema. Por medio del productivo se reorganizan aspectos esenciales de la situación y se puede diferenciar lo relevante de lo irrelevante. Se da una experiencia fenomenológica del “*¡ah, ya lo tengo!*”. **Insight** o comprensión súbita, hace referencia al paso de ese estado inicial confuso a otro en el que se obtiene una comprensión de la naturaleza del problema y su posible solución. El pensamiento reproductivo se aplica mecánicamente y puede llegar a ser incluso obstáculo para el descubrimiento de una estrategia de solución mejor y más simple del mismo problema.

Dunker,1945 discípulo del anterior, publicó uno de los estudios más completo sobre la **solución de**

problemas. Durante la realización de la tarea se pedía a los sujetos que pensarán en voz alta mientras resolvían el problema con el fin de analizar cómo los sujetos progresaban hacia la solución. Las soluciones se desarrollaban por medio de las inferencias establecidas entre una representación mental del problema y la generación y evaluación de un conjunto de soluciones posibles.

El término **fijación funcional** fue utilizado para describir esta adherencia a procedimientos u organizaciones anteriores que impiden o bloquean una nueva reorganización de la situación. Este es opuesto al de **insight** pues hace referencia al bloqueo mental y en este sentido el aprendizaje previo interfiere en la reorganización necesaria para resolver el problema. En el “problema de las cajas” de Dunker se presentaba una vela, una caja de cerillas y chinchetas y se pedía a los sujetos que fijaran la vela encendida en un tablón. Problema que no resultaba nada fácil resolver. La solución surge cuando se cambia la función contenedora de la caja de cerillas por la función de soporte que puede fijarse al tablón con las chinchetas. Ilustra el ej. el cómo el uso habitual de la cajita genera fijación funcional, bloqueando las posibles utilidades distintas.

Luchins, 1942 demostró cómo la aplicación repetitiva del mismo procedimiento para resolver un problema puede bloquear la aplicación de otros procedimientos alternativos y más eficaces. Utilizó el problema de las jarras de agua y la tarea de los sujetos consistía en obtener una cantidad determinada de agua utilizando para ello tres jarras con diferentes medidas. Este conjunto de problemas recibió el nombre de **einstellung** (actitud) para denotar esa disposición hacia la utilización de procedimientos conocidos. Después de esta primera tarea, se presentaba otro grupo de problemas denominados **críticos** porque podían ser resueltos por otro procedimiento más rápido.

GRUPO	SOLUCIÓN EINSTELLUNG	SOLUCIÓN DIRECTA	SIN SOLUCIÓN
Control (niños)	1%	89%	10%
Experimental (niños)	72 %	24%	4%
Control (adultos)	0%	100%	0%
Experimental (adultos)	74%	26%	0%

El diseño básico de este experimento lo aplicó Luchins a más de 900 sujetos encontrando los mismos resultados del **efecto einstellung**: aplicación mecanizada de un procedimiento ya aprendido y la consiguiente

generación de un estado mental ciego en el planteamiento del problema. Conviene señalar que la aplicación mecanizada de aprendizajes anteriores no solo es útil y eficaz, sino necesaria para resolver problemas similares. Desafortunadamente, también puede convertirse en un obstáculo en la solución de problemas nuevos o en el descubrimiento de innovaciones en los procedimientos de resolución aprendidos.

Los estudios sobre **fijación funcional** de **Dunker** fueron bien recibidos por la comunidad científica de la época aunque su trabajo fuera más amplio a otros campos.

Ejemplo: *Si una persona tiene un tumor de estómago inoperable y existen unos rayos de alta intensidad que destruyen el tejido orgánico, ¿cuál sería el procedimiento para eliminar el tumor con la aplicación de estos rayos, pero evitando al mismo tiempo la destrucción del tejido sano que lo rodea?*

Los sujetos que participaron en las sesiones debían resolver el problema pensando en voz alta todo aquello que se les iba ocurriendo mientras intentaban llegar a una solución. El método de pensar en alto es distinto al introspectivo porque en el primero el sujeto se encuentra centrado en el problema y verbalizando su pensamiento, mientras que en otro el sujeto pensante se convierte en objeto de su propia atención. **Dunker** encontró que generalmente la solución no se alcanza en un solo paso sino en varios a partir de la obtención de las propiedades esenciales o el principio general de

la solución. A este principio lo denominó **valor funcional de la solución**, y consiste en una reformulación del problema original, pues la solución final se alcanza a medida que este ppo gral se va concretando en cada paso. Su interés era conocer cómo se desarrollaba y se integraba una solución dentro del sistema de conocimiento del propio sujeto y no tanto en la viabilidad de las propuestas de solución en sí mismas.

Las distintas propuestas de solución que daba el sujeto, según iba pensando en voz alta, se agruparon en tres principios generales:

1. evitar el contacto entre los rayos y el tejido sano;
2. la inmunización del tejido sano; y
3. la reducción de la intensidad de los rayos en su trayecto por el tejido sano.

A partir de estos se desarrollaban otras fases mediadoras más concretas encaminadas hacia la solución del problema. Estas fases reformulaban el problema original en otro más concreto. En el caso de la primera fase, el problema se concretó en la búsqueda de una vía libre hacia el estómago con el fin de evitar dicho contacto y se encontró como solución el esófago. Según Dunker: *[...]cada una de las fases posee en sentido retrospectivo el carácter de una solución y en sentido prospectivo, el de un problema”.*

Lo habitual era encontrar que el sujeto iba tanteando de forma alternativa la viabilidad de los principios gales y de las distintas fases mediadoras. Por ejemplo, un sujeto podía empezar desde arriba con el principio, para luego volver a retomarlo en la fase en que lo dejó. Podría empezar desde abajo porque conocía soluciones semejantes que podrían aplicarse a la situación planteada por el problema, o incluso las restricciones de éste, podían sugerir una solución como el estar el tumor situado en el estómago podría contemplar la solución del esófago por proximidad anatómica. Las aportaciones de la **psicología de la Gestalt** contribuyeron a que la psicología cognitiva desarrollara el estudio de la solución de problemas como búsqueda de las interrelaciones entre las partes del problema que diera como resultado una comprensión estructural del mismo.

3. PROCESO DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

A partir de los ´60 del S.XX el enfoque del PI sustentó el marco teórico y metodológico de la investigación sobre la solución de problemas. Los modelos computacionales ofrecían su descripción y explicación dentro del marco formal y riguroso que necesitaba la psicología cognitiva. **El Solucionador General de Problemas** de **Newell y Simon, 1972** constituye el inicio y marco de referencia como proceso de búsqueda heurística y estructuración y reestructuración de la representación del problema planteado por la Gestalt.

Newell y Simon describen “**la solución de problemas**” como la interacción entre un sistema de procesamiento de la información (PI) – sistema de cómputo con almacenes de memoria, operadores, receptores sensoriales y efectores motores, con limitaciones también- , un solucionador y un ambiente de la tarea que comprende los factores externos relevantes para esa determinada situación. El solucionador al enfrentarse al ambiente representa esta situación como un *espacio* del problema, y este *espacio* es la particular representación que el sujeto hace del ambiente de tarea configurado por las interacciones entre las limitaciones del PI y el ambiente. Este espacio viene definido por los estados, los operadores, las restricciones, las funciones de evaluación y las estrategias de búsqueda.

Las investigaciones se han centrado fundamentalmente en dos aspectos: **1. los procedimientos que conducen a las soluciones**, y **2. las representaciones internas de los problemas**.

3.1. Tipos de problemas

La mayoría de estudios en el tema, coinciden en que hay al menos cuatro **componentes básicos** el proceso de solución: el **estado inicial**, estado **meta** al que se quiere llegar, una serie de **pasos** para conseguir la meta, y unas **restricciones** impuestas.

Una de las primeras clasificaciones se basaba en el grado de definición de los estados iniciales y metas de la situación. **Reitman, 1965** existían cuatro tipos: 1) donde tanto estados iniciales y meta están bien definidos, 2) problemas donde el estado inicial está bien definido y la meta no, 3) problemas donde la meta está bien definida pero no así el estado inicial, y el 4) tanto estados iniciales como meta están mal definidos.

La clasificación general más aceptada los agrupa en **bien definidos o cerrados** y **mal definidos o abiertos**. **Los bien definidos** (anagramas o ajedrez) son aquellos que contienen en sí toda la información que permite resolverlos y cuya estructura impone unas limitaciones. Se identifican con facilidad la meta, los requisitos y el punto de partida para resolver el problema y los pasos u operadores necesarios para su solución. Las personas generalmente no están familiarizadas con el dominio de conocimiento y para resolverlo utilizan estrategias generales de solución (análisis medios-fin). Los mal definidos requieren del sujeto que construya la información necesaria para alcanzar la solución. Para resolver estos (los de la vida diaria) se recurre al conocimiento y experiencia (solución de probl por analogía). Según **Simon, 1973** los procesos generales para resolverlos son los mismos y lo característico del proceso de solución de los *abiertos* es estructurar lo desestructurado, para que terminen siendo *cerrados o bien definidos*.

Greeno, 1978 propuso otra clasificación basada en los procesos empleados en la solución: **1) problemas de inducción estructural**, **2) problemas de transformación** y **3) problemas de reordenación**. Inicialmente útil esta clasificación, no todos los problemas pueden clasificarse fácilmente bajo esta tipología, pues se dará frecuentemente la combinación entre categorías.

En los **problemas de inducción estructural** se identifica el patrón de relaciones que existe entre elementos que lo conforman. Hay que descubrir las relaciones entre las partes individuales para luego poder generar una representación integrada (analogías identifican aspectos estructurales compartidos entre dos situaciones que extrapolan la solución, por ejemplo la analogía verbal es su presentación de 4 términos: *hombre es a mujer como caballo es a yegua – A:B como C:D*)

Los **problemas de transformación** se resuelven por la aplicación de unos procedimientos al estado inicial para alcanzar el estado meta gradualmente. Tenemos La torre de Hanoi donde consiste en pasar los tres discos del primer pivote A al tercero C para que quedenn en la misma disposición, sin mover más de uno a la vez y sin colocar un disco mayor encima de uno menor



En los problemas de **reordenación** la solución se obtiene por nueva disposición de los elementos en función de algún criterio. Ejemplos como rompecabezas, anagramas o la criptoaritmética.

Greeno propuso:

$\begin{array}{r} \text{DONALD} \\ + \text{GERALD} \\ \hline \text{ROBERT} \end{array}$	Donde presentaba tres nombres y los números comprendidos del 0 al 9. Consistía en sustituir letras por números de modo que el
-----------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

el resultado fuera correcto. Se suele indicar que la letra *D* corresponde al nº 5.

Solución es: Modificaron la tipología anterior en función de: 1) acción cognitiva y 2) representación cognitiva.
526485
+ 197485
723970

Tanto la acción como la representación cognitiva son necesarias y complementarias en cualquier teoría del pensamiento humano. La **acción cognitiva** comprende el conocer de las acciones que se pueden realizar y el conocimiento estratégico para establecer la meta y planificar sobre ello. La **representación cognitiva** se refiere a la representación de los objetos comprendidos en la situación, la meta del problema, operaciones y estrategias que se pueden utilizar así como a las restricciones que existan. Teniendo esto en cuenta, **Greeno y Simon, 1988** analizaron los problemas en tres categorías:

1. **problemas bien especificados:** procedimiento y metas bien definidos. Comprenden una situación inicial, un conjunto de operaciones para pasar de un estado a otro, y un estado meta. La tarea es encontrar una secuencia de acciones con la aplicación de las operaciones permitidas. Comprende además los problemas de transformación de la tipología vista antes y añade unos subtipos:
 - Problemas nuevos, dirigidos por metas de los que no se tiene conocimiento o experiencia (Torre de Hanoi)
 - Problemas familiares, con metas específicas y conocimientos específicos (pr.mates)
 - Problemas que especifican un procedimiento en lugar de una meta (ejercicios de mates en los que se pide encontrar expresiones algebraicas)
 - Problemas de representación, en los que los sujetos tienen experiencia (interpretar uno de física).

2. **problemas de diseño y reordenación:** las metas se especifican en función de criterios generales en lugar de estados o procedimientos específicos. La meta es conseguir una nueva disposición de los objetos. Comprende la categoría, problemas de reordenación de la tipología anterior, además del conjunto de problema de diseño y sus subtipos:
 - Problemas de formación de disposiciones (anagrama contiene letras desordenadas y la meta es reordenar para que formen palabra -> hocac -> cacho)
 - Problemas de modificación de disposiciones (tablero ajedrez)
 - Problemas de construcción de nueva formulación o representación (problemas de *insight*, cajas de Duncker).
 - Problemas complejos de composición y diseño (escribir ensayo, comp.musical,...)

3. **problemas de inducción:** tratan de encontrar un ppo gral coherente con los objetos o contenido del problem. Categoría que permanece igual que en la tipología anterior, analizando mayor número de problemas inductivos (inducción categórica, extrapolación de secuencias, inducción de estructuras relacionales y el diagnóstico).

En cuanto a la distinción entre **razonamiento y solución de problemas**, **Greeno y Simon** sostienen que tanto el raz.deductivo como el inductivo son procesos de solución de problemas. Según estos, hacen referencia a **tipos** de problemas y no a procesos en sí. Analizan silogismos categóricos como pertenecientes a la categoría de los probl.bien especificados (aquellos nuevos con metas específicas que no requieren conocimiento), pero los silogismos transitivos serían aquellos de problemas de inducción, puesto que la representación integrada de la información es por inducción de la

estructura ordenada de relaciones expresadas en las premisas.

Una prouesta más global es la de **Jonassen** - 2000, que considera que el análisis de los problemas ha de tener en cuenta las dimensiones:

1. características de la naturaleza del problema,
2. características del contexto en que se presenta o representa,
3. las diferencias individuales para resolverlo.

Tabla 8.2 Dimensiones explicativas de la habilidad para resolver problemas (adaptado de Jonassen, 2000)

NATURALEZA DEL PROBLEMA	REPRESENTACIÓN	DIFERENCIAS INDIVIDUALES
- Estructuración (mal o bien)	> CONTEXTO	. CONOCIMIENTO DE DOMINIO
- Complejidad	- Social	- familiaridad
- Abstracción	- Histórico	- curiosidad
(específico de dominio-abstracto)	- Cultural	- experiencia
	> INDICIOS / PISTAS	. CONOCIMIENTO ESTRUCTURAL
	> MODALIDAD	. CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL
		. CONOCIMIENTO SISTÉMICO-CONCEPTUAL
		. RAZONAMIENTO ESPECÍFICO DE DOMINIO
		. ESTILOS COGNITIVOS
		. ESTRATEGIAS GENERALES DE SOLUCIÓN PROBLEMAS
		. AUTO – CONFIANZA
		. MOTIVACIÓN/ PERSEVERANCIA

Jonassen señala que la naturaleza de los problemas varía en función de su grado de:

1. **estructuración** (sobre todo de estos en educación): presentan estado inicial bien definido, un estado meta conocido (define la naturaleza de la solución) , y conjunto de operadores que permiten resolver el problema. Pero los de la vida cotidiana y en el ámbito profesional, no suelen estar bien estructurados (elementos desconocidos, soluciones múltiples o ninguna, o incluso solución influida por otras variables alternativas) y esto implica no conocer los procedimientos necesarios para la solución, por lo que se recurre a las creencias u opiniones particulares.
2. **Complejidad** , se define por el número de elementos o variables que presenta el problema, su interrelación, el tipo de relación funcional y la estabilidad entre las propiedades. Los más complejos son aquellos dinámicos debido a la situación de tarea y sus VV inestables. Cuánto más complejo mayor será el nº de operaciones necesarias para solucionarlo y mayor carga cognitiva (memoria de trabajo). La complejidad y la estructuración se solapan. Los mal estructurados suelen ser los más complejos, aunque también pueden ser sencillos (no saber cómo vestirse para una cena,...) Los bien estructurados son menos complejos puesto existen VV con comportamient predecible (no incertidumbre) Si aumentan en complejidad es por causa de aumento de VV y operadores (cálculo para una gran infrestructura de carretera,...)
3. **abstracción** : Los bien estructurados son más abstractos por no estar en un contexto concreto y no tener contenidos específicos de dominio de conocimiento. Se resuelven con los procedimientos generales, los métodos débiles. Los métodos fuertes suelen estar mal estructurados, situados en contexto concreto y dependientes de contenido específico.

Lehman, Lempert y Nisbett, 1988 encontraron que el tipo de formación universitaria determinaba el rendimiento en diferentes tipos de problemas:

- los de psicología y medicina resolvían mejor los probl.metodológicos, estadísticos y de razonamiento condicional que los de derecho y química.
- Los resultados manifiestan que si la solución de problemas se encuentra en contexto determinado y es dependiente del contenido, se desarrollarán procedimientos tb específicos y concretos.

Sin embargo, pueden los bien estructurados situarse en contexto y dotarse de contenido (formulado como una historieta) y los mal estructurados, presentarse de forma abstracta (dilemas).

Con respecto a la representación de los problemas hay que destacar la importancia del contexto, formato y modalidad. Los probl.cotidianos y profesionales se encuentran inmersos en contextos propios (al diseñar un vídeo juego para salir al mercado de ventas con éxito, la representación de éste en el ámbito profesional será distinta de la que se tenga en el profesional. Otras variables influyentes son las posibles presiones del tiempo impuesto para resolver el problema, imposiciones reguladoras de contextos (sociales, religiosos, políticos, culturales,...) y las distintas interacciones sociales que pudieran ser según el grupo o ambiente (ambiente competitivo vs colaborativo) Además señalar el abanico de dif.individuales que pueden mediar. Hay que destacar las dimensiones afectivas y conativas (algunos estudios muestran que las actitudes y las creencias que se tienen sobre el problema y su ámbito de conocimiento , conjuntamente con el nivel de autoconfianza influyen significativamente sobre el rendimiento y la perseverancia para encontrar la solución).

3.2. Procedimientos de solución de problemas

Newell y Simon, 1972 propusieron una **metáfora espacial** que describe el proceso de solución como un procedimiento de búsqueda a través de un espacio delimitado por unos estados y unas **secuencias de acciones** que conforman los caminos o trayectos **metafóricos hacia la solución**.

El **espacio** es la representación que el solucionador hace del problema y está constituida por 4 elementos:

1. descripción del estado inicial,
2. descripción del estado meta,
3. conjunto de operadores o acciones que permiten pasar de un estado a otro,
4. restricciones impuestas sobre los diferentes trayectos que conducen a la meta.

El procedimiento comprende la secuencia de operadores que transformarán el estado inicial en estado meta de acuerdo con las limitaciones impuestas (**Esto me recuerda a que mi meta es sacarme 4 asignaturas en junio a base de bien, y... ¿tendré limitaciones para seguir los pasos hacia la meta?... ¡tantas siempre por el camino influyendo!... pero bueno, he leído lo de la perseverancia y eso es cosa de unedianos, así que... ¡todo ganado! . Esto último será eso de cosas de autoconfianzas supongo. En fin...**) Este proceso es la búsqueda del mejor trayecto para llegar a meta.

El **espacio del problema** comprendería el conjunto de todos los estados potencialmente alcanzables mediante la aplicación de los operadores disponibles. Las personas tenemos una memoria de

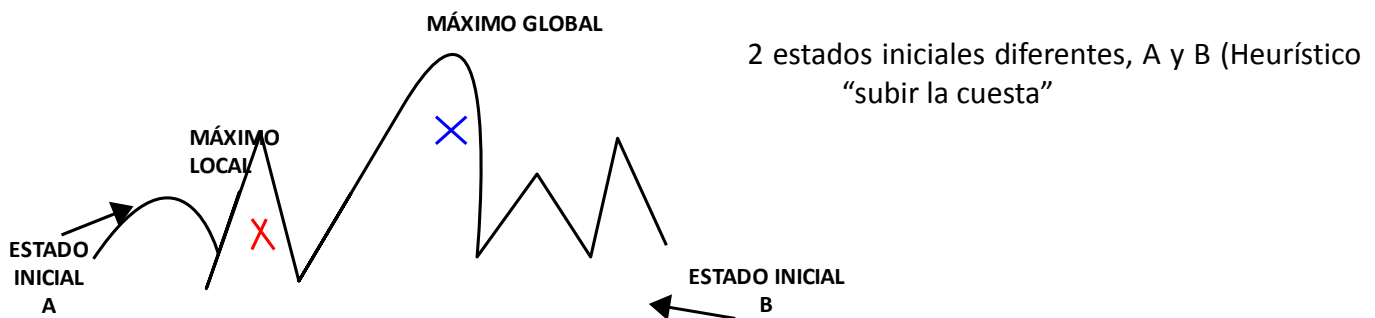
trabajo limitada que hace inviable un proceso de búsqueda exhaustivo (jugada de ajedrez puede comprender como sesenta movimientos con media de treinta alternativos legales en cada paso) Esto es **implosión combinatoria**, donde se da el hecho de que el **tamaño del espacio de búsqueda aumenta exponencialmente** a medida que se profundiza en el mismo proceso de búsqueda. Por tanto las personas utilizan unos métodos de búsqueda **heurística**. Ello permite reducir el conjunto total de alternativas a un número más manejable, agrupando a las alternativas que se aproximen a la solución (jugador de ajedrez anticipa entre 3 y 4 jugadas, y uno experto lo hará con 3 ó 4 pero de las mejores jugadas). Sin embargo, ello no garantiza que se llegue a la solución óptima. En la búsqueda se apuesta por aquellos trayectos que mejor puedan conducir a una solución, por alcanzar soluciones satisfactorias pero no la mejor. **Newell y Simon 1972**, propusieron un nº reducido de métodos heurístico de carácter gral denominados **métodos débiles** por no usar información específica sobre el dominio del problema.

3.2.1 Heurístico “subir la cuesta”

También “**método de reducción de diferencias**”, es un procedimiento sencillo que reduce la diferencia entre el estado inicial y el estado meta, tratando de aplicar un operador que dicho estado inicial a otro. “*Subir la cuesta*” recuerda el camino que se emprende hacia delante cuando se quiere alcanzar la cima de una cuesta. Al avanzar se reduce paso a paso, la distancia que separa de la cima.

Este heurístico es similar al método de *ensayo y error* selectivo. Las personas eligen en cada paso la ruta que parece llevarles directamente a meta. Es útil encontrar una solución mínimamente satisfactoria (**máximo local**), sin garantía de que sea la mejor opción posible (**máximo global**) dentro del espacio del problema. La desventaja es la dirección pues siempre es hacia meta.

Es una estrategia sencilla y útil con ciertos inconvenientes. El solucionador puede quedarse atrapado en un punto máximo local con una solución satisfactoria, pero distinta del estado de meta.



Otro inconveniente es que no se pueden generar estados que momentáneamente se alejan de la meta, siempre se trabaja hacia delante, no permitiendo dar un paso hacia atrás porque esto supondría alejarse de la meta.

La Torre de Hanoi consiste en pasar los tres discos del primer pivote al tercero para que queden en la misma disposición, sin mover más de un disco a la vez y sin colocar uno mayor encima de menor Ver la Figura 8.4 de página 368. Es representación del espacio del problema completa con un total de 27 estados. El 1 es el estado inicial, el 8 el estado meta y cada estado se encuentra vinculado con otro por el movimiento de un disco. Existen varias formas de resolverlo, siendo la más rápida la que allí se presenta por los siete movimientos consecutivos comprendidos entre los estados del 1 al 8. Si el solucionador está utilizando el heurístico de “subir la cuesta” y ha ido avanzando el estado 1 al 5, la aplicación llevaría al estado 23, (parecido al de meta). Sin embargo, el estado 6

conduce más rápidamente a lograr la meta que el 23. **Kotovsky, Hayes y Simon (1985)** encontraron que los sujetos utilizaban en primer lugar el método de la reducción de diferencias para resolver la Torre de Hanoi, y cuando fracasaban entonces aplicaban el heurístico “análisis medios-fin”.

3.2.2 Heurístico “análisis medios-fin”

Este heurístico reduce la diferencia entre el estado inicial y el estado meta. La diferencia principal entre este y el de “subir la cuesta” consiste en descomponer el est.meta en varios estados submetas. La búsqueda hacia atrás, parte del estado meta y mediante la identificación de los operadores se pretende ir generando los diferentes estados que logran terminar el estado inicial. Es de los métodos más conocidos fruto de la combinación de la búsqueda hacia delante y hacia atrás.

La reducción de diferencias entre el inicial y meta, se logra con las submetas o estados intermedios que cada vez se aproximan más al meta. Aplicando los operadores se reducen las diferencias hasta que desaparezcan. Si no se logra reducirla se genera un nuevo estado submeta para aplicar el operador y así poder ir reduciendolas. Por ejemplo, nuestro estado inicial es que estamos en un fin de semana en casa aburridos y con ganas de salir al campo (est.meta) Uno de los **operadores** que reducirá diferencias sería “coger el coche para acercarnos al campo”. Si el coche está en el taller, generaremos un nuevo estado submeta (amigo con coche) para aplicar el operador. Si este operador falla (no está en casa o no quiere) buscaríamos otro (viajar en tren *¡dónde lo haya, claro!*)

<u>ESTADO A</u>	<u>OPERACIONES</u>	<u>ESTADO B (META)</u>
> Estado A y B	- COMPARAR	- Si A = B se alcanza la meta. - Si A no igual B, se detecta diferencia 1, y se genera submeta.
> Diferencia D ₁	- BUSCAR OPERADOR	- Si no existe abandona. - Si existe, se genera una submeta para aplicar el operador.
> Estado A	- APLICAR OPERADOR	- Si no se cumplen, detecta D ₂ - Si hay éxito, se genera nuevo estado A1

El heurístico análisis medios-fin reúne características importantes para este proceso de solución de problemas:

- 1º La búsqueda se encuentra explícitamente guiada por el conocimiento de la meta.
- 2º El estado inicial puede conducir a otros estados submetas que descomponen el problema en partes más pequeñas y más fáciles de alcanzar.
- 3º El método puede aplicarse recursivamente hasta conseguirlo.

El proceso de **planificación** es una parte importante de la solución de problemas al permitir anticipar las consecuencias de las posibles acciones. Con esta anticipación de las consecuencias se pueden identificar puntos muertos en el trayecto y evitar errores irreversibles o no, o bien errores irrelevantes pero que supongan pérdida de tiempo. Al descomponer el problema en subpartes, se mejora la búsqueda con la anticipación de soluciones tentativas, permitiendo la corrección e integración de las distintas partes.

La Torre de Hanoi genera primeras submetas cuando se libera el disco mayor del primer pivote. Para alcanzarla se traslada el disco pequeño al tercer pivote. Luego se mueve el disco mediano al segundo pivote y se alcanza la primera submeta. Liberado el disco grande debemos moverlo al tercer pivote. Podemos anticipar que liberar el tercer pivote colocando el disco pequeño encima del disco grande sería un error. La anticipación de las consecuencias negativas corrige el trayecto y permite colocar el disco pequeño encima del mediano en segundo pivote. La tercera meta es mover el disco grande del 1er pivote al tercero.

El análisis del **espacio del problema** es una descripción abstracta que difícilmente puede ser representada e implementada en distintos modelos computacionales. Sin embargo, se encuentra vinculada al **modelo formal “Sistema de Producción”** (Newell,1973) Está constituido por reglas con condiciones y acciones (si cumple condición, ejecuta acción).

Las reglas de **condición-acción** representan el conocimiento para la aplicación de un operador. Las condiciones específicas **cuándo** se puede aplicar el operador y las acciones describen las **consecuencias** de su aplicación. Las representaciones de los distintos estados del problema se emparejan con aquellas reglas que satisfagan las condiciones especificadas y entonces se dispara la acción correspondiente.

Los sistemas de producción fueron diseñados para modelar el proceso de solución de problemas, pero se han extendido a otros ámbitos de aplicación y han sido propuestos como modelo de funcionamiento cognitivo en general. El razonamiento condicional se encuentra representado como un sistema de producción. Diversos modelos cognitivos alternativos basados en éstos, comparten un lenguaje teórico común que fomenta la comunicación entre las diversas disciplinas.

Los problemas bien definidos o cerrados como la Torre de Hanoi, no son representativos de la mayoría de los problemas. Sin embargo, facilitan la investigación sobre el proceso de solución porque:

- el análisis de la tarea es riguroso. El sujeto conoce las reglas y procedimiento pues estos son dados por el enunciado. Permite obtener un diagrama en el que se identifican todas las rutas posibles. Se cuenta con una descripción formal que permite estudiar la generación de la solución e identificar cómo se aproxima el sujeto a ese estado meta por los sucesivos movimientos entre los diferentes estados del espacio del problema. Se podría estudiar cómo mejora el rendimiento con el ejercicio y cómo se puede ser “experto”.
- Estos problemas no requieren conocimientos específicos y esto permite una mínima intervención de los conocimientos previos del sujeto.
- La estructura bien definida permite generar problemas semejantes para así poder estudiar el proceso de transferencia del aprendizaje bajo distintas circunstancias.

3.3. Representación del espacio del problema

Según **Newell y Simon** 1972, las personas representan el *ambiente de la tarea* como espacio constituido por posibles estados en los que se realizará la búsqueda de la solución. El **ambiente** es una descripción externa del problema, y el **espacio** es la representación interna que hace el sujeto de dicho ambiente. En la generación del espacio del problema se debe considerar la interacción entre las fuentes de información externas e internas. Las **externas** se encuentran definidas por el am-

biente de la tarea y las **internas** por conocimientos que tiene el sujeto sobre situaciones similares y sobre la propia información que se va acumulando durante el propio proceso de solución.

En los estudios sobre **fuentes de información externa** se han utilizado versiones isomórficas de los problemas bajo el supuesto de que **si la estructura del espacio** para los procedimientos de búsqueda heurística es **idéntica**, cualquier diferencia observada en el rendimiento se deberá a diferencias en la representación de los enunciados. Versiones diferentes a la Torre de Hanoi son los problemas de Los Monstruos y se presentan en dos versiones: 1) Los monstruos se pasan los globos, y 2) Los monstruos cambian el tamaño de los globos que sostienen.

Ejemplo: PROBLEMA DEL MONSTRUO: MOVIMIENTO.

3 monstruos sostenían 3 globos de cristal. Tanto los monstruos como los globos tiene tres tamaños diferentes, pequeño, mediano y grande. El monstruo pequeño sostenía el globo grande, el mediano el globo pequeño y el monstruo grande, el globo mediano. Puesto que es una situación sin sentido de simetría, procedieron a intercambiarse los de modo que luego tenga cada monstruo uno proporcional al tamaño. Se tenían que respetar las normas:

- solamente se puede mover un globo cada vez.
- Si un monstruo tiene dos globos, sólo se puede mover el más grande de los dos.
- No se puede mover un globo a un monstruo que sostiene uno mayor.
- ¿qué secuencia se seguirá para resolverlo?

Ejemplo: PROBLEMA DEL MONSTRUO: CAMBIO.

3 monstruos extraterrestres sostenían tres globos de cristal. Debido a las particularidades de su planeta, los monstruos y los globos son de diferentes tamaños (monstruo pequeño - globo grande, monstruo mediano - globo pequeño, monstruo grande - globo mediano) Puesto que era contraria a su idea de la simetría procedieron a contraer y expandir los globos de modo que se pudiera conseguir el que sostuvieran a un globo proporcionado. Las normas complicaban la solución:

- Solamente se puede cambiar un globo cada vez.
- Si dos globos tienen el mismo tamaño, solo se puede cambiar el globo que sostiene el monstruo de mayor tamaño.
- Un globo no puede cambiar al mismo tamaño que un globo que sostiene un monstruo de mayor tamaño.
- ¿Cuál es la secuencia de cambios para resolver este problema?

En el isomórfico de movimiento, los globos pasan de un monstruo a otro como en los discos en los pivotes del problema de la Torre de Hanoi. En el problema isomórfico de cambio los globos permanecen con el monstruo, quien puede cambiar el tamaño de los globos. Ahora se han cambiado los papeles que desempeñan los pivotes y los discos: el globo es como el pivote y el monstruo como disco. Tanto en la Torre de Hanoi como en el problema isomórfico de movimiento, las imposiciones **recaen sobre el tamaño** de las unidades que pueden moverse (discos y globos) ubicadas en un mismo sitio (pivotes y monstruos) En el de cambio, las imposiciones sobre el cambio del tamaño del globo recaen sobre el tamaño de los monstruos (discos) que sujetan globos (pivotes).

TORRE DE HANOI	MONSTRUO-MOVIMIENTO	MONSTRUO-CAMBIO
1. Sólo se puede mover un disco c/vez	1. Sólo se puede mover un globo cada vez	1. Sólo se puede cambiar un globo cada vez
2. Sólo se puede mover el disco de encima	2. Si un monstruo tiene dos globos, sólo se puede mover el más grande de los dos.	2. Si dos globos tienen el mismo tamaño, sólo se puede cambiar el globo que sostiene el monstruo de mayor tamaño
3. Un disco de mayor tamaño no puede colocarse encima de uno más pequeño.	3. No se puede mover un globo a un monstruo que sostiene un globo más grande.	3. Un globo no puede cambiar al mismo tamaño que un globo que sostiene un monstruo de mayor tamaño.

Los resultados pusieron de manifiesto que los problemas isomórficos presentaban diferentes niveles de dificultad a pesar de compartir la misma estructura del espacio del problema. Se correspondían con las distintas imposiciones y modalidades de presentación. Se encontró que el problema más difícil era la versión isomórfica de cambio presentada por escrito y el problema más fácil había sido el clásico de la Torre. La explicación se centra en los distintos niveles de carga de memoria de trabajo que eran necesarios para la solución. **Kaplan y Simon 1990** estudiaron la influencia del ambiente en la tarea con el “**tablero de damas mutilado**”. Está asociado al *insight* descrito por la Gestalt y plantea:

Tablero de damas de 64 cuadrados. Pueden cubrirse con 32 piezas de dominó de forma que cada pieza cubra dos cuadrados. Si se eliminan dos en los extremos ¿se podrían cubrir los 62 restantes con 31 piezas de dominó?

Cuando los sujetos se enfrentan a éste, emplean mucho tiempo intentando encontrar un patrón que permita colocar las 31 piezas sobre el tablero mutilado sin éxito. El espacio del problema es grande y el enunciado no impone restricciones sobre el heurístico de búsqueda por lo que al final terminan abandonando el problema. Es imprescindible cubrir el tablero de damas mutilado con 31 piezas. En este los cuadrados adyacentes son siempre de dos colores alternos (rojos y negros) y que al colocar una pieza de dominó se cubrirá un cuadrado rojo y otro negro. Al eliminar dos cuadrados del mismo color (negro) quedan 30 negros y 32 rojos.

Kaplan y Simon se plantearon estudiar la facilitación en la resolución de este problema por medio de la presentación de distintos indicios del concepto de *paridad* (comparar) que pudieran restringir la representación del espacio del problema. Presentaron:

1. tablero don todos los cuadrados en blanco,
2. tablero con cuadrados en dos colores,
3. tablero en blanco con palabras de los colores escritas dentro de los cuadrados [negro][rojo]
4. tablero en blanco con palabras escritas [pan] y [mantequilla].

Los resultados manifestaron que tardan menos en responder que no se podía resolver los enfrentados al tablero con las palabras “pan” y “mantequilla”. Estas transmitían el concepto de paridad necesario para obtener la solución. Le seguía el grupo con el tablero de las palabras escritas de los dos colores, el de dos colores y el de los cuadros en blanco.

La explicación de la dificultad del problema es que se parte de una representación inapropiada y para resolverlo hay que reiniciar la búsqueda de otra representación del espacio del problema con un número mayor de restricciones. Cuando se variaron las formulaciones de los problemas de modo que enfatizaran el concepto de paridad se encontró que los sujetos lograban resolver el problema y que algunas formulaciones eran mejor que otras. Los autores comentan que la experiencia fenomenológica del *insight* de la Gestalt puede explicarse como proceso de búsqueda semejante al utilizado con el resto de los problemas, pero en este caso se busca una reestructuración del espacio del problema. La dificultad de estos problemas se puede predecir por la disponibilidad de las fuentes de información del ambiente de la tarea que permiten constreñir dicha búsqueda.

La Teoría del Control Progresivo sostiene que los sujetos utilizan el heurístico de *subir la cuesta* para resolver problemas asociados al *insight*, resolviéndose cuando se relajan las imposiciones sobre el espacio del problema. Esta Tª explica cómo se alcanza un punto muerto en el proceso, cuáles son las condiciones necesarias para que surja el *insight* y por qué este es tan poco frecuente.

En estas investigaciones se utilizó el problema de los 9 puntos. Según los autores, el estado meta no se encuentra bien definido en la mayoría de los problemas asociados al *insight* y los sujetos seleccionan un criterio de progreso satisfactorio hacia unas metas parciales que se infieren de la descripción del problema o de estado interno generado en el proceso en sí. La reestructuración del espacio del problema puede ocurrir, por la influencia de fuentes externas como por la propia información generada internamente.

Los sujetos no logran resolverlo debido al gran nº de movimientos posibles que parecen ajustarse al criterio de un cuadrado. Se llega a un punto muerto cuando el heurístico de búsqueda ya no puede más estados que cumplan el criterio de progreso satisfactorio. Este fracaso permite relajar las imposiciones del espacio del problema para buscar otros estados. *El sujeto puede volver a una solución anterior tentativa en la que utilizó una línea para unir los puntos fuera de los límites imaginarios del cuadrado.* El *insight* es poco frecuente pues se ha de ajustar al criterio de llegar a la cuarta línea. Es necesario anticipar mentalmente el trazado para darse cuenta del fracaso del criterio satisfactorio y reestructurar el problema sin los límites imaginarios del cuadrado.

La **teoría del cambio representacional** se centra en la información interna como obstáculo para una buena representación del espacio del problema. La que se hace inicialmente puede ser inadecuada porque el conocimiento previo y las experiencias anteriores activan la construcción del problema infructuoso. Para reestructurarlo nuevamente existen los mecanismos:

1. **relajación de las imposiciones:** decremento en la activación de algún elemento de conocimiento que restringe la aplicación de los operadores comprendidos en el espacio del problema (v.g. Fijación funcional observada en el problema de las cajas de Duncker – función contenedora de la cajita de cerillas opera como soporte de la vela.)
2. **disgregación de las agrupaciones con significado del problema:** implica ruptura de las conexiones establecidas por los componentes de una unidad con significado (v.g. El efecto *einstellung* en el problema de las jarras de Luchins). Ahora la unidad que hace falta disgregar son los procedimientos aprendidos que conducen a una representación inapropiada. Ello permitirá bloquear la aplicación mecánica y reestructurar el espacio del problema de modo que se puedan encontrar los procedimientos que resuelven los problemas críticos.

4. EL SOLUCIONADOR DE PROBLEMAS EXPERTO

Entonces estas tareas minimizan la intervención de la experiencia anterior para resolver el problema. La información se encontraba disponible y limitada en el propio enunciado del problema, reduciendo los efectos de la recuperación del conocimiento almacenado. El diseño de estas tareas analiza e identifica los aspectos generales y básicos de los procesos implicados en la solución de problemas. Identificados se analizará el conocimiento en la representación del espacio del problema.

4.1. Características generales del solucionador experto.

El estudio de la naturaleza del “experto” se enfoca desde una perspectiva absoluta o relativista. La **perspectiva absoluta** se centra en la identificación, descripción y evaluación de la pericia. Es necesario contar con una definición operativa de experto y con instrumentos de medida que puedan

cuantificarlo. **La perspectiva relativista** aborda el estudio del experto en comparación con el novato. La pericia se sitúa en un continuo con distintos grados de conocimientos y años de experiencia en los que se pueden ubicar los sujetos. Los estudios del solucionador experto han adoptado ésta bajo el supuesto de que las capacidades y procesos básicos de expertos y novatos son semejantes y que las diferencias entre ambos se deben a los conocimientos adquiridos en el ejercicio de una actividad determinada.

1. **Los EXPERTOS generan lo mejor de forma más rápida.** De Groot 1946 abordó el estudio de las diferencias en conocimiento y experiencia en el juego de ajedrez. Utilizó protocolos verbales en amplia muestra con distintos niveles de maestría. Ello permitió identificar las diferencias entre jugadores según iban tomando decisiones sobre sus movimientos. Los resultados mostraron que diferencia en el comportamiento de un jugador experto era la rapidez con la que podía considerar las mejoras jugadas sin necesidad de búsqueda exhaustiva (captan rápidamente la estructura de las posiciones de las piezas, exploraban los posibles movimientos, evaluaban las consecuencias de estos movimientos y elegían las mejores jugadas).
Chase y Simon, 1973 encontraron que el experto de ajedrez identificaba configuraciones del tablero asociadas con los mejores atones de jugadas. Expertos y novatos recordaban aprox. el mismo nº de piezas y sus posiciones en el tablero cuando estas piezas se situaban al azar. El rendimiento de los expertos era significativamente superior cuando las piezas se encontraban en una configuración de posibles jugadas. Organización establecida por agrupaciones (*chunks*) de unidades con significado.
2. **Detectan y reconocen mejor** aspectos de la información que pasan desapercibidos para los novatos discriminando entre lo relevante y lo que no. **Chi, Feltovich y Glaser , 1981** mostró que estudiantes de cursos avanzados representaban un problema basándose en el ppo abstracto subyacente y los novatos en elementos superficiales (los bomberos expertos representan el incendio dinámicamente, considerando condiciones antecedentes al fuego, al cómo será su evolución más probable, ... los novatos se percatan de características de la llama, color,...)
3. **Analizan durante más tiempo.** Gestionan de diferente forma los recursos limitados del procesamiento. Los expertos dedican más tiempo al análisis del problema (En radiología se encontró que los expertos empleaban más en fase preliminar al diagnóstico) Esto les permite resolver el problema de forma más rápida y correcta.
4. **Seleccionan las mejores estrategias.** Los procesos básicos son similares en ambos grupos pero los expertos eligen el mejor procedimiento (V.g. Los profesores de física resuelven problemas trabajando desde el estado inicial hacia la meta, mientras que los estudiantes lo hacen hacia atrás, comenzando en el estado meta). También se ha encontrado que en diagnóstico médico rutinario los profesionales se basan en los datos y los novatos lo hacen desde la hipótesis. En los expertos la búsqueda heurística está condicionada por conocimiento estructurado y específico del dominio.
5. **Desarrollan sus actividades con menor esfuerzo** . Con la práctica se produce automatización progresiva del rendimiento, reduciéndose la carga de recursos de procesamiento. De inicio lento y secuencial, consume recursos, y luego es todo lo contrario y menos deliberado. (Los jugadores expertos de ajedrez son capaces de jugar no solo una sino varias partidas a la vez de forma mental). Esto hace que se liberen recursos para otros procesos.

6. **Tienen mejor autocontrol.** Muestran auto-control del estado de comprensión y del proceso de solución (los expertos evaluaban mejor la dificultad de problemas de física y además estimaban mejor el nº de piezas de ajedrez recordadas y el nº de veces que necesitan ver una posición en el tablero para poder recordarla).
7. **Aprovechan mejor las oportunidades** que tienen para incrementar sus fuentes de información y los recursos disponibles. **De Groot 1946** encontró que los jugadores expertos seguían aprendiendo al descubrir jugadas nuevas evaluando consecuencias de los movimientos hipotéticos de una jugada. La práctica deliberada permite corregir los puntos débiles e incrementar la pericia.

4.2. Desarrollo de una destreza

Los enfoques más tradicionales sobre el rendimiento experto dicen que se adquiere destreza por la formación y experiencia. Limitado por sus propias capacidades y habilidades innatas. Entienden que cualquier persona que se implique activamente en su profesión puede alcanzar el nivel de experto cuando aumentan los años de experiencia.

El desarrollo de este rendimiento se describe como **secuencia de retos con distintos niveles de dificultad que el sujeto va dominando y superando a lo largo de los años**. Estos niveles de maestría son como situaciones de solución de problemas diferentes que deben resolverse para conseguir el siguiente nivel. De inicio serán las tareas sencillas las que den resultado, y aumentando con la experiencia y formación, se darán soluciones a tareas más complejas hasta alcanzar nivel experto.

Alcanzar una destreza habitual de la vida cotidiana (conducir...) implica paso por tres fases:

- **Fase cognitiva:** se aprende estructura de la actividad (reglas y procedimientos) recibéndose retroalimentación bastante clara de los errores. Los novatos gradualmente aprenderán a evitar errores y se aproximarán a sus expectativas en la siguiente fase.
- **Fase asociativa:** se logra nivel funcional estable y satisfactorio. Con más entrenamiento se alcanza la última.
- **Fase automática:** rendimiento estable y óptimo con un mínimo esfuerzo.

Los sujetos consiguen alcanzar este estado automático porque se implican en la comprensión y representación de la estructura de la actividad a desarrollar para pasar a continuación a las dos fases siguientes que persiguen la mejora y automatización. Actividades recreativas (juegos o deportes) presentan una estructura sencilla que permite reconocer patrones y configuraciones fácilmente.

Bajo este supuesto, por la instrucción y los años de experiencia, la perspectiva tradicional encuentra difícil explicar por qué existen diferencias tan marcadas entre las personas con capacidades semejantes y con una misma formación y antigüedad, y por qué el nivel de excelencia tan sólo lo consiguen unos cuantos. **Hatano e Inagaki 1986** distinguen entre expertos rutinarios y expertos adaptativos.

- **Experto rutinario:** es eficaz destacado en rapidez, exactitud y automaticidad, falta de flexibilidad y capacidad de adaptación ante situaciones nuevas.
- **El experto adaptativo:** es capaz de utilizar el conocimiento flexible y creativamente, con una comprensión más profunda de los ppos y del marco conceptual de su destreza. Muestran pre-

disposición a seguir aprendiendo desarrollando destreza. Los nuevos problemas son desafíos a superar.

El adaptativo aspira a alcanzar nivel de excelencia que supere la fase de automatización, desarrolla destreza que le permita apoyar un aprendizaje continuado. Por tanto, requiere experiencia como práctica deliberada para poder contrarrestar la fase de automatización y así adquirir control y habilidad en la monitorización del propio rendimiento. Reestructuran, reorganizan y refinan su representación de conocimientos y procedimientos. Los expertos no saben más que los novatos, sólo lo saben de forma diferente.

4.3. Inteligencia y creatividad

Un problema existe si tenemos una meta y no sabemos alcanzarla. El **proceso de solución** es proceso de búsqueda a través del espacio del problema que está constituido por el estado inicial,, el estado meta y los operadores que permiten avanzar entre los estados intermedios y una serie de limitaciones impuestas sobre los posibles trayectos hacia la solución. La solución inteligente de problemas sería el elegir el heurístico apropiado en un espacio del problema bien estructurado.

Es común suponer que inteligencia y creatividad se encuentren relacionadas con la solución de problemas. Desde el enfoque del PI, **Wenke y Frensch 2003** entienden que la inteligencia es una habilidad intelectual constituida por **facultades y procesos cognitivos básicos** que son comunes a todos. Son estables e influyen sobre el rendimiento en una amplia variedad de tareas.

Para explicar este funcionamiento inteligente **Sternberg, 1985** propone la **Tª Triárquica de la Inteligencia** constituida por las teorías **componencial, contextual y de la experiencia**. Una persona no es inteligente por sobresalir en todos los aspectos. La persona inteligente es la que conoce sus puntos fuertes y débiles para saber capitalizar su fortaleza y compensar o corregir su debilidad.

La teoría componencial distingue:

1. los **metacomponentes**: procesos ejecutivos de orden superior utilizados en planificación, control y evaluación de los procesos implicados,
2. los **componentes de actuación y evaluación** empleados en la ejecución, y
3. los **componentes de adquisición, retención y transferencia** para aprender nueva inform.

TEORÍA COMPONEN- CIAL	1. METACOMPONENTES (los más importantes)	- reconocer y definir un problema, seleccionar componentes de orden inferior; seleccionar una o más representaciones mentales, seleccionar estrategia para combinar comp. inferiores, asignación de recursos, control de los procesos de solución y evaluación de la solución
	2. COMPONENTES DE ACTUACIÓN Y RENDIMIENTO.	> identificación de atributos, comparación y componentes de control (codificación, inferencia, extrapolación, justificación, aplicación, respuesta,...
	3. COMPONENTES DE ADQUISICIÓN, RETENCIÓN Y TRANSFERENCIA	- Codificación , combinación y comparación selectiva
TEORÍA CONTEXTUAL	- Adaptación - Selección - Modelado	
TEORÍA DE LA EXPERIENCIA	> Enfrentamiento a situaciones novedosas > Automatización	

Los **metacomponentes** contribuyen en la explicación de las diferencias individuales en inteligencia y creatividad. **Sternberg** identifica siete expuestos en la tabla anterior. Los implicados en la identificación, definición y representación son especialmente críticos para analizar las DDII en inteligencia y creatividad en los problemas abiertos o mal definidos. Los aspectos tradicionalmente asociados con el pensamiento **divergente o creativo** se podrían vincular con estas primeras etapas del proceso de solución y los aspectos del pensamiento **convergente o analítico** con las etapas posteriores.

El proceso creativo conduce a resultado divergente, novedoso y adaptativo, comprende habilidades intelectuales, conocimiento, estilos cognitivos, rasgos de personalidad y motivación. Por tanto el pensamiento divergente y flexible permite identificar y definir problemas de diferentes formas y desde perspectivas alternativas no convencionales, además de reorganizar la información con el fin de obtener representaciones novedosas. Aumenta la probabilidad de encontrar patrones nuevos de información o detectar sutilezas o anomalías ocultas en la información considerada por otros como irrelevantes. La tolerancia a la ambigüedad, disposición gral hacia la identificación de problemas, actitud abierta hacia nuevas experiencias, actitud crítica hacia normas establecidas, alto nivel de auto-confianza y alta motivación intrínseca, son otras VV que influyen en el proceso de solución creativa. (*¡Me encanta este párrafo!*)

5. LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS POR ANALOGÍA

El razonamiento analógico se considera un procedimiento cognitivo que se aplica a dominios de conocimientos desconocidos (poco familiares) basándose en situaciones previas conocidas. Por ejemplo, el sist.hidráulico del sist.circulación de la sangre, modelo planetario y la estructura atómica o teorías científicas basadas en analogías que permiten mejor comprensión de un determinado fenómeno e incluso el avance de la propia ciencia.

El concepto **crítico** en el proceso de solución de problemas por analogía es la transformación de correspondencias de una estructura relacional entre un **dominio familiar** y uno **nuevo**. Estos deben compartir una estructura similar, aunque en otros aspectos sean diferentes. El paradigma básico consiste en el diseño de dos sesiones experimentales consecutivas con el fin de que se produzca la conexión entre el problema análogo previo y el problema meta. En primera sesión se presenta el probl.análogo e historietas irrelevantes. Se lee la historieta donde está el problema y su solución, y luego contestan a una serie de preguntas.

Problema de la FORTALEZA

En un pequeño país gobernaba un dictador desde su fortaleza. Estaba situada en el centro y se encontraba rodeada de granjas y poblados. Un general rebelde ha jurado tomar la fortaleza para derrocar al dictador. Sabía que con un ataque conjunto con los soldados lo podía conseguir. Quería hacer un ataque directo, pero se enteró que el dictador había puesto minas en cada uno de los caminos. Estaban colocadas de modo que podían pasar sobre ellas pequeños grupos de hombres sin peligro, puesto que el dictador necesitaba que sus tropas y trabajadores entraran y salieran de la fortaleza. Cualquier grupo numeroso podría hacer estallar las minas y cortar el camino y destruiría vidas y poblados cercanos. Al general se le ocurrió un plan sencillo, dividió al ejercito en pequeños grupos y los mandó por caminos diferentes. Cuando estuvieron preparados, dió señal por el wasap y cada grupo avanzó por una ruta distinta. El ejercito completo llegó a la fortaleza a la vez, el general tomo la fortaleza y derrotó al dictador.

Transcurrido un tiempo (minutos o semana) pasa la segunda sesión en la que los sujetos deben

resolver el problema de la Radiación de Duncker, 1945. El grupo control pasa por esta sesión.

PROBLEMA DE LA RADIACIÓN DE DUNCKER.

Supongamos que soy médico y tengo un paciente con un tumor maligno en el estómago que es inoperable. Pero si no se destruye, el paciente morirá. Existe un rayo que puede utilizarse, pero si llega al tumor con alta intensidad, el tumor se destruirá. Desafortunadamente, con intensidad alta los rayos destruirán tejidos sanos. Con intensidad baja, el rayo es inofensivo, tanto para el tejido sano como para el tumor. ¿qué tipo de procedimiento podría seguirse para destruir el tumor con este rayo y evitar al mismo tiempo la destrucción de los tejidos sanos?

Los resultados como en los de Duncker, encontraron que el problema de la radiación resultaba difícil de resolver: 10% del grupo control, encontraron solución. 30% del grupo experimental lo lograron mostrando haber establecido la analogía. Sin embargo es un incremento muy pequeño. Si a los que no lo habían resuelto se les daba pistas, el 75% de estos, lo resolvían, por tanto, la pista forzó el proceso de solución. Se puede entender a este razonamiento analógico como complejo, aunque se entienda como procedimiento de búsqueda heurística, pero entre dos representaciones

Los procesos básicos del razonamiento analógico:

- acceso y recuperación de la memoria a largo plazo de repres.problema análogo.
- Extrapolación de las correspondencias entre el análogo y el problema “meta”.
- Transferencia y aplicación de estas correspondencias para obtener la solución. Pueden darse otros procesos: reestructuración, generación de reglas y la inducción de nuevos esquemas.

La **Teoría de los Esquemas de Razonamiento Pragmático** añade que el raz.analógico se encuentra determinado por las metas del sujeto y que los dos dominios de conocimiento deben estar representados en un nivel óptimo de abstracción. La representación buscará maximizar el grado de correspondencias entre ambos dominios, y así se evitarán nivel concreto y detallado con relaciones irrelevantes y nivel abstracto con omisiones de correspondencias importantes. Consta:

- estado inicial con subcomponentes (meta, recursos, operadores, restricciones) y
- plan de solución y resultados.

Los dominios distintos (militar y médico) comparten una estructura y solución semejantes. Consta de relaciones verticales o cadenas causales, y de correspondencias horizontales. Los componentes del estado inicial se relacionan causalmente con el plan de solución donde la meta se convierte en resultado, los recursos lo posibilitan y las limitaciones impiden la aplicación de otros planes alternativos.

La dificultad para resolver este problema podría ser el acceso y recuperación del problema análogo. El mayor obstáculo para establecer la analogía puede ser por los dominios distintos. Esta disparidad entre ambos (militar, médico) explicaría que los sujetos no estuvieran predispuestos a buscar solución para un problema médico en aquello que conocen sobre estrategias militares. La mayoría recurría a analogías médicas y pocos a la militar. La complejidad y el desafío de la investigación es el explicar cómo se tiene acceso a ese conocimiento almacenado tan distinto al problema a resolver.

Los problemas de transferencia y aplicación pueden encontrar dificultad en la adaptación del conocimiento del problema anterior al problema nuevo. En la Transferencia se ponen en correspondencia ambos espacios del problema dando lugar a distintas extrapolaciones (las minas y el poder destructivo de un rayo de alta intensidad resulta menos obvia). En la adaptación pueden surgir

problemas con ligeras modificaciones (se tiene que inferir la reducción de la intensidad del rayo por su correspondencia con la división de tropas). Se asume que se debe dar comprensión a la representación almacenada para que se pueda transferir y adaptarse para resolver el problema meta.

Meta -> capturar la fortaleza -> destruir tumor.
Recursos -> tropas de gran número -> rayos de gran intensidad.
Operadores -> dividir, mover y atacar con las tropas -> reducir intensidad de rayos, mover la fuente, administrarlos.
Restricciones -> gran número de soldados no puede ir por un solo camino -> no se pueden aplicar rayos de alta intensidad.
PLAN DE SOLUCIÓN -> enviar simultáneamente varios grupos desde distintos lugares -> administrar rayos a la vez de baja intensidad desde varios puntos.
Resultado -> soldados capturan al dictador -> los rayos destruyen el tumor.

En un esquema convergente

Meta -> utilizar fuerza para llegar a objetivo.
Recursos -> fuerza suficientemente grande
Operadores -> reducir intensidad de la fuerza, mover fuente de la fuerza, aplicar fuerza
Restricciones -> no se puede aplicar con seguridad la fuerza por una sola vía.
PLAN DE SOLUCIÓN : aplicar fuerza de baja intensidad en varias vías y de forma simultánea.
Resultado: objetivo alcanzado por aplicación de la fuerza.

5.1 El proceso de Transferencia Analógica

La solución de problemas por analogía da lugar a transferencia positiva y negativa. Problemas similares aparentemente, pueden resolverse de formas diferentes y otros distintos de la misma forma. Una de las disposiciones más aceptadas es la diferenciación entre semejanza superficial y estructural (Gentner,1983) :

- La estructural hace referencia a aspectos comunes y relevantes para problemas análogo y meta.
- La semejanza superficial, comprende los aspectos comunes pero irrelevantes y que se encuentran en los argumentos, redacción, guión y contexto de los problemas.

Por transferencia **positiva** se entiende el acceso, la recuperación y extrapolación de correspondencias basado en semejanza estructural. La transferencia **negativa** se entiende cuando se han recuperado y extrapolado aspectos basados en la semejanza superficial irrelevantes para la solución. No obstante, la semejanza superficial puede facilitar el acceso y recuperación espontánea y contribuir a la transferencia a la positiva. Algunos estudios indican que ambas semejanzas intervienen en la recuperación pero la estructural determina el proceso de transferencia y la aplicación de las relaciones análogas relevantes. Otras investigaciones manifiestan interacción entre semejanza y experiencia de los sujetos. Los expertos utilizan estructuras abstractas accediendo a los análogos más fácilmente. Aún así generalmente, parece que nos apoyamos en la superficial saliente y prominente para acceder y recuperar información, y luego nos guiamos de semejanzas estructurales para transferir y aplicar al problema meta. *fin!*