

Espíndola Castro, José Luis (1996). "Métodos para fomentar el pensamiento crítico", en Reingeniería Educativa. México, ANUIES.

Métodos para fomentar el pensamiento crítico

Aprendizaje basado en problemas

Aunque el método que a continuación se describe es utilizado en las escuelas de medicina, el lector apreciará que, con la suficiente creatividad, puede aplicarse al aprendizaje de otras áreas académicas.

La metodología denominada *Aprendizaje basado en problemas*, fue implantada inicialmente en la Universidad de McMaster, en Hamilton Ontario, Canadá, y fue desarrollada por Barrows y Tambly (1980), entre otros. Dada la naturaleza teórico-práctica de la carrera de medicina, es indispensable que sus alumnos desarrollen habilidades que tienen que ver con el análisis de casos y el diagnóstico clínico. En este tipo de programas, el alumno tiene que aprender por sí mismo los conceptos necesarios para resolver un problema clínico, pero además tiene que desarrollar las habilidades lógicas, creativas y de investigación que se requieren para relacionar y evaluar la información obtenida. En este sistema, los problemas planteados no son un complemento al aprendizaje teórico, sino el fundamento mismo del aprendizaje. En términos de los autores mencionados (p. 18):

“Primero se detecta el problema en el proceso de aprendizaje y éste sirve como foco y estímulo para la aplicación de habilidades de solución de problemas o de razonamiento, así como para la búsqueda o estudio de la información o conocimientos necesarios para comprender los mecanismos responsables del problema y su modo de resolverse. El problema no se ofrece como un ejemplo de la relevancia del aprendizaje previo, o como un ejercicio para aplicar la información aprendida de antemano en un enfoque basado en materias. En este contexto, un problema se refiere a una cuestión inestable, enigmática y no resuelta que debe solucionarse.”

Los problemas planteados en este programa generalmente obedecen a un proceso que destaca las siguientes etapas:

- a. Planteamiento de un caso: un paciente y su situación.
- b. Percepción de la información e interpretación. En esta fase se registran los datos del paciente, lo que se observa de él y la información verbal con que este provee al médico. Se obtiene de esta manera la información inicial del problema. Ya desde esta fase el alumno tiene que poner en juego habilidades de síntesis y de organización de la información. También tiene que superar las posibles “trampas” de los prejuicios y de la experiencia previa en la interpretación consciente o inconsciente que hace el alumno sobre la información proporcionada por el paciente (el lenguaje del paciente puede ser mal traducido al lenguaje del médico). La percepción, en síntesis, nunca es pasiva; es activa, selectiva y requiere por ende de entrenamiento.
- c. Generación de hipótesis. Hasta antes de esta fase el alumno trabaja con un “sistema abierto” de posibilidades. En esta fase el alumno establece varios “sistemas cerrados” de hipótesis que pueden ser plausibles para explicar la enfermedad. Aunque varias estarán orientadas por la interpretación dada en la fase anterior, las posibilidades son muchas: síndromes, entidades específicas de la enfermedad, desórdenes, procesos patológicos, localizaciones anatómicas, desórdenes fisiológicos o químicos, combinaciones de algunas de ellas. Ésta es la parte más creativa del proceso y en buena

medida se asemeja al pensamiento lateral de De Bono o a la lluvia de ideas. La poca generación de hipótesis o las hipótesis demasiado específicas pueden ser un gran obstáculo para el diagnóstico eficaz del paciente.

- d. Estrategias de examinación y habilidades clínicas. Consisten en la búsqueda de información precisa –especialmente las de laboratorio– que permiten corroborar las hipótesis, sobre todo aquellas que ayudan a discriminar entre estas últimas. Las rutinas de búsqueda de información general también son importantes, al igual que el aprendizaje de “vías cortas” de análisis clínico que se adquieren a través de la experiencia y que se convierten en estrategias generales de búsqueda.
- e. Formulación del problema. Una vez que se han hecho los análisis descritos, el alumno deberá ser capaz de reformular de una manera más precisa el problema del paciente.
- f. Toma de decisiones para la terapia y orientación del diagnóstico. En esta última fase, el alumno propone el tratamiento médico que debe recibir el paciente, o bien la dirección que debe seguir éste, así como información adicional que se requerirá para verificar si el tratamiento es adecuado.

Este método, como puede verse, está orientado completamente a que el alumno trabaje por su cuenta y en equipos de trabajo; en síntesis, está enfocado a que el alumno sepa plantear y verificar hipótesis, combinando métodos rigurosos con técnicas creativas.

Como mencionamos al inicio de la explicación de esta metodología, el aprendizaje basado en problemas puede adaptarse a otras materias, especialmente a aquellas que, como las ingenierías, combinan la teoría con la práctica. Las categorías empleadas pueden ser cambiadas de acuerdo con los procesos lógicos para resolver problemas de otras disciplinas. Tómese en cuenta también que los problemas deben ser seleccionados y planteados de tal manera que obliguen al alumno a estudiar los conceptos requeridos por el plan de estudios.

Una última observación es que, debido a la gran carga de trabajo que el alumno debe tomar para resolver los problemas, debe hacerse un análisis previo de qué materias soportan mejor esta metodología en el contexto de la carga total de trabajo del currículo. También el docente debe estar alerta para prevenir los posibles conflictos interpersonales y de trabajo que se presentan en los equipos de jóvenes. Políticas y reglamentos precisos al respecto, especialmente los que se refieren a la forma de evaluar, serán necesarios.

Método de casos

Edwin F. Gay introdujo el *Método de casos* en 1908 en la Harvard Business School. A partir de entonces, se ha aplicado y desarrollado exitosamente en varias universidades del mundo. Aunque lo más deseable –que de hecho se hace– es ir a las empresas mismas para analizar sus problemas, no siempre es posible hacerlo. El *Método de casos* subsana este problema al establecer situaciones muy parecidas a las de la realidad o tomadas de esta misma. En otra versión, los estudiantes acuden a las empresas y construyen sus casos, mismos que pueden servir –aparte del beneficio intrínseco de esta actividad– para ilustrar conceptos, o bien, para debatir aspectos relevantes con sus compañeros. Algunas de las características de los casos son las siguientes:

- a. Plantean problemas o constituyen ejemplos de cómo se resuelven éstos. Aun en este último caso son planteados para generar disonancias cognoscitivas en los alumnos.
- b. Generalmente son dramáticos, en cuanto a que abordan situaciones críticas o de alto riesgo. Esto los hace sumamente motivantes.
- c. Permiten la identificación del alumno con los actores del caso, involucrándolo así en el problema.

- d. La riqueza del caso depende de la riqueza de las preguntas que se hagan en torno al mismo.

La versatilidad y éxito de esta metodología ha hecho que se extienda a otros campos, como la mercadotecnia, la medicina, la ingeniería y aun a las humanidades. Dada la multiplicidad de aplicaciones que pueden efectuarse con ella, y también dado el hecho de que no existe una clara taxonomía cognoscitiva de sus aplicaciones, trataré en esta parte de establecer algunos de sus usos:¹

- a. Análisis y reconocimiento de información. Se trata de un nivel básico en donde el alumno identifica a través de un caso: la información relevante, los razonamientos utilizados, los problemas enfrentados, las decisiones ejecutadas y los resultados obtenidos. Estos casos son ilustrativos, y en consecuencia toda la información está contenida en el caso, lo cual no implica necesariamente que no se utilice información adicional del entorno. Por ejemplo, el alumno puede analizar el desarrollo de una empresa exitosa en los últimos años o comparar varias de ellas. A través de estas descripciones, el alumno genera preguntas y aporta sus puntos de vista, además de hacer el análisis solicitado por el maestro (que frecuentemente son preguntas previamente elaboradas por el maestro). Algunos casos también pueden ser elaborados por los alumnos asistiendo directamente a las empresas o bien consultando la bibliografía adecuada.

Por ejemplo, supongamos que deseamos enseñar al alumno el concepto de “estrategia en los negocios”. Un caso para ello puede ser el siguiente:

“Puesto que no existe una estrategia que dé resultados óptimos para todos los competidores en un mismo negocio, cada empresa debe determinar qué es lo más importante de acuerdo con su posición industrial y con sus objetivos, oportunidades y recursos. Presentamos aquí los más diferentes planes de juego de cuatro grandes compañías que actualmente operan en la industria llantera.

Goodyear Tire & Tubber Company, el fabricante de llantas número uno en el mundo, está derramando dinero en esta industria, a pesar de su lento crecimiento, sobrecapacidad y guerra de precios. Goodyear está haciendo fuertes inversiones en la modernización de su planta para reducir costos y mejorar la calidad: en investigación y desarrollo, para fabricar llantas más avanzadas, y en mercadotecnia, para lograr la preferencia del consumidor y del comerciante. Goodyear es líder en el mundo en la venta de llantas con un 23% del mercado. Ha defendido su participación a pesar de que Michelin compró Uniroyal Goodrich y Bridgestone compró Firestone.

La empresa llantera Michelin llegó a ocupar un sitio muy alto debido a su liderazgo en la industria en la categoría de innovaciones. Michelin introdujo la llanta con cinturón radial de acero; logrando un producto de mayor duración que el de sus competidores. La continua innovación de Michelin para producir llantas le dio una imagen de alta calidad y le permitió cargar primas a los precios. Recientemente, Michelin compró la Uniroyal Tire Company en un intento por desafiar a Goodyear por la posición número uno. Uniroyal Goodrich ha elegido el camino de la diversificación para reducir su dependencia de la industria de las llantas. Su impulso está dirigido a dos negocios no relacionados con llantas: químicos agrícolas y productos fabricados con plásticos.

Armstrong Rubber Company ha decidido fabricar llantas para mercados especiales. Ha mostrado gran habilidad para seleccionar y explotar nichos especializados: neumáticos para vehículos recreativos y equipo de cultivo. ‘Cuando

¹ Véase bibliografía: Boherer (1990) y Christensen (1987).

realmente sobresales en un segmento del mercado, se te recompensa por ello', afirmó Frank R. O'Keefe Jr., presidente de la Armstrong. O'Keefe ha intensificado el proceso de planeación estratégica [...] a través de la cual esta empresa ha identificado segmentos redituables de mercado y prepara programas de mercadotecnia para conseguir liderazgo en los segmentos del mercado seleccionados. (Kotler Philip, *Dirección de la mercadotecnia*, México, Prentice Hall Latinoamericana, 1993)."

El caso anterior ejemplifica perfectamente el concepto de estrategia en los negocios y permite comprender la diversidad de acciones posibles en relación con la posición que ocupan las empresas. Sin embargo, esta ilustración puede permitir análisis más profundos si se hacen las preguntas adecuadas, a saber, entre otras:

- ¿Por qué cada empresa optó por caminos diferentes? ¿Qué habría pasado si todos siguieran la misma estrategia que el líder (u otra compañía)?
- ¿Pueden obtenerse principios estratégicos de los cuatro casos anteriores? ¿En qué consisten éstos?
- Se dice frecuentemente que es un error el que una empresa se dedique a cosas alejadas de su misión (*zapatero a tus zapatos*), e inclusive se citan casos de fracasos por haber violado este principio, ¿es esto cierto? Si no, ¿en qué casos o circunstancias es posible?
- De acuerdo con lo visto, ¿es necesario que una empresa arruine a otra para triunfar?

Otras tareas también pueden ser dejadas a raíz de la consideración de este caso:

Analiza una empresa conocida de tu localidad: ¿Tiene una estrategia a seguir? ¿La puedes deducir de sus acciones? ¿Su estrategia es acorde con los logros de la competencia y su situación en el mercado?

Obsérvese que aquí el análisis cobra complejidad y permite el debate de puntos de vista y la investigación dirigida a pesar de la simplicidad del caso.

- b. Adquisición y discusión de conocimientos. El objetivo en esta categoría es específicamente que el alumno adquiera conocimientos teóricos o prácticos, en vez de que el maestro los exponga en clase. Por ejemplo, en una clase de derecho se puede proponer un caso concreto y el alumno debe investigar qué leyes se aplican para defender a un acusado e investigar cuáles utilizará la parte acusadora. En el caso de los negocios, el profesor puede proponer la apertura de un negocio con ciertas características –un videocentro o una papelería– y pedir a los alumnos que investiguen los trámites necesarios que ante diferentes instancias deben realizar. En otras situaciones, la discusión de teorías científicas, a través de opiniones que den diferentes expertos (simulados o reales) sobre un caso, puede hacer que el alumno investigue las diferentes concepciones que se han realizado en el área. Por ejemplo, un problema concreto de relaciones humanas en una empresa puede llevar al alumno a aprender más acerca de las teorías motivacionales en las organizaciones, o bien, acerca de técnicas de resolución de conflictos desde diferentes escuelas psicológicas.
- c. Aplicación y resolución de problemas específicos.² En esta categoría el alumno debe responder a retos y problemas, aplicando los conceptos y procedimientos adquiridos.

² Existe la posibilidad, desde luego, de que el alumno investigue un problema dentro de una empresa y construya un caso del cómo fue abordado y resuelto. Sin embargo, decidí ubicar este tipo de ejercicio en la categoría "Resolución de problemas no estructurados", vista anteriormente. Los casos así resueltos pueden de cualquier manera, y una vez elaborados, constituir casos ejemplares para la resolución de problemas, pudiéndose aunar así las dos metodologías. También los alumnos pueden construir casos de cómo las empresas han resuelto sus problemas y hacer historia de ello. De esta

La información puede estar totalmente en el caso, aunque no toda de manera explícita, sino que alguna debe ser inferida o buscada en el entorno. En otros casos de información complementaria definida, debe buscarse en el entorno: indicadores demográficos y económicos, leyes, estándares de calidad, etcétera. Este nivel puede ir desde la simple aplicación de procedimientos estandarizados hasta la resolución de problemas concretos de alto nivel. Por ejemplo: Du Vine S.A. vs. La L'oire Corp.³

Antecedentes

El 20 de abril de 1995 la licenciada Rendón, directora del área internacional de la empresa mexicana Du Vine S.A. (distribuidora de vinos y licores) con sede en la Ciudad de México, quería llevar a cabo la importación del champaña Moët Chandon de la compañía francesa la L'oire Corp.

El pago de la transacción se llevaría a cabo a través de una carta de crédito, en la cual ambas partes ya estaban de acuerdo; las principales características eran las siguientes:

- La mercancía constaría de 500 cajas de champaña Moët Chandon (seis botellas en cada caja).
- El precio por caja era de 300 dólares (50 dólares por botella).
- El importe a pagar sería de 150 000 dólares.
- La divisa que se utilizará para cubrir el importe del embarque sería el dólar.
- La carta de crédito se abriría en la Ciudad de México en el banco Bancomer y sería confirmada por el banco Credit Lyonnese en la ciudad de Burdeos.
- La carta era ser irrevocable, no revolvente, con fecha de vencimiento para el primero de mayo de 1995 a las 13:00 hrs. (tiempo de Francia).
- A la vista se presentaría la siguiente documentación:
Factura original y cinco copias de la mercancía.
Certificado de origen, original y tres copias.
Certificado de calidad, original y tres copias.
Certificado de aduanas con sello de recepción de mercancía, original y cinco copias.
- Los términos del embarque serán los siguientes:
CIP Aeropuerto Benito Juárez, Ciudad de México, Carriage and Insurance (*paid to*).
- La mercancía deberá llegar por vía aérea a la Ciudad de México a las 17:00 hrs. del 27 de abril de 1995, para ser desembarcada en la bodega de aduanas del citado aeropuerto. [En esta parte se describen las características de las cajas y sus contenidos.]

Problema

Debido a la premura de la transacción, la L'oire Corp. se vio imposibilitada a última hora para mandar el champaña Moët Chandon, por lo que la licenciada Odile, directora de ventas de la citada empresa, se comunicó a México con la licenciada

forma su trabajo también puede constituirse en ejemplos o ilustraciones de cómo operar ante una situación problemática. La Universidad Iberoamericana, en México, ha adquirido este programa, y es un hecho el que actualmente existen desarrollos tanto de este programa como del programa Enriquecimiento Instrumental, para edades más avanzadas.

³ (Elaborado por Ana Laura Rodríguez Trejo y Adriana Rendón Arenas, del Campus Ciudad de México del ITESM, ganadoras del concurso de casos que organiza esta institución).

Rendón para exponerle el problema, ofreciendo como solución cambiar la marca antes mencionada por la marca Kristal, sin que se alterara el precio ni el tiempo de entrega, a lo cual la licenciada Rendón accesiblemente aceptó. Sin embargo, ambas partes pasaron por alto que también se debía cambiar la descripción del producto en la orden de compra que ya tenía en su poder la licenciada Rendón y que utilizaría para recoger la mercancía en el aeropuerto. En cuanto al resto de los documentos, ambas partes no quisieron cambiar las descripciones, ya que esto ocasionaría problemas en la cobranza de la carta crédito.

Al llegar el cargamento al aeropuerto de la Ciudad de México, los agentes aduanales se dieron cuenta de que la marca de champaña que había mandado la compañía francesa no era Moët Chandon, como lo especificaban los documentos de importación, sino Kristal. Por lo tanto, cuando los agentes de la compañía Du Vine S.A. se presentaron a recoger la mercancía en el aeropuerto, no se les permitió la salida del cargamento.

Al mismo tiempo, la compañía La L'oire Corp. se vio fuertemente afectada, ya que un requisito para poder cobrar la carta de crédito en el banco Credit Lyonnese, era presentar el original del Certificado de Aduanas con sello de recepción de la mercancía. Dicho requisito tampoco pudo ser obtenido. Al quedar la mercancía retenida en el aeropuerto, Du Vine S.A. corría alto peligro de perder el negocio por el cual había requerido dicha importación, es decir, que si no entregaba el champaña a su cliente el sábado 28 de abril a las 8:00 hrs., el cliente cancelaría la operación.

Las horas transcurrían angustiosamente y ambas partes estaban a punto de perder un gran negocio. La licenciada Rendón llamó a su banco para tratar de cancelar la carta de crédito y abrir una nueva en donde el producto fuera marca Kristal. Sin embargo, la carta era irrevocable, y la única solución era dejar que llegara a su vencimiento y que la mercancía se regresara a Francia. En cuanto a la posibilidad de abrir una nueva carta de crédito, ésta tardaría por lo menos tres días hábiles, lo cual ya no sería conveniente para la empresa mexicana.

A estas alturas, ambas partes estaban analizando lo que sería mejor para cada una. Por un lado, para la compañía Du Vine S.A., el tiempo era un factor vital, y por el otro la L'oire Corp. veía sumamente perjudicial el tener que pagar flete y seguro de regreso a Francia; sin embargo, tampoco sería bueno que no pusiera la mejor disposición para mandar un nuevo embarque, ya que podrían perder un buen cliente. Tomando en cuenta ambas posiciones, ¿cuál sería la mejor solución?

Obsérvese que este caso-problema, además de evaluar la situación, puede obligar a buscar nueva información sobre las leyes de importación, o bien, a consultar con especialistas, orientaciones que en todo caso debe decidir el docente.

- d. Análisis estratégico. En estos casos se da pie a la creatividad siempre y cuando esté justificada racionalmente. En estos diseños se aporta información, pero la mayor parte de los datos tienen que ser inferidos del caso o del entorno para su uso estratégico y la toma de decisiones. Por ejemplo, se le pide al alumno que lance al mercado un nuevo producto y se le puede aportar alguna información sobre la competencia (o bien él deberá buscarla por completo). Supongamos que se le pide al alumno introducir al mercado una nueva marca de leche con ciertas características, entonces debe investigar las ventajas que tiene la competencia en varios aspectos. Sobre este análisis, debe hacer una planeación estratégica sobre sus áreas de oportunidad: costos, tipo de empaque, nuevo público al que se podría abordar, modificaciones probables sobre el producto lácteo, etcétera. Otro caso clásico es informar al alumno que está disponible un terreno para construir en él algún negocio. A cada estudiante se le asigna qué negocio debe defender ante un comité que aprobará o no su oferta. Algunos datos se ofrecen sobre la población en donde está el terreno y sobre éste mismo (en ocasiones, el terreno y su entorno pueden ser reales). Por otra parte, puede ser que

se definan varias características que deben tener los negocios, con lo que el ejercicio se toma más difícil. Aquí el papel inferencial cobra importancia. Por ejemplo, puede ser que esté definido que una fábrica de telas produzca 100 empleos, pero que en el caso de un supermercado se omita esa información. El estudiante entonces debe inferir, a partir de la información proporcionada, cuántos empleos podría ofrecer probablemente éste (o acudir a un supermercado similar al descrito e investigar cuántos empleos proporciona). Finalmente, en otros diseños la elección del negocio es libre, en cuyo caso se define un capital inicial y características del entorno o de la competencia.

Los alumnos construyen casos

Como pudimos notar en el caso de la compañía Du Vine, los alumnos son bastante capaces de crear situaciones si tienen el interés y la asesoría adecuada. Un último ejemplo nos muestra un caso interesante construido por alumnos, que permite abordar una problemática compleja desde distintos niveles de operación en una empresa (lo cual implica discernir la información pertinente para cada puesto) y que además conlleva un tratamiento de ingeniería industrial:

“Competitividad”: Reto empresarial de Buffalo Motors de México (no incluye anexos). Por Maryluz Murguía Olaiz, Rosalía Zamudio José y Luis Carlos Martínez Loyo, alumnos del ITESM-Campus Morelos (Ganadores del tercer lugar en el concurso de casos del Campus Ciudad de México, 1996).
Asesor: Ing. Alejandro Román Robles.

Buffalo Motors Corporation, empresa automotriz reconocida a nivel internacional, fue fundada por TH Buffalo, quien fue aprendiz de maquinista y se inició como ingeniero ferroviario; años después alcanza la vicepresidencia de la Ford Motors Company en 1919, y en 1925 forma la Buffalo, Lake & Held. En muy corto tiempo logra hacer de Buffalo Motors Company una de las compañías más importantes de la industria automotriz, y tuvo la visión de contratar a James Aley como presidente del Consejo de Administración. Aley toma la dirección de la compañía y en ese momento parece inalcanzable su meta: transformar a Buffalo Motors Co. en una de las empresas más importantes del mundo. En sólo diez años la transformación se había logrado con la filosofía de Aley: “Ser los mejores”.

Ricardo A. Olaiz funda en 1938 Fábricas Autolaiz en México, que posteriormente se convierte en Buffalo Motors Company de México. Su visión y su fe en México lo llevan a crear una planta de ensamble ubicada en la Ciudad de México, la cual se dedicó hasta 1994 a la manufactura de camiones y camionetas, como son los modelos: *Buffalo Cab*, *Buffalo Charger*, *Eagle-Van* (anexo I).

Los procesos de manufactura en esta planta se fueron adecuando conforme al crecimiento del mercado nacional. Sin embargo, esos procesos no siempre resultan eficientes y menos en la década de los noventa, cuando la tecnología de punta *State of the Art*, introducida en la industria automotriz, es cada vez más necesaria para lograr la competitividad en los mercados de Estados Unidos, Europa, Canadá y Asia.

A principios de 1992, el ingeniero Gleen Smith, director ejecutivo de manufactura y abastecimientos, expuso, con base en un análisis de las ventas de Buffalo Motors de México, en una junta de presidentes de la Corporación en Detroit,

que éstas hablan caído drásticamente, y que la penetración de mercado en Asia, Europa y Estados Unidos no había sido la esperada. Todo lo anterior debido a la falta de competitividad en precios, principalmente en el centro de costos de pintura de la planta mexicana, como puede verse en el anexo 3 (lista comparativa entre los precios de pinturas usadas en la planta de México y otras plantas estadounidenses de la corporación). Después de analizar la competitividad entre las plantas de manufactura, la decisión final fue no otorgarle a la planta en México el volumen de 100 000 unidades para la exportación, dirigidas al mercado de California, noreste de Estados Unidos y Canadá. Aunque el costo de la mano de obra era competitivo, la planta contaba con un departamento de pintura problemática en calidad, costo y eficiencia. La corporación informó a los ejecutivos mexicanos que no estaba dispuesta a pagar entre un 25% y un 30% de sobre costo por litro de pintura proveniente de proveedores mexicanos (anexo 2) respecto a los proveedores estadounidenses (anexo 3).

Se decidió establecer un presupuesto que incluía el *standard cost* y el *objective cost* para que la corporación reconsiderara la opción de otorgarle a la planta mexicana el volumen de producción mencionado anteriormente.

El director general y presidente del Consejo de Administración de Buffalo Motors de México, ingeniero Carlos Rodríguez, dio instrucciones a sus colaboradores de analizar y resolver el problema planteado por la corporación.

Los gerentes de los departamentos de la planta (anexo 4); se reunieron para desarrollar un plan de trabajo para solucionar la problemática; dicho plan se basó en la filosofía de calidad de Phillip Crosby, en cuyo centro de capacitación de Florida todos los gerentes y presidentes de la corporación recibieron un entrenamiento.

El plan incluía un estudio detallado del proceso de manufactura (departamento de pintura), el cual se describe a continuación y puede observarse en el *lay out* (la distribución de la planta).

El departamento de pintura está incorporado a la planta de ensamblaje y consta de dos pisos. Después del proceso de carrocería, la camioneta o camión pasa a una caseta de auditoría de calidad [...] la carrocería es transportada mediante un sistema de rieles.

[Nota del autor: en esta parte se describe paso a paso el proceso del pintado hasta su terminación y se señalan algunos anexos que muestran los detalles técnicos del proceso. Por manejo de espacio no la incluyo aquí.]

Como se puede observar en el *lay out* (anexo 6), el proceso en el departamento de pintura presenta serias complicaciones logísticas y de manejo de materiales.

Al revisar paso a paso el proceso de pintura, el departamento de manufactura y logística reportó lo siguiente:

El almacén de pintura y demás materias primas utilizadas en el proceso se encuentra a unos 60 metros del cuarto de mezclado (anexo 51) que está anexo al departamento de pintura. La pintura se abastece al proceso de mezclado con solventes en tambores mecánicos de 200 litros para ser solventada y proceder con el bombeo hacia los ductos de circulación, vertiendo el contenido de los tambores a los contenedores de acero inoxidable de pintura. Estos tambores de 200 litros no mantienen en movimiento la pintura, por lo que los sólidos de estos se asientan. Ya con la pintura en el sistema circulatorio (anexo 7), ésta se suministra hasta los robots de aplicación u obreros pintores (anexos 8 y 9). Una vez que se deja de usar uno de los colores por cambio en el programa de producción, se suspende el bombeo hasta que se necesita nuevamente el color. Sin embargo, debido a que deja de circular el color, resulta que los restos de pintura que quedaron en los ductos se solidifican y forman una especie de nata que, al recircular la pintura, se despegan del fondo, y cabe la posibilidad de que obstruya a los robots, demeritando así la calidad del producto e incurriendo en costos por paros de línea.

Los ductos de acero inoxidable calibre 1.8, van disminuyendo de diámetro, pasando por tres tamaños distintos: 1.5, 1.25 y 1 pulgada, en ese orden. El lavado de los ductos se dificulta y es casi imposible retirarles restos de pintura seca entre soldadura y soldadura [...]

El caso no termina aquí: se especifican otros problemas, tales como el congestionamiento de tránsito por la ciudad, problemas relacionados con la localización de la planta en la Ciudad de México, deficiencias en la calidad de las pinturas y solventes, las regulaciones de la SEDESOL al respecto, problemas con el sindicato respecto a la robotización de la empresa, problemas con los inventarios, etcétera. Esto acompañado, en algunos casos, de planos, tablas de costos y otros anexos. Después de leer este caso complejo, los alumnos que prepararon el caso preguntan:

Después de lo anteriormente expuesto y si usted fuera (alguno de ellos):

1. Presidente del Consejo de Buffalo Motors en Estados Unidos.
2. Director General de Buffalo Motors de México.
3. Director General de ORP Industries (proveedores de pintura).
4. Director General de la Planta en México.
5. Director de alguna planta de Estados Unidos.
6. Presidente de la Red Nacional de Distribuidores de México.

¿Qué decisiones tomaría usted?

Una ventaja en este tipo de casos es que la resolución de problemas no se ve aisladamente, sino que exige un tratamiento holístico que incluye inclusive la negociación; promueve además el análisis en equipo para resolverlo. Es claro que el caso anteriormente descrito es producto de un conocimiento profundo de una empresa y su problemática concreta, lo cual representa un conocimiento de primera mano para los alumnos que lo realizaron. Quise poner este ejemplo para que el lector pueda ver cómo los casos pueden oscilar entre los más simples hasta otros muy complejos.

Discusión y debate en la metodología de casos

La metodología de casos generalmente va acompañada de discusiones grupales con los alumnos. Se ha visto que este tipo de dinámica incrementa las habilidades del alumno para juzgar situaciones problemáticas. Esto se debe a que el participante tiene la oportunidad de comprender, y aprender, por vía del ejemplo, las estructuras lógicas del pensamiento de los demás, se expande también su percepción al tener que considerar otros puntos de vista que no había contemplado, teniendo amplias posibilidades de que internalice y haga hábito de esta habilidad (recordemos aquí que para De Bono el eje central para tomar buenas decisiones es precisamente la extensión de la percepción); le ayuda a controlar la impulsividad –pensar cuidadosamente antes de hablar– ante la crítica de los demás y, finalmente, lo involucra de una manera efectiva en la tarea. En general, los alumnos expresan que sus mejores clases han sido aquéllas en donde ha habido discusiones.

Método de disertaciones. El ensayo

Disertaciones

Existe en algunas escuelas europeas, especialmente francesas, un método para que el alumno investigue y ponga en juego sus habilidades críticas. En este procedimiento los alumnos tienen que defender sus puntos de vista a partir de una aseveración hecha. Por ejemplo, el

maestro puede pedir a un equipo de alumnos que desarrollen el siguiente enunciado: “los políticos nunca pueden decir la verdad”. Otros ejemplos de enunciados son: “México no debería participar en el Tratado de Libre Comercio” o “los indígenas de México deben ser insertados en la nación como cualquier otro ciudadano que sufre carencias”. Ante estas aseveraciones, y después de haber investigado lo suficiente, el alumno tiene tres opciones: defender la tesis, contradecir la tesis, o bien, matizar la tesis y condicionarla. Esto supone fases previas de aprendizaje que básicamente son las que abajo se describen:

1. Presentar un modelo de cómo podría ser la disertación. Para ello se pueden utilizar artículos de fondo de periódicos o revistas que sean amplios y bien estructurados. Estos pueden discutirse en clase.
2. Analizar de manera rigurosa la validez de los argumentos de algunos ejemplos o casos, para ello deben tomarse en cuenta: a) los supuestos y la validez de ellos, b) las premisas y las conclusiones, c) la relevancia de la información aportada en las premisas, d) la validez de las inferencias, e) las falacias o prejuicios que pueden existir en torno a la tesis defendida (que pueden estar en el artículo o bien ser expresadas por los alumnos) y f) la existencia de argumentación contraria para prever objeciones importantes.⁴
3. Una vez que le quede claro al alumno la dinámica del proceso, los alumnos deben hacerse preguntas acerca de la tesis que les toca desarrollar. Por ejemplo, para la primera tesis podrían efectuarse las siguientes: ¿Siempre se debe decir la verdad?, ¿en qué casos no?, ¿qué nos dice la moral al respecto?, ¿cuál es el fin de la política?, ¿qué sucede en la realidad con los discursos de los políticos?, etcétera.
4. Una vez hecho lo anterior, los estudiantes deben buscar la información pertinente en libros y artículos que respondan a esas preguntas o que se relacionen con la disertación en general (autores que hayan disertado ya sobre el asunto, en cuyo caso deben ser analizados de acuerdo a lo sugerido en el punto 2). El profesor por su parte puede aportar alguna bibliografía básica.
5. Con la información obtenida, los criterios personales de los alumnos, estos deben sentarse a deliberar el rumbo de su defensa.
6. Los estudiantes redactan su disertación de manera ordenada tomando en cuenta todos los elementos del punto 2.

Al finalizar el trabajo, los alumnos disertan ante el grupo y se someten a las preguntas y críticas de todos. Como puede observarse, con esta metodología los alumnos desarrollan habilidades tales como investigar por cuenta propia, saber argumentar y descubrir sofismas, trabajar en equipo y aprender, discutir de manera provechosa, así como prever objeciones (lo cual es la base de la autocrítica). Su utilidad es muy amplia en las ciencias sociales y aun en algunos tópicos de las ciencias “duras”. Por otra parte, si los tópicos de la disertación son relevantes y se supervisan las preguntas que al respecto elaboran los alumnos, el procedimiento implicará que el participante estudie varios tópicos señalados en el programa de estudios. Los criterios de calidad deben fijarse y comunicarse con antelación para evaluar los trabajos.

El ensayo

Los ensayos favorecen la confianza del alumno en sí mismo, fomentan la creatividad y la reflexión profunda, favorecen el espíritu crítico al replantear desde nuevos enfoques asuntos “ya conocidos”, y ayudan a mejorar la expresión escrita. El ensayo constituye un recurso

⁴ Véase de McEntee de Madero (1995) en su libro de expresión oral, capítulo 7, *El discurso para convencer*. Pueden consultarse también libros de lógica para analizar falacias.

didáctico utilísimo, especialmente en las humanidades y las ciencias sociales. Sin embargo, su uso requiere que el docente explique perfectamente a sus alumnos la naturaleza de este género literario y algunos aspectos que debe considerar.

Mientras que las disertaciones implican un rigor lógico en el manejo de la información, el ensayo permite ciertas libertades. Sin más, me permito citar la naturaleza del ensayo:⁵

Cuando usamos este término, nos referimos básicamente a dos posibilidades escriturales: la breve, llamada artículo –que aparece en periódicos y revistas, sean estos especializados o no–, y la de extensión más amplia, que se recoge en libros o en revistas especializadas.

En realidad, se llama “ensayo” a una serie de divagaciones, las más veces de aspecto crítico, en las cuales el autor expresa sus reflexiones acerca de un tema determinado. Otro diccionario agrega un rasgo definitorio más: “En los tiempos modernos, se aplica el vocablo a un verdadero género literario que comprende todos aquellos trabajos considerados como literario-científicos.”

El término “ensayo” proviene del latín *exagium*, es decir, el acto de pesar algo. Está, además, relacionado con el “ensaye”: prueba o examen de la calidad y bondad de los metales. Tanto pesar como probar son rasgos esenciales del ensayo, pero la explicación más clara se encuentra en la definición de Webster: “Composición literaria breve que trata de un solo tema, por lo común desde un punto de vista personal y sin intentar ser más completa”. Lo que deslinda el ensayo de otros géneros literarios no es tanto su brevedad o falta de aparato erudito, sino un rasgo propio que consiste, precisamente, en lo que sugiere la palabra misma: ensayar. Esto es, pesar, probar, reconocer, examinar. Pero, ¿en qué consiste esta prueba? El ensayo es un escrito que se hace (por lo común breve), sobre temas muy diversos. No lo define el objeto sobre el cual se escribe, sino la actitud del escritor ante el mismo: actitud de prueba, de examen, a veces de tentativa o de sondeo.

El ensayo no consiste en la exposición de conocimientos, en la ordenación de un caudal de datos informativos, cualesquiera que estos sean, sino en la proyección de una idea nueva sobre algo que se creía de sobra conocido. El ensayo abre una ventana, remueve lo establecido, lo perturba todo. A esto se debe que la raíz espiritual del ensayo y del ensayismo sea la duda.

El ensayista no es el que dispara una flecha al azar, no es tampoco el que trastoca las ideas por el sólo hecho de volver las cosas del revés. El ensayo es producto de largas meditaciones.

El término “ensayo”, aplicado a un género literario, fue escogido por Michel de Montaigne (pensador francés del siglo XVI) para determinar sus libros: *Essais*. El propio Montaigne dio este título a sus escritos porque los consideraba el resultado de sus pruebas, de las experiencias que a lo largo de su vida y sus lecturas habían ido posándose en el fondo de su espíritu. De ahí el carácter subjetivo, personal, de sus ensayos.

Características del ensayo

Algunas de las condiciones que debe satisfacer el ensayo moderno pueden resumirse en una serie de rasgos que se enumeran a continuación:

⁵ Síntesis del excelente libro *El ensayo*, de Arturo Souto (1973).

- Variedad y libertad temática. Las ideas en juego abarcan muy diversos dominios: el moral, el científico, el filosófico, el histórico, el político, etcétera.
- Prueba. El ensayo se opone, por definición, a toda actitud dogmática.
- Originalidad. Suele apoyarse en el conocimiento profundo del tema. Pero su punto de vista debe ser diferente al empleado antes. Su originalidad consiste en tratar de manera nueva un tema aparentemente agotado.
- Madurez. El ensayista debe conocer bien el tema, pero más que esto, debe tener la experiencia intelectual y vital que da como resultado la madurez.
- Subjetividad. El ensayo es y debe ser personal, subjetivo. Es una visión particular del escritor, un ángulo específico y propio desde el cual enfoca un problema.
- Atemporalidad y temporalidad. Al ensayista no le preocupa sólo lo que está pasando ahora, él se ocupa de lo de hoy y de lo de siempre. El ensayo mayor tiende a ser intemporal, mientras que el menor –comúnmente llamado “artículo”– en general trata de temas actuales.
- Su estructura formal. El ensayo posee tres partes: introducción, desarrollo y conclusión. En la primera, se anotan las ideas principales del ensayista en forma resumida. Según la extensión general del ensayo, podrá tener uno o más párrafos y, de acuerdo a ésta, se señalará como tal específicamente o no.

La segunda constituye el desarrollo de las ideas principales, la opinión que el autor tenga sobre la materia que trata, fundamentada en la información que ha recabado. Su extensión está determinada por la extensión general del ensayo y no debería tener menos de tres párrafos.

La tercera constituye la conclusión, en la que se hace la síntesis de lo dicho y se ofrece una propuesta. En cuanto a su extensión, vale para ella lo dicho para la introducción.

Dos hechos han sido factor determinante del auge de este género literario: el periodismo y el deseo de información y formación de una clase media intelectual que, deseosa de aumentar sus conocimientos en alguna materia, está dispuesta a leer escritos breves (ensayos), pero no tratados largos y profundos sobre un determinado asunto. El periodismo, con su sinnúmero de diarios y revistas, ha estimulado la creación de los ensayos, en los que se encuentran *ideas profundas expresadas en forma impecable* (las cursivas son mías).

Como puede verse, el ensayo está relacionado con una situación que plantea incertidumbre o duda, y en donde, en consecuencia, se permite la libre opinión personal (lo cual no implica que ésta no se fundamente en argumentos, aunque éstos no sean del todo concluyentes). Un procedimiento sencillo para iniciar al alumno en la elaboración de ensayos podría ser el siguiente:

- a. Discuta previamente con el grupo alguna temática y polemice alrededor de ella. Debe quedar en claro qué situaciones quedan en vilo. Esto permite identificar las áreas de oportunidad para elaborar ensayos.
- b. Analice en grupo un ensayo ya realizado, para lo cual puede hacer uso de artículos de fondo de periódicos. La lectura de trabajos amplios de ensayistas reconocidos como Octavio Paz o Carlos Fuentes es excelente, aunque la erudición de la que frecuentemente hacen gala, puede ser un obstáculo para que el alumno principiante entienda cabalmente la naturaleza del ensayo.
- c. Distinga junto con ellos las partes esenciales de un ensayo y el carácter libre de éste.
- d. Anímelos con preguntas y temáticas interesantes a realizar ensayos con planteamientos originales. Por ejemplo: replantear el origen de la política, el devenir del hombre en el próximo milenio, el impacto social y psicológico de la tecnología, el origen de la distinción entre lo público y lo privado, etcétera. Garantice que exista la suficiente experiencia previa para que aborden la temática con libertad.

- e. Organice polémicas o exposiciones a partir de los ensayos hechos.

Nada fomenta más el espíritu filosófico y el examen de los valores que el ensayo.

Resolución de problemas estructurados

Hasta ahora hemos visto métodos que fomentan el pensamiento crítico de los alumnos. Sin embargo, la resolución de problemas lógicos que implican una estructura rigurosa merece por su importancia un espacio especial.

Una buena parte de la enseñanza de las ciencias “duras”, especialmente de las matemáticas, la física y la química, entre otras, está dedicada a la resolución de problemas que implica un dominio de habilidades lógicas complejas. Frecuentemente los maestros de esas áreas se quejan de que los alumnos, aun teniendo los conceptos (y las fórmulas derivadas de estos), son incapaces de resolver problemas. Dado que la lógica es una herramienta para resolver problemas y tener claridad mental en las ideas, es importante desentrañar algunos procesos y elementos de razonamiento que son indispensables para realizar esa tarea.

Un problema puede definirse como una pregunta que se realiza a partir de una discrepancia entre lo deseado o lo esperado y la realidad. Los problemas estructurados, a diferencia de los no estructurados, en donde la creatividad es importante, tienen que ceñirse a las condiciones que los establecen y, en consecuencia, sólo admiten una solución, o un conjunto limitado de soluciones válidas. Pero, ¿cómo debe procesarse la información para resolver el problema?

En función de los distintos tipos de problemas y las habilidades requeridas para hallar su solución, básicamente los elementos que integran el sistema de procesamiento son los siguientes:

1. Análisis del problema.
2. Representación del problema.
3. Hermenéutica.
4. Heurística.
5. Aplicación de la estrategia.
6. Aplicación de algoritmos.
7. Establecimiento de soluciones.
8. Verificación.

Esta secuencia de elementos que intervienen en la resolución de problemas, coincide en líneas generales con las propuestas de otros autores. Así Polya (1973) señala las siguientes partes: entender el problema, instrumentar un plan, llevar a cabo el plan, revisar los resultados. Luria (1974), recogiendo varias opiniones, afirma que las fases son: planteamiento del problema e identificación de la tarea por realizar, investigación de las condiciones del problema, selección de una alternativa de acción, creación de un plan general (estrategia), selección de métodos, solución y verificación de los datos obtenidos con las condiciones originales del problema.⁶

⁶ Reuven y Hayes establecen procesos similares, si bien destacan la importancia de representar al problema. Hayes (1981) por ejemplo, señala las siguientes fases: a) detectar el problema, b) representar el problema, c) planificar la solución, d) llevar a cabo el plan, e) evaluar la solución y f) consolidar los logros (aprender a partir de la experiencia).

Los siete elementos mencionados, que tienen la virtud de ser más específicos, aparecen en la resolución de cualquier problema; pero en algunos se destaca uno sobre los demás. Veamos en qué consiste cada uno de ellos:

Análisis y representación mental del problema

Al analizar un problema, lo desmenuzamos para poner en claro lo siguiente:

- a. Codificar e interpretar correctamente el lenguaje en el que se expresa el problema.
- b. Establecer con claridad la información y condiciones del problema.
- c. Entender la pregunta que define al problema.
- d. Establecer las variables involucradas en el problema.
- e. Separar y ordenar todos los datos en una imagen mental del problema (apoyada con gráficos de ser posible).

En algunos casos en el mismo análisis de la información está la respuesta; por ejemplo, en algunos problemas tildados de capciosos: “Si un avión se estrella en la frontera de México y los Estados Unidos, ¿dónde entierran a los sobrevivientes?” Este tipo de problemas, con ser tan sencillos pueden ayudar al profesor a diagnosticar si un alumno tiene problemas al codificar o si es tan impulsivo que ofrece soluciones antes de pensar lo suficiente. Un aspecto sumamente importante en la resolución de problemas es que la representación mental del sujeto se apoye en representaciones visuales, donde las relaciones entre las variables se hagan patentes. Éstas pueden ser: dibujos libres, dibujos a escala, tablas, simulaciones con objetos en tercera dimensión.⁷ Se ha visto que los expertos en resolver problemas tratan primero de obtener una representación gráfica del mismo, para lo cual hacen uso de dibujos en el papel o al menos anotaciones varias. En ocasiones, la representación gráfica resuelve por sí misma el problema. Pongamos el siguiente ejemplo: “Estadísticamente se sabe que una gallina y media pone un huevo y medio en un día y medio, ¿cuántos huevos pone una gallina en un día?” Cuando la respuesta es impulsiva, frecuentemente se ofrece como solución un huevo; sin embargo, esto no es producto de ningún análisis. En cambio, podríamos tratar de representar con un gráfico la distribución de los huevos producidos a lo largo de un día y medio por una gallina y media. Esta tabla podría quedar así:

&	1/2	1/2	1/2	días
1/2	1/6	1/6	1/6	M
1/2	1/6	1/6	1/6	N
1/2	1/6	1/6	1/6	O
Gallinas	B	C	D	

En este esquema, la hilera de hasta arriba representa los medios días, en tanto que la primera columna de la izquierda representa las medias gallinas. Todos los 1/6 que aparecen, representan la proporción de huevo que es producida en función de cada media gallina y cada medio día; sumados son el uno y medio huevo que es lo que nos señala el problema.

Si eliminamos del gráfico lo que produce media gallina (para quedarnos con lo que produce sólo una gallina), por ejemplo la hilera M, y eliminamos la cantidad que se produce en medio día (para quedarnos sólo con un día), por ejemplo la columna B, nos quedan 4/6 de huevo, es decir, 2/3 que es la solución.

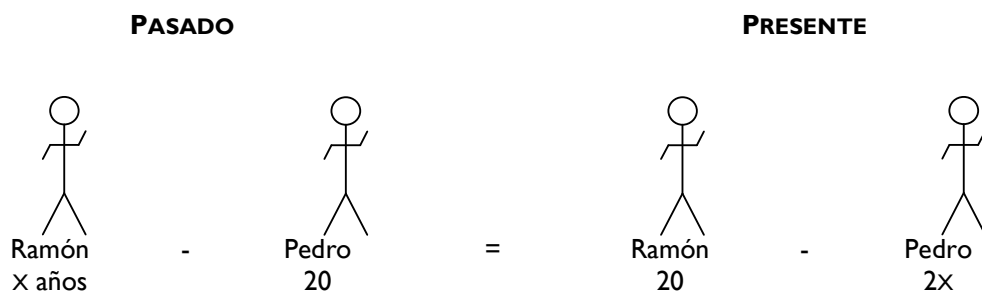
⁷ Mario Grignetti (1988) realizó para el Proyecto Inteligencia venezolana una excelente recopilación de estrategias para la resolución de problemas estructurados.

Como podemos ver, los gráficos e imágenes nos ayudan a tener representaciones claras en nuestra mente. Recurrir a éstas como un intermediario entre lo simbólico y lo verbal, ayuda a detener el pensamiento impulsivo y distinguir con mayor precisión los elementos que intervienen en el problema.

Hermenéutica

La hermenéutica es la habilidad para sacar a la luz lo que está “encerrado”, es decir, para hacer explícito lo que está implícito en las condiciones del problema. De hecho, en el caso anterior, una representación gráfica se convirtió en un método hermenéutico, en cuanto que nos ayudó a explicitar la información dada. Veamos ahora un problema en apariencia complejo: “Pedro le dijo a Ramón: ‘La edad que yo tengo es el doble de la edad que tu tenías cuando yo tenía tu edad’. Si la edad de Ramón es de veinte años, ¿cuántos años tiene Pedro?”

Al analizar de manera rápida este problema nos podría dar la impresión de que faltan datos. Antes de iniciar cualquier inferencia o razonamiento, como ya hemos visto, se debe organizar la información y clarificar el lenguaje que parece confuso: comprender bien el lenguaje del problema y sus condiciones, determinar las variables que intervienen en el problema: personajes, edades y tiempo (lo que sucede en el pasado y lo que sucede en el presente). Después de lo anterior, conviene representar esas variables de una manera visible y vaciar en esta representación toda la información que poseemos:



Podemos utilizar ahora, y una vez hecho lo anterior, un recurso hermenéutico que consiste en asignar un valor arbitrario a X, digamos 10, entonces la edad de Pedro será 2(10) es decir 20 años; pero resulta entonces que en el pasado la diferencia de edades es de 10 años y en el presente de 0 años. Descubrimos por lo tanto una relación “oculta”, a saber, que la diferencia de edades debe ser igual en el pasado que en el presente. No todos tenemos la capacidad para ver relaciones escondidas. La enseñanza con base en heurísticas constituye todo un apartado que veremos al finalizar esta sección.

Heurística

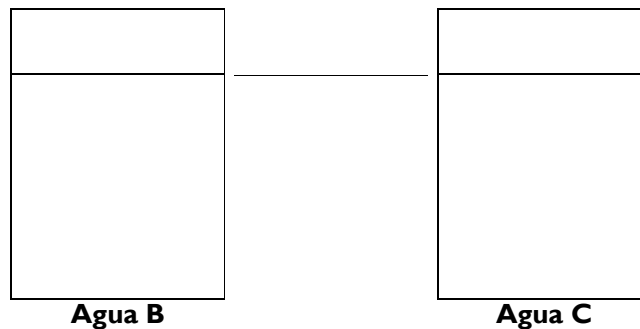
Aunque la mayoría de los autores identifica a la hermenéutica con la heurística, prefiero reservar este último nombre para la búsqueda de los métodos o estrategias más apropiados para resolver un problema cuando la información es totalmente explícita. Volviendo al problema de las edades de Pedro y Ramón –ahora ya no tenemos problemas con los datos– y para no perdemos del desenlace, podemos encontrar el resultado final de dos maneras distintas. Primero por aproximaciones sucesivas –ya sabemos que tanto en el pasado como en el presente la diferencia de edades se conserva–, dando varios valores a X hasta que las diferencias de edades en el pasado y en el presente sean las mismas, o bien, por una simple fórmula algebraica:



$$\begin{array}{rcccl}
 \text{Ramón} & & \text{Pedro} & & \\
 \times \text{ años} & - & 20 & = & \\
 & & & & \text{Ramón} & - & \text{Pedro} \\
 & & & & 20 & & 2x \\
 & & & & & & \\
 & & & & 3x = 40 & & \\
 & & & & 3x = 40 & & \\
 & & & & x = 40/3 & & \\
 & & & & x = 40/3 & & \\
 & & & & x = 13.3 & &
 \end{array}$$

Ésta es la solución de la ecuación, pero no del problema que exige el valor de $2x$; en consecuencia, la solución es de 26.6.

Analícemos ahora el siguiente problema: “Tenemos dos jarras con 10 litros de agua cada una, una con agua B y otra con agua C. De una vaciamos un litro a la otra, luego de ésta regresamos un litro a la primera, de tal manera que ambas quedan con 10 litros otra vez. ¿Tiene la jarra de agua B más agua C o el recipiente del agua C tiene más de agua B?”



Obsérvese que en este caso el problema es transparente; no existe alguna relación que esté escondida y, en consecuencia, mi problema no es hermenéutico, sino heurístico, de acuerdo con mi definición (curiosamente, algunas personas resuelven este problema a través de un *insight* inmediato, mientras que otras no). Sin embargo, mi problema es cómo encontrar un método –heurística– que me resuelva el problema. Una estrategia que podemos usar, si no queremos meternos en el álgebra, es utilizar la simulación. En este caso, podemos representar a las moléculas de agua, digamos cuatro por cada litro, por medio de puntos para el agua B o crucecitas para el agua C, dibujados en los gráficos de los recipientes. Al hacer el vaciado como lo indica el problema, nos daremos cuenta de que al final, al regresar el mismo número de moléculas simuladas, cualesquiera que éstas sean, el resultado es el mismo y que no puede ser de otra forma: hay la misma cantidad de agua B en C que de ésta en B.

Concluyendo: podemos decir que algunas estrategias útiles para el analizar el problema, resolver problemas hermenéuticos o heurísticos son las siguientes:

- a. Definir las variables que intervienen en el problema.
- b. Tener una imagen mental del mismo a través de gráficos en donde estén representadas las variables.
- c. Utilizar estrategias específicas tales como: hacer simulaciones con gráficos y dar soluciones arbitrarias para estudiar las consecuencias de las mismas. Desde luego, éstas

no son las únicas y algunas quizás no funcionarán. En la medida que el alumno tenga un repertorio más amplio de ellas, mayor facilidad tendrá en su labor heurística.

Aplicación de la estrategia y de inferencias

A diferencia de la búsqueda de estrategias, aquí ya hablamos de los problemas de razonamiento que están implicados en el uso de una de ellas. Veamos para comprender esto en otro caso.

Uno de los temas de la lógica es el de los primeros principios, por ejemplo, el de no contradicción, el cual se enuncia así: “Una cosa no puede ser y no ser al mismo tiempo y bajo un mismo aspecto”, o en términos lógicos, “un juicio no puede ser al mismo tiempo verdadero y falso”. Limitarnos a explicar esto es ofrecer, para la mente del alumno, una verdad que peca de obviedad. Debemos hacerle ver que, lejos de ello, las implicaciones de dicho principio son importantísimas. ¿Por qué entonces no retar a su inteligencia resolviendo problemas que impliquen la aplicación de dicha ley? Pongamos el siguiente problema, ya muy conocido: “Tres niñas están hablando con una simpática señora que quiere saber cómo se llaman. Una niña tiene puesta una blusa violeta, otra una blusa rosa, la tercera una blusa blanca. La niña con la blusa violeta dice ‘nos llamamos Blanca, Rosa y Violeta’. A continuación otra niña dice: ‘yo me llamo Blanca; como puede usted ver, nuestros nombres son los mismos que los colores de nuestras blusas, pero ninguna de nosotras usa la blusa del color de su nombre’. La señora sonríe y dice: ‘Pero ahora ya sé cómo se llaman’. ¿Qué color de blusa usa cada una de las niñas?”

La estrategia general para resolver este tipo de problemas, consiste en visualizar de manera clara la información que se ha proporcionado. En este caso se puede recurrir a una “tabla lógica”, en donde puedan establecerse las relaciones entre los colores de las blusas y los nombres de las niñas:

	Blanca	Rosa	Violeta
Blusa blanca	X		
Blusa rosa		X	
Blusa violeta			X

Como nadie usa la blusa del mismo color, pueden tacharse los cuadros de intersección entre los nombres y las blusas iguales:

“Luego, la niña con blusa violeta dice: ‘Nos llamamos Blanca, Rosa y Violeta. A continuación otra niña dice: ‘yo me llamo Blanca’. ¿Podrá Blanca tener la blusa violeta?’ La respuesta obvia es no; de ahí que podamos cancelar con otra cruz esa relación imposible:

De esta manera sabemos que Blanca sólo puede tener la blusa rosa, en consecuencia, Violeta no puede tener esa misma blusa.

Y así finalmente, la tabla nos ayuda a visualizar que Violeta sólo puede tener la blusa blanca y Rosa la blusa violeta.

	Blanca	Rosa	Violeta
Blusa blanca	X	X	○
Blusa rosa	○	X	X
Blusa violeta	X	○	X

El manejar una tabla como ésta es una estrategia dentro de muchas otras. Mientras el repertorio sea mayor y se internalice la esencia de su funcionamiento, mayor será la posibilidad de transferir dichas estrategias a situaciones desconocidas.

Algoritmos

Los algoritmos o “recetas de cocina”, como se les llama a veces despectiva o humorísticamente, son los pasos exactos o instrucciones precisas que debe seguir una persona para llegar a una solución. Una vez que se comprende una estrategia, ésta debe traducirse a algoritmos, los cuales, aunque en ocasiones no necesariamente se expresan, deben procesarse al menos mentalmente. Un ejemplo de problema con fuerte dosis algorítmica es el siguiente:

Las reglas que se dan a continuación son para hacer operaciones de suma en lenguaje binario. Léelas con detenimiento y luego haz las sumas que se indican:

1. $0 + 0 = 0$
2. $0 + 1 = 1$
3. $1 + 0 = 1$
4. $1 + 1 = 10$
5. Si obtienes 10 y debes llevar el número 1 para continuar, entonces para continuar la suma, anota 0 y ...
6. Si los siguientes números son 1 y 0 tu resultado será 10 por el uno que llevabas, y...
7. Será 11 si los números son 1 + 1, por la misma razón.

Ahora haz las siguientes sumas:

$$\begin{array}{r} 110 \\ +111 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1111 \\ +1010 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 00011 \\ +10110 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11100 \\ +00110 \\ \hline \end{array}$$

Sin embargo, pueden generarse problemas de este tipo en casi todos los problemas de la lógica y las matemáticas y ayudar al alumno a mejorar su concentración, su capacidad de observación y a refrenar su impulsividad. No podemos dejar de considerar tampoco que el alumno, en numerosos casos, conoce procedimientos para resolver problemas, pero que falla al aplicarlos porque su atención omite detalles importantes.

En otras ocasiones, instrucciones en apariencia sencillas involucran amplios conocimientos previos. Supongamos, por ejemplo, que deseamos que el alumno aplique las ocho reglas del silogismo categórico –con el único objeto de desarrollar la habilidad de seguir instrucciones– para saber si la siguiente forma silogística es válida o no:

Toda B es A

Ninguna B es C

Ninguna A es C

Entonces, probando todas y cada una de las reglas, podemos llegar a un veredicto. En esta ocasión es de invalidez por violar la regla que dice que “la extensión de los términos en la conclusión no debe exceder a como aparece en las premisas”, y en este caso el término A la contraviene (en la primera premisa aparece como particular, y en la conclusión como universal). Sin embargo, los alumnos tienen dificultades para aplicar correctamente la regla. Esto sucede porque la fase de análisis anterior tiene deficiencias. Por ejemplo, ¿qué significa “mayor extensión que...”? Ello nos lleva al concepto de extensión del sujeto y del predicado; este último no se cuantifica en el lenguaje normal, por lo cual se dice que toda proposición afirmativa tiene predicado particular, y si es negativa, universal; pero ¿por qué esto es así? Tendríamos que dar una explicación más extensa. Se ve claro entonces que una simple instrucción tiene detrás de sí una serie de conceptos, eslabonados de tal forma que si uno falla la cadena se rompe. La verificación del conocimiento a través de la aplicación correcta de algoritmos es una técnica que nos permite conocer en dónde tiene dificultades un alumno y determinar los procesos que hacen falta. Por ejemplo, el maestro de matemáticas puede determinar un número finito de pasos para resolver un problema o una ecuación y luego verificar el éxito o fracaso en cada uno de ellos.

Solución y verificación

Finalmente, la respuesta obtenida debe corresponder cabalmente a la pregunta formulada en el problema y a sus condiciones intrínsecas y extrínsecas. Por ejemplo, en el caso de las edades de Pedro y Ramón, despejamos a X ; pero la pregunta se refería a la edad de Pedro, que es $2X$; una falta de verificación nos hubiera inducido a pensar que la respuesta estaba en el valor de X . En otros casos, el alumno tendrá que verificar si sus soluciones satisfacen a todas y cada una de las condiciones iniciales del problema.

Enseñanza con base en heurísticos

Cuando los alumnos resuelven problemas y tienen dificultades, es importante que el maestro detecte en cuál de los siete aspectos mencionados el alumno está fallando o tiene poca habilidad. También deberá establecer las estrategias más oportunas para que el alumno incremente su repertorio, y diseñar los materiales más adecuados para el caso. Schoenfeld, un matemático interesado en conocer y desarrollar las habilidades para resolver problemas, trabajó en un programa especial basado en la “enseñanza de heurísticos”⁸, algunos de ellos eran (citado en Nickerson, *et. al.*, 1990):

1. Traza un diagrama si ello es posible; si existe un parámetro entero, busca un argumento inductivo.
2. Considera el razonamiento por medio de contradicciones o contraejemplos.
3. Considera un problema similar con menos variables.
4. Intenta establecer subobjetivos.

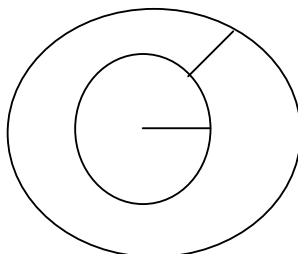
⁸ Aquí la palabra “heurístico” está tomada de una manera muy general en el sentido de cualquier estrategia que nos permite resolver un problema; lo cual es distinto a decir que la naturaleza de un problema es “heurística”, en el sentido que le he dado a lo largo de este apartado.

La idea es que si bien el número de problemas es casi infinito, casi todos ellos podrían agruparse en conjuntos finitos de acuerdo con los heurísticos que son necesarios para resolverlos. Los resultados de este entrenamiento fueron altamente favorables en cuanto a transferencia para el grupo experimental. Otros autores como Grignetti, que trabajó en el Proyecto Inteligencia de Venezuela, han desarrollado también esta idea y ofrecen una gama muy variada de estrategias que incluyen, además de las anteriores, el uso de la simulación, tabuladores, representaciones lineales, tanteo sistemático, postergación de información, análisis de supuestos y búsqueda de información implícita, entre otras. Si bien en muchos de estos entrenamientos los casos son ficticios y pueden considerarse “juegos de lógica”, se ha visto que las habilidades consideradas se transfieren al tratamiento de otros problemas académicos. Sin embargo, también hago notar que en problemas de física, química y otras disciplinas similares, podrían aislarse los “heurísticos” específicos de las materias estudiadas. Por ejemplo, son numerosos los problemas en donde un dato que se requiere para aplicar una fórmula, tiene que obtenerse a partir de otros datos. Los problemas de esta naturaleza, en consecuencia, se resuelven “sustituyendo unos datos por otros”; en otros casos, la confusión viene de tomar en cuenta información que no es relevante. Pongamos dos casos sencillos de física en donde pueden apreciarse dos heurísticos:⁹

I. “Traza un diagrama si ello es posible.”

Problema: ¿Cuál es el periodo de un satélite que circunda a la Tierra a una altitud de 400 kilómetros sobre el nivel del mar? El radio de la tierra es de 6.37×10^3 ; la masa terrestre es de 5.98×10^{24} kilogramos, y la fuerza de gravedad (G) es igual a $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Un error frecuente de los alumnos al tratar de resolver este problema, es que de manera impulsiva utilizan el radio de la Tierra, sin considerar que debe añadirse la altitud a la que se desplaza el satélite¹⁰, esto ocasionado a su vez porque no se ha hecho una imagen mental de lo que significa el “periodo” y a qué tiempo se refiere la pregunta. La imagen gráfica del problema ayuda a mejorar la percepción del problema:



La imagen nos “recuerda” que deben sumarse el radio de la Tierra y la altitud del satélite. Es así como después se igualan las fuerzas y se obtiene el valor de la velocidad angular para determinar, con ese dato, la magnitud del tiempo, que es lo que se está pidiendo:

$$F=G \frac{m_1 m_2}{r^2} = m_1 \omega^2 r$$

En donde $\omega=2\pi/t$, en este caso “0” corresponde a una vuelta completa del satélite, que es igual a 2π radianes.¹¹

⁹ Agradezco los ejemplos a la física Irma Esnaurriza, maestra del ITESM-Campus Morelos.

¹⁰ Ya mencionamos en la unidad anterior cómo la percepción afecta el tratamiento lógico, y cómo además la percepción de las palabras es distinta a la percepción de las relaciones lógicas. En el caso de la percepción visual a través de gráficos, estos constituyen un puente que permite el tránsito de lo verbal a lo simbólico y viceversa.

¹¹ Un error frecuente en el alumno consiste en que no se da cuenta que las unidades de medición deben ser congruentes, y así, las mediciones en kilómetros deben ser convertidas a metros, aspecto en el cual también se puede entrenar al alumno.

2. Propongamos otro heurístico: “Prueba el valor de un dato.”

Un dato en un problema puede tener las siguientes funciones:

- a. Se aplica directamente.
- b. Se aplica indirectamente para la obtención de otros datos. Se substituyen unos valores en otros.
- c. Es irrelevante para la solución.

Estas posibilidades, aunque parecen obvias, requieren concientizarse en el alumno para que pruebe en ese orden la función de un dato y refrene su impulsividad. Pensemos por ejemplo en el siguiente problema:

¿Cuál es el peso en la Luna de un objeto que en la superficie de la Tierra pesa 98 N, si la masa de la Luna es de 7.35×10^{22} kilogramos y su radio mide 3.84×10^8 metros?

Aquí es importante diferenciar los conceptos de masa y peso. Identificando que 98 N es el peso, se determina la masa del cuerpo (que permanece constante en la Luna), que a su vez será tomada para encontrar el peso lunar correspondiente.

Es así que $\text{peso} = \text{masa} \times \text{gravedad}$, lo que da una masa de 9.98 kilogramos aproximadamente, dato que a su vez será utilizado en la fórmula de la gravitación universal para determinar la aceleración de la gravedad lunar. En este caso, algunos datos nos sirven para obtener otros que no están dados explícitamente. Con ejercicios simples y similares al anterior, el alumno puede, paulatinamente, desarrollar el hábito de verificar con detenimiento el valor de un dato.

Si el profesor, en consecuencia, logra aislar dichos heurísticos –así como los demás elementos vistos en esta parte– y preparar materiales para que los alumnos los concienticen y dominen, ello representaría una oportunidad para mejorar la enseñanza en las llamadas disciplinas duras. Tómese en cuenta también que los heurísticos pueden ordenarse por prioridades (o por practicidad) y convertirse en algoritmos abiertos.

Otras recomendaciones

1. En la enseñanza de estrategias para resolver problemas, se debe proceder, como ya lo habíamos establecido anteriormente, a partir de lo más simple. En este caso, desde los algoritmos hasta concluir en ejercicios de alto contenido hermenéutico. La fase de análisis, en cambio, debe estar incluida en cada parte del proceso, desde el inicio hasta el final.
2. El maestro debe aprovechar los problemas para evaluar las fallas del estudiante en su razonamiento y también en actitudes negativas. Con base en esto puede ofrecerse la retroalimentación. Conviene además que se dialogue con ellos acerca de la naturaleza de cada elemento del proceso para resolver problemas; esto con objeto de que el alumno haga su propio diagnóstico.
3. Si un alumno no resuelve un problema, puede creársele un sentimiento de inferioridad. Por ello, los problemas que se le planteen deben ser acordes a su capacidad; en caso contrario, el profesor deberá ayudarlo hasta que descubra por él mismo la solución.
4. Las actitudes negativas más frecuentes del estudiante frente a los problemas son la impulsividad y el sentimiento de impotencia; la paciencia, el diálogo, la observación y el detenimiento son buenos vehículos para superarlas, así como la gradación de dificultad en los ejercicios.

Conclusiones generales

Podemos observar *grosso modo* que los métodos vistos en esta unidad pueden dividirse en dos grupos. Algunos, como el Proyecto Inteligencia, destacan el procesamiento de la información como una labor a detalle y paso por paso, para que al final la totalidad quede reconstruida. En este caso, las habilidades complejas son descompuestas en otras más simples para su abordaje metódico. En cambio, en propuestas como la de Richard Paul, se plantean habilidades más holísticas y generales, y el alumno debe reconstruir los elementos simples a través de la investigación y la discusión. En este caso, el proceso que se ofrece son guías que reducen la ambigüedad y orientan la investigación. En mi opinión, el profesor puede tomar ideas de ambos métodos y aplicarlas de acuerdo con las características de su materia. Es muy probable que en problemas que implican alta confusión en su tratamiento, sea más adecuado aplicar métodos más estructurados que procedan de lo simple a lo complejo, en tanto que en aquellos asuntos en donde haya una oportunidad de aprendizaje “extensivo”, sea más prudente utilizar métodos globales y holísticos. También hay que tomar en cuenta que en estos segundos métodos es más fácil provocar la motivación del alumno porque los problemas a resolver son cotidianos, en tanto que en los primeros se debe ser muy cuidadoso para que los ejercicios y conceptos vistos sean significativos. Finalmente, obsérvese que en todos los casos deben definirse procedimientos y diseñar los materiales apropiados.

En la siguiente unidad veremos cómo los métodos anteriores y los generados por el docente, pueden integrarse al currículum bajo procedimientos estratégicos que permiten establecer una arquitectura cognoscitiva de amplios alcances.