

LOS SABERES DE LA EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Carlos Eduardo Solivérez*

Publicado en la revista *Novedades Educativas*,
Año 17, N° 178, Buenos Aires (Argentina), octubre de 2005, pp. 18-23

Importancia de la categorización de los saberes tecnológicos

Los saberes cuya apropiación deben promoverse en la Educación Tecnológica están determinados por las finalidades que se asignen al área en la escuela. Si estas finalidades priorizan el rol de las tecnologías como principal medio de satisfacción de las necesidades humanas básicas —como proponemos detalladamente en un trabajo anterior¹— estos saberes deben consistir en un *saber hacer* no excluyentemente técnico, basado en la comprensión operativa de las interacciones mutuas entre la sociedad y el medio ambiente mediadas por las tecnologías.

Como los alumnos construyen sus saberes interactuando con objetos de conocimiento, tanto los contenidos como la organización curriculares están determinados por la naturaleza de estos saberes. En particular, los saberes predominantes (analizamos detalladamente más adelante el criterio de categorización), al ser las metas principales a alcanzar, deben constituir el eje organizador de todos los contenidos². Asimismo, las categorías predominantes de saberes determinan o al menos condicionan fuertemente las didácticas promotoras de su apropiación³. Una clara identificación de estas categorías es, por lo tanto, un requisito previo para la elaboración de las didácticas específicas de la Educación Tecnológica, didácticas que no han sido adecuadamente desarrolladas en la propuesta curricular de los organismos educativos nacional y federal argentinos⁴.

La historia de la disponibilidad, incorporación y desarrollo de las tecnologías en Argentina muestra claramente el enorme impacto que ellas han tenido sobre el nivel y forma de vida de la población. Cuatro ejemplos descollantes son:

- La exacerbación del carácter guerrero de las etnias tehuelches y araucanas por la adquisición de las tecnologías de domesticación del caballo durante la época colonial.
- La conformación de un tipo humano característico, el gaucho, por la adaptación a los medios tecnológicos asequibles para la satisfacción de sus necesidades vitales.

* Profesor de Física de la Universidad Nacional del Comahue y de Tecnología del Instituto de Formación Docente Continua de San Carlos de Bariloche (Río Negro).

1 Ponencia *Educación Tecnológica para comprender el fenómeno tecnológico*, publicada en noviembre de 2003 en el sitio Internet del Instituto Nacional de Educación Tecnológica:
http://www.inet.edu.ar/mat_serie_colecc_mat.asp?ID=602T.

2 Reigeluth, C. M.; *In search of a better way to organize instruction: The elaboration theory*; Journal of Instructional Development, vol. 2; 1979.

3 Aparicio, Juan José; *El conocimiento declarativo y procedimental que encierra una disciplina y su influencia sobre el método de enseñanza*; Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa; 1995 10, 23-38.

4 Ministerio de Cultura y Educación y Consejo Federal de Educación de Argentina; *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*. 2ª edición, Buenos Aires (Argentina), 1995; pp. 211-249. El texto electrónico completo puede encontrarse en el sitio Internet
<http://www.me.gov.ar/consejo/documentos/>.

- El estrangulamiento de la industria del interior del país a partir de la creación del virreinato del Río de la Plata debido a las inadecuadas tecnologías de transporte terrestre.
- La crecientemente acelerada desindustrialización producida durante el período 1976-2002, con la consiguiente destrucción de puestos de trabajo, debido a la aceptación gubernamental de las políticas económicas de división internacional del trabajo donde a Argentina le corresponde la producción de materias primas, que en el mejor de los casos son materias primas industriales, *commodities*, como las oleaginosas (en particular, la soja).

Estas consideraciones bastan para subrayar la enorme importancia de la comprensión integral del fenómeno tecnológico, comprensión que sólo puede alcanzarse mediante un sostenido y bien orientado esfuerzo del sistema educativo basado en el desarrollo por el alumno de destrezas que es necesario identificar claramente. En un trabajo posterior discutiremos las consecuencias didácticas de la categorización de los saberes esenciales de la Educación Tecnológica.

Causalidad, teleología y funciones de las tecnologías

Las actividades tecnológicas requieren la aplicación alternada y consciente de los dos tipos diferentes de saberes causales, el teleológico y el estrictamente causal. El teleológico, fuertemente dependiente de las motivaciones y las pautas sociales, determina las acciones eficaces, sociales y técnicas, para alcanzar las metas deseadas. El estrictamente causal, fuertemente condicionado por los saberes técnicos, usa la identificación de causas y efectos en el mundo natural para seleccionar los medios apropiados para alcanzar las metas planteadas.

Los saberes estrictamente causales están orientados al pasado, se construyen con la experiencia y parten de la premisa que lo que sucedió ayer volverá a suceder hoy del mismo modo; cuando son conscientes, son racionales y deductivos; cuando son inconscientes (intuitivos), son inductivos y generalizadores; cuando no se basan en el ensayo y error son rígidos y acotados a lo consciente o inconscientemente ya conocido. Los saberes teleológicos están orientados hacia el futuro; son flexibles y capaces de sortear obstáculos; son predominantemente pragmáticos, exploradores, creativos. Los saberes teleológicos frecuentemente se confunden con los funcionales, los que responden a la pregunta *¿para qué sirve?*. La incapacidad de diferenciar entre causas, efectos, funciones y metas, es un obstáculo central a la Educación Tecnológica y puede conducir al conductismo (creer que las personas sólo actúan en respuesta a los estímulos externos), al voluntarismo (creer que la motivación basta para alcanzar el resultado deseado) y a la improvisación (creer que no se necesitan saberes previos sobre el tema, que cualquier medio es eficaz).

Ilustramos las diferencias mediante un caso real vivido en un Profesorado de EGB 1 y 2 en el contexto del reconocimiento de la importancia de las tecnologías para la satisfacción de las necesidades humanas vitales (las que ponen en riesgo la vida).

Docente: *¿Cuál es la necesidad vital que satisfacemos cuando tomamos agua?*

Alumno: *La sed.*

La necesidad vital no es *tener sed* sino proveer al organismo del agua necesaria. La sed es el efecto de la disminución del contenido de agua del cuerpo humano (causalidad estricta), señal cuya función es iniciar la actividad de búsqueda de agua (teleología).

Entre los objetivos principales de las actividades tecnológicas se cuentan el diseño y construcción de artefactos (típicas pero no exclusivas de los ingenieros) y la organización de tareas capaces de realizar funciones predeterminadas. El concepto de fun-

ción es central en la Educación Tecnológica, no así el estudio de los medios técnicos que permiten su realización particular (el principio de funcionamiento) debido a que la enorme variedad de tecnologías haría imposible tener siquiera una visión panorámica de ellos. Así, por ejemplo, la Educación Tecnológica no debe ocuparse de estudiar los circuitos que hacen posible el control de procesos industriales, sino del impacto industrial, socio-cultural y ambiental que dicho control tiene. Es frecuente que las instituciones consideren a las personas como recursos comparables a los materiales, razón por la cual frecuentemente una fábrica u organismo tiene una Dirección de Recursos Humanos. Las personas no son recursos porque no son cosas ni meros medios para los fines de terceros. Las personas pueden desempeñar funciones, sus papeles o roles institucionales, pero son fines en sí mismas y este imperativo ético debe necesariamente ser uno de los contenidos actitudinales de la Educación Tecnológica. Las tecnologías deben estar al servicio de las personas, no a la inversa.

Categorización funcional de los saberes

La lectura de diferentes textos de Psicología del Aprendizaje, Psicología Cognitiva, Epistemología, Teoría de la Instrucción, Inteligencia Artificial o de temas afines pone inmediatamente de manifiesto que se usan frecuentemente acepciones diferentes de términos tan básicos como *inteligencia*, *explicación*, *información*, *destreza*, *conocimiento* y *saber*, entre muchos otros. No es posible efectuar un análisis riguroso de nuestro tema sin una clara especificación de la terminología. Dada la amplitud del tema nos limitamos aquí a los términos relevantes para este trabajo⁵.

La inteligencia, facultad localizada mayoritaria pero no exclusivamente en el cerebro⁶, es capaz de procesar datos e información externa (proveniente de los órganos de los sentidos o de instrumentos) o interna a la mente (ideas) usándola para actuar en el mundo y operar sobre él. La capacidad de conocer el mundo, actuar en él y modificarlo eficazmente constituye lo que denominamos genéricamente saberes. A grandes rasgos la inteligencia es como una fábrica cuyas instalaciones y equipamiento son el sistema nervioso y los órganos de los sentidos, cuyos insumos son la información proveniente del mundo exterior y la almacenada en su interior y cuyos procesos de fabricación y productos son los saberes. Es crucial, entonces, diferenciar los cuatro aspectos siguientes:

- El acto de adquisición de la información, que denominamos conocimiento⁷.
- El sistema de procesamiento de información: la inteligencia.
- El proceso de adquisición, construcción, transformación y/o eliminación de las informaciones mentales y de las operaciones que sirven para actuar, los aprendizajes.
- Los contenidos de la inteligencia, la información y las técnicas o estrategias cognitivas y motrices, conscientes o inconscientes almacenadas en la memoria: los saberes.

Hay muchas maneras diferentes de agrupar objetos en categorías y no es posible clasificarlos sin especificar un criterio de agrupación, el rasgo que consideramos más relevante para nuestros fines. Así, podemos clasificar los saberes por su origen (espontáneos, empíricos, autoritarios, memorísticos, racionales...), por el grado de conciencia

⁵ El tema se discute detalladamente en el capítulo *Los saberes* del libro inédito de este autor *Tecnologías, cultura y naturaleza: los por qué, para qué y cómo de la Educación Tecnológica*.

⁶ Hay procesamientos previos o parciales de información en los órganos de los sentidos. La retina humana, por ejemplo, es capaz de detectar cierta clase de movimientos por sí sola, sin necesidad de la intervención del cerebro.

⁷ Usamos aquí la acepción de *conocimiento* del filósofo francés Michel Foucault: *Dits ets écrits*; Gallimard; París (Francia); 1994; p. 57.

que tenemos de ellos (instintivos, intuitivos, conscientes...), por su estructura (sincréticos, simbólicos, racionales...), por el objeto de conocimiento (cada una de las ciencias, disciplinas y técnicas), por su finalidad (teóricos o de comprensión de fenómenos, prácticos o de resolución de problemas...), por su función. El último criterio es el más apropiado desde el punto de vista tecnológico porque enfatiza un principio básico de todas las actividades tecnológicas, y diferencia claramente sus saberes de los de otras disciplinas sólo aparentemente similares, como las ciencias.

La función general de los saberes es permitirnos actuar eficazmente en el mundo, poder llegar a una situación deseada a partir de una inicial insatisfactoria. Si no sabemos, somos juguetes del azar, los saberes nos permiten encontrar el camino correcto. De allí la manida metáfora: *el saber es la lámpara que muestra el camino a recorrer*. Desde este punto de vista práctico podemos categorizar los saberes según sus funciones específicas de identificación, descripción, explicación, prescripción, inferencia, predicción, conciencia, empatía y acción operativa o eficaz.

Los **saberes de identificación** permiten reconocer un objeto o proceso particular o a una clase de ellos, sean reales o mentales. Si bien una de las funciones de la escolarización es hacer comunicables los saberes de identificación mediante la denominación convencional de los objetos, los rasgos o características que permiten la identificación frecuentemente no son conscientes y los objetos o procesos identificados no siempre tienen un nombre. La capacidad de discriminación es un fenómeno cultural: la visión permite diferenciar entre millones de colores —aunque sólo de manera comparativa— pero sólo hay nombres para unas pocas decenas de ellos y algo similar sucede con los restantes sentidos. Para la mayoría de las personas hay un solo tipo de nieve, mientras los esquimales distinguen veinticinco clases diferentes. Todos los sustantivos y verbos corresponden a saberes de identificación, cuyo equivalente corporal es señalar algo con el dedo. Una de las mayores y más comunes estafas educativas es hacer creer que el mero uso de un nombre (el dominio de la terminología) implica la capacidad de reconocimiento o discriminación del objeto que denomina. Mentar el *pensamiento formal* de Piaget no implica poder reconocer su presencia o ausencia en un estudiante. Cualquier rótulo carece de significado si no se sabe identificar el objeto o clase de objetos al que corresponde, y el mero conocimiento de rótulos es característico del vicio escolar del enciclopedismo.

Los **saberes descriptivos** permiten dar los rasgos (propiedades y relaciones) de cosas y procesos, reales o mentales. Cuando están bien formulados permiten identificar el objeto o proceso independientemente de su denominación convencional. La descripción puede ser oral o escrita (definición), gestual, gráfica o de cualquier otro tipo, pero es requisito que sea comunicable, característica que no necesariamente tienen los saberes de identificación. Todo saber descriptivo requiere la convalidación de su fidelidad, es decir, de su grado de adecuación con lo descrito. Debido al requisito de comunicabilidad, la convalidación es necesariamente social y debe ser hecha por personas diferentes a la que efectúa la descripción. Son ejemplos de saberes descriptivos las definiciones, las taxonomías (clasificaciones disjuntas estrictamente jerárquicas), las estructuras obtenidas mediante el método analítico-sintético. Desde el punto de vista tecnológico las descripciones más importantes son las estructurales basadas en las características funcionales de los elementos y sus relaciones.

Los **saberes explicativos** cumplen tanto funciones internas —como la convalidación de las estructuras cognitivas de una persona y la toma de decisiones— como externas —la aceptación social. Una de las explicaciones más primitivas de los fenómenos naturales es el animismo, la atribución de alma y voluntad propia a los objetos inanimados. Estas fuerzas supuestamente causantes de los sucesos fueron luego personificadas en dioses tales como los de los griegos y romanos. Todavía perduran culturas que atribuyen las enfermedades de origen bacteriano a espíritus malignos que deben

ser aplacados con ofrendas en vez de ser combatidas con antibióticos. Todas las explicaciones sin fundamento o verificación pueden ser genéricamente caracterizadas como creencias. Data de unos pocos siglos el desarrollo de explicaciones fundadas en el análisis, la experimentación y la formulación matemática (legal o estadística) de los fenómenos con métodos de verificación y convalidación: los saberes racionales de los cuales el prototipo son los científicos. Los saberes estrictamente causales pueden cumplir una función explicativa (*esto sucedió porque...*) pero también una predictiva (ver más adelante). Las explicaciones no siempre son verdaderas (las supersticiones son un ejemplo), de modo que no toda explicación es un saber explicativo (los pretextos no son saberes, sólo mentiras).

A diferencia de aquellos saberes explicativos que se adquieren espontáneamente, los **saberes racionales** son una invención humana cuyo desarrollo requiere habilidades no innatas. El saber explicativo racional⁸ (cuyas características no podemos detallar aquí) es la base tanto del saber científico como del diseño y fabricación de artefactos artesanales e industriales de cualquier tipo. La alfabetización es condición necesaria para el desarrollo del pensamiento racional, pero no siempre suficiente. Según los estudios de la Psicología Transcultural el entrenamiento escolar (y dentro de él, a nuestro juicio, el lenguaje formalizado) cultiva habilidades necesarias para la adquisición del saber racional, pero no siempre suficientes para hacerlo posible⁹. Una persona poco educada puede tomar por saber explicativo algo que es sólo una creencia o una superstición. En los primeros años escolares las explicaciones son necesariamente incompletas, simplificadas o deformadas, de ahí la necesidad de graduar su complejidad, lo que Vygotski (y a partir de él, Bruner) denominó el *saber espiralado*¹⁰.

Los **saberes prescriptivos** son los que establecen normas de acción o comportamiento humano de cualquier tipo, como recetas, deberes, reglas, leyes, procedimientos operativos, técnicas, valores. Los saberes prescriptivos están convalidados por la práctica, es decir, por dar resultados buenos o al menos aceptables en la mayoría de los casos, aunque no necesariamente siempre. Las didácticas escolares usuales son saberes prescriptivos apropiados para el alumno promedio, pero a veces perniciosas para los más adelantados o los más atrasados de la clase. Los únicos saberes prescriptivos cuyos resultados están asegurados son los algoritmos matemáticos, razón por la que para nosotros pertenecen a la categoría de saberes operativos.

La capacidad de hacer **inferencias** permite obtener nuevos saberes a partir de los preexistentes. Las inferencias deductivas que se aplican en la Lógica tradicional y en las demostraciones matemáticas de todo tipo son básicamente tautológicas, es decir, no generan hechos nuevos, sólo develan los que ya estaban, pero ocultos. Las inferencias inductivas mediante las cuales se formulan leyes a partir de casos particulares, como las de las ciencias naturales en general, sí generan nuevos hechos que requieren verificación o convalidación posterior, teniendo inicialmente el carácter de hipótesis, saberes provisorios que pueden ser posteriormente refutados. Estos saberes son característicos de las ciencias. Los saberes inferenciales más simples son las señales. Cuando vemos una columna de humo que sube desde un lugar donde no hay chimeneas, inmediatamente nos preguntamos qué se estará quemando, porque sabemos que *donde*

⁸ Ver, por ejemplo, Piaget, Jean (compilador); *La explicación en las ciencias*; Ediciones Martínez Roca; Barcelona (España); 1977. Se discuten allí los saberes explicativos en Lógica, Matemática, Física, Biología, Lingüística y Ciencias Sociales.

⁹ Ver, por ejemplo: Feldman, C. F. Lee - B. - McLean, J. D. - Pullemer, D.B. - Murray, J. B.; *The development of adaptive intelligence* (El desarrollo de la inteligencia adaptativa); Jossey-Bass; San Francisco (California, EE. U.); 1974.

¹⁰ Vygotski, Lev Semiónovitch; *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*; Crítica; Barcelona (España); 2000; p. 92.

hay humo hay fuego. Las señales son la aproximación empírica a las muy importantes relaciones científicas de causa-efecto (causalidad estricta) donde cada vez que está presente la causa, necesariamente se produce el efecto: un metal que se calienta suficientemente siempre brilla, entonces *incandescencia es una señal de altísima temperatura* es una relación de causa-efecto. No todas las señales son relaciones de causa-efecto, en la mayoría el efecto usualmente no es una consecuencia necesaria, sino solamente la más probable. En la naturaleza los fuegos habitualmente arden con humo, pero hay fuegos como los de una hornalla que no lo hacen. No todos los saberes inferenciales se cumplen siempre, su utilidad reside en que son verdaderos la mayoría de las veces.

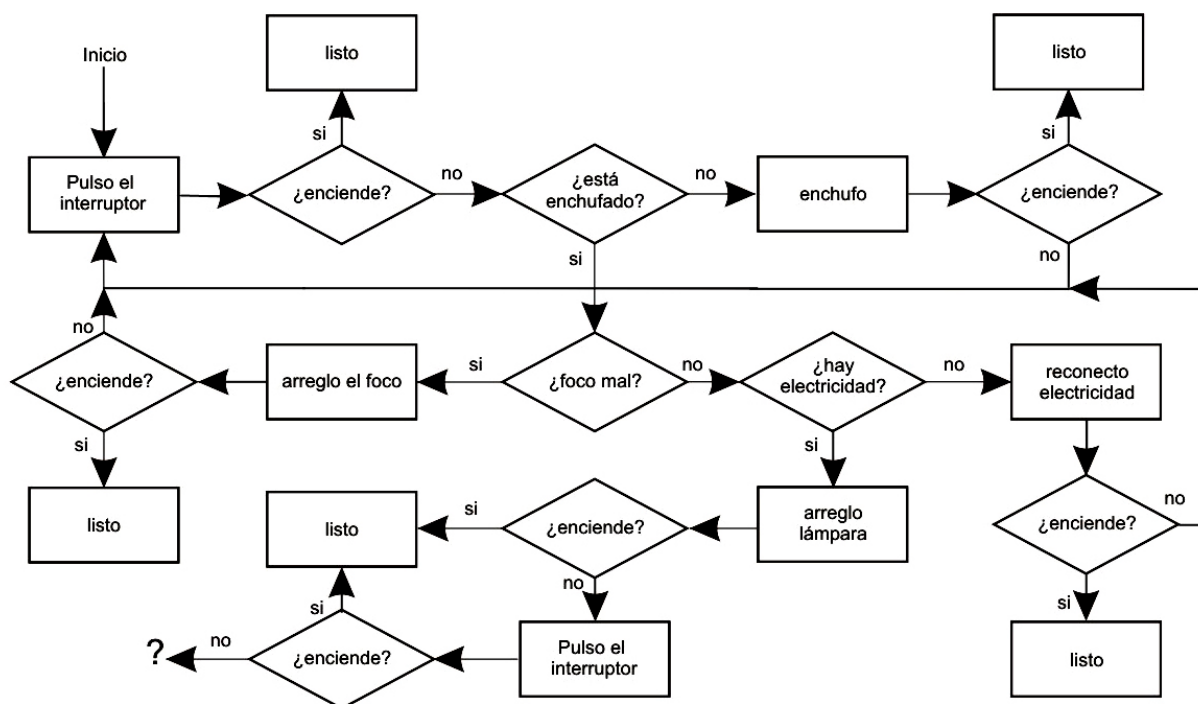
Los **saberes predictivos** están restringidos exclusivamente a fenómenos que suceden con gran regularidad, como los del mundo inanimado. Una ley física o jurídica por sí sola no constituye una predicción porque las leyes son genéricas, se aplican a amplias categorías de cosas. La ley *todos los cuerpos libres caen hacia el centro de la tierra* no predice qué cuerpo particular caerá en qué momento y lugar. Un saber predictivo debe ser específico, referirse a objetos únicos en lugares y tiempos bien determinados. *Juan morirá algún día* no es un saber predictivo si no digo donde y cuando sucederá. Un saber predictivo es una afirmación a futuro que no sólo debe tener una explicación (si no sería una profecía), sino que además debe cumplirse sin intervención del que la hizo. *Juan morirá en este lugar a causa de un rayo exactamente dentro de 3 h* es un saber predictivo sólo si el hecho sucede. Como se ve, a pesar de que a mucha gente le gusta creer en las profecías, una predicción específica, fundada en causas ajenas al que la formuló, es un saber complejo. Uno de los grandes logros de las tecnologías ha sido el desarrollo de saberes estrictamente causales que permiten el diseño de materiales y dispositivos cuyos comportamientos a largo plazo pueden preverse con anticipación, rasgo esencial de los saberes predictivos. Una simulación en tiempo real no es un saber predictivo, sólo una repetición o imitación más o menos buena de un proceso.

La **conciencia** es el saber sobre todos los saberes, el “supersaber”. Se considera una capacidad específicamente humana, una de las que nos diferencia de los restantes animales superiores y nos permite sentirnos diferentes del resto del universo y con capacidad de autodeterminación. El tema es demasiado complejo para tratarlo aquí, donde nos limitamos a subrayar su existencia. La conciencia es prerequisite de la siguiente clase de saberes, la **empatía**, saber que permite a una persona colocarse en el lugar de otra, imaginar sus pensamientos y sentimientos. La empatía incluye lo que algunos psicólogos denominan *Teoría de la Mente*, capacidad —que se desarrolla bastante tempranamente en los niños— de comprender que las demás personas también piensan, tienen sensaciones, necesidades e intenciones. La empatía, cuyo desarrollo está vinculado a lo que el curriculum escolar denomina contenidos actitudinales, es esencial para la convivencia con las otras personas y la construcción de las organizaciones sociales. Para dar sólo dos ejemplos, ni la justicia (orientada a la igualdad de trato) ni la solidaridad (orientada al cuidado de los necesitados de ayuda, es decir a la necesidad de desigualdad de trato) serían posibles sin los saberes empáticos.

Los **saberes operativos**, denominados por algunos psicólogos conocimientos procedimentales¹¹, son los más importantes para las tecnologías y la Educación Tecnológica porque permiten la acción eficaz. Son ejemplos de saberes operativos: sacar punta a un lápiz; qué decir o hacer para que una persona dada se enoje; hacer injertos

¹¹ El término fue originalmente introducido por Ryle, G; *Concept of the mind*; Hutchinson; Londres (Gran Bretaña); 1949. Para una revisión del estado actual del tema ver, por ejemplo, Aparicio, Juan José; *El conocimiento declarativo y procedimental que encierra una disciplina y su influencia sobre el método de enseñanza*; Tarbiya, Revista de Investigación e Innovación Educativa, tomo 10; 1995; pp. 23-38.

exitosos de plantas; construir un autito con elementos reciclados; colocar un hombre en la Luna; “zafar”¹² en un examen. Para que un procedimiento (secuencia de acciones que culmina de la manera deseada) conduzca a un resultado dado no es necesario comprender las razones de su eficacia, caso en que sería un saber explicativo o predictivo. Los saberes operativos espontáneos, los que surgen sin entrenamiento o capacitación especial, se descubren por ensayo y error o por imitación de las acciones de otros. Así se desarrollaron las tecnologías durante la mayor parte de la historia humana hasta el advenimiento de las ciencias, cuya función principal fue inicialmente explicar saberes operativos¹³. Los saberes operativos también pueden aprenderse usando información verbal o escrita, aunque con mayor dificultad, como bien sabe quien trató de aprender a esquiar o a operar un aparato complejo leyendo un manual.



Reparación de un velador que no enciende usando saberes de condición-acción¹⁴.

Los saberes operativos son de naturaleza completamente diferente que los descriptivos, explicativos y predictivos. Se puede conocer detalladamente la manera en que se produce un fenómeno y ser capaz de predecir su comportamiento al modificar cualquiera de las variables que lo gobiernan pero aún así no poder controlarlo. Un caso ilustrativo es la fusión nuclear controlada. Este fenómeno físico, fuente de la energía solar y de la denominada bomba de hidrógeno, se conoce detalladamente tanto a través de cálculos teóricos como de experimentos. Se entienden sus causas y se puede predecir su comportamiento. Si se lograra una fusión nuclear controlada de buen rendimiento se tendría una fuente de energía de combustible más abundante y con residuos menos peligrosos que los de los reactores nucleares actuales. A pesar de las multimi-

¹² Para los adolescentes argentinos “zafar” es hacer lo mínimo necesario para aprobar, usualmente contestando lo que ellos creen que el profesor quiere escuchar. Aunque no es el saber que debiera promover el sistema escolar, frecuentemente es eficaz para lograr el fin deseado por el alumno, superar el obstáculo que representa el examen. Véase *El dilema educativo argentino: Conjugando el verbo zafar*: <http://www1.rionegro.com.ar/arch200507/05/o05j01.php>.

¹³ El tema está detalladamente desarrollado en Bernal, John D.; *Historia social de la ciencia*, tomo I *La ciencia en la historia*, 5ª edición; Ediciones Península; Barcelona (España); 1979.

¹⁴ Ejemplo incorporado como material de dominio público en la Wikipedia castellana: http://es.wikipedia.org/wiki/Acci%C3%B3n_racional.

llonarias inversiones hechas para su desarrollo, hasta la fecha no se ha logrado la tecnología. Ésto muestra que tener el saber teórico (descriptivo, explicativo y predictivo) de un fenómeno, no equivale a tener el saber práctico (operativo) que permite controlarlo. Así, que un docente domine la Psicología del Aprendizaje —el metasaber explicativo (aunque no predictivo) de los procesos de construcción del saber — no asegura que será un buen promotor del desarrollo de los saberes de sus alumnos.

El único modelo racional de saberes operativos reconocido por la mayoría de los expertos de las ciencias duras (como la Física) y de las disciplinas tecnológicas (como la Medicina y las ingenierías) es el de condición-acción, el uso de reglas de acción aplicables a situaciones con rasgos bien identificados. Así, a determinados síntomas perfectamente catalogados (condición) corresponde efectuar ciertos análisis para distinguir entre diferentes posibles causas de la enfermedad; una vez identificada, corresponden ciertas soluciones, como cirugía, drogas o terapias especiales (acción). El modelo de condición-acción de los saberes operativos corresponde a la metáfora *la mente humana es una computadora*. Este modelo condujo, en la década de 1980, a las categorías de software denominadas *sistemas expertos* y *bases de conocimientos*. Con ellos se intentaba “extraer” los saberes de los expertos de diversas disciplinas e incorporarlas, mediante el modelo de condición-acción, en programas de computación capaces de reemplazarlos. El intento mayoritariamente fracasó, siendo la causa principal que al pedir a los expertos que formularan explícitamente las reglas en base a las cuales tomaban sus decisiones, se verificó que lo que decían no coincidía con lo que en la práctica hacían. Los expertos actuaban eficientemente, pero no podían expresar las razones de sus decisiones como reglas. Mientras más eficiente era su desempeño, más intuitivos eran sus saberes, entendiendo la intuición como experiencia internalizada¹⁵. Como bien señalara el más destacado arquitecto del siglo XX, Frank Lloyd Wright, *un experto es alguien que no necesita razonar: sabe*.

Los valores influyen fuertemente en los saberes operativos a través de las elecciones técnicas. El consumismo, por dar un ejemplo, prioriza el confort personal a corto plazo sobre la preservación a mediano y a largo plazo del patrimonio social (apetecibles productos extranjeros de avanzada frente a producción nacional que da fuentes de trabajo) y del medio ambiente (precios bajos a costa de la salud y la destrucción de los recursos naturales). Los correspondientes contenidos actitudinales del curriculum de la Educación Tecnológica están generalmente reducidos a generalidades como *el bien común* o la *solidaridad social* o *el cuidado del planeta* sin explicitarse en saberes operativos específicos.

Importancia tecnológica de los saberes operativos y racionales

No cabe duda que los artesanos tienen saberes operativos muy eficientes en su área de trabajo, a veces más que los del profesional universitario del campo afín. Sin embargo, los saberes de los primeros son frecuentemente desvalorizados por los segundos por ser deficitarios en aspectos que éstos consideran centrales: la denominación, descripción y explicación. Los artesanos frecuentemente no dominan la terminología técnica estándar, sólo la imprescindible para comunicarse eficazmente con sus proveedores y clientes. Sus saberes operativos fueron mayoritaria o totalmente adquiridos por imitación de sus maestros y por ensayo y error, por lo que son predominantemente intuitivos, no racionales y por lo tanto difícilmente expresables mediante la descripción canónica del modelo de condición-acción. Sus explicaciones, la justificación teórica de sus éxitos prácticos, son también escasas y frecuentemente erróneas. Sin embargo,

¹⁵ Dreyfus, Hubert L. – Dreyfus, Stuart E.; *Mind over machine. The power of human intuition and expertise in the era of the computer* (La mente supera a la máquina. El poder de la intuición y pericia humana en la era de la computadora); The Free Press; New York (EE. UU.); 1986.

estos saberes, los de la *mano de obra calificada*, son imprescindibles para la realización de la mayoría de las actividades tecnológicas. El prototipo escolar de saberes, el que se fomenta en el aula, es el verbalizable según las prescripciones del maestro (denominativos, descriptivos y explicativos) no los prácticos (operativos). En el mejor de los casos se considera a los saberes intuitivos de los alumnos como *saberes previos* a los verdaderos (y por lo tanto incompletos) y en el peor, como errores que hay que erradicar. Como las personas somos predominantemente prácticas, el resultado es (al menos en Argentina) la escisión entre la vida cotidiana y el mundo escolar. Para los alumnos la finalidad principal (que como no se concreta, nunca llega a ser una función) de los saberes escolares no es poder llegar a vivir mejor sino saltar vallas (exámenes) en esa carrera de obstáculos que es la educación formal.

Cuando el historiador Eric Hobsbawm¹⁶ estudió las diferencias entre los países que a mediados del siglo XIX¹⁷ iniciaron un acelerado desarrollo tecnológico y los que no lo hicieron, encontró sólo una significativa: que un alto porcentaje de la población activa de los primeros era alfabeta. Nuestra opinión es que no fue entonces ni es hoy casual que la educación (de la cual el alfabetismo es un rasgo central) sea un requisito del desarrollo tecnológico. Los artefactos mecánicos —los dispositivos tecnológicos que predominan hasta el día de hoy¹⁸, trátense de locomotoras o de lápices— están contruidos usando el mismo concepto de estructura que tiene el lenguaje formalizado:

- Están formados de partes, cada una de las cuales puede construirse por separado, por ejemplo: la mina y el cuerpo del lápiz; los sustantivos y los verbos.
- Cada parte tiene una o más funciones, aunque su combinación usualmente genera funciones nuevas de nivel superior: la mina es capaz de marcar un papel por fragmentación y adhesión, el cuerpo permite sujetar la parte de la mina que escribe y ser asido por la mano; los sustantivos denotan usualmente los agentes de las acciones designadas por los verbos.
- Las partes están relacionadas entre sí: el diámetro interior del cuerpo es igual al exterior de la mina que se extrude en su interior; el sustantivo sujeto debe concordar con el verbo semánticamente (ser agente lícito de una transformación viable) y gramaticalmente (tener la misma persona y número).

Los artefactos mecánicos se construyen ensamblando partes, elementos con funciones bien determinadas relacionados entre sí de modo que la función final del artefacto se realice correctamente. Esta organización de elementos adecuadamente relacionados entre sí es lo que se denomina una estructura, concepto central tanto de las tecnologías, como de la Lingüística, la Biología y la Psicología, por dar unos pocos ejemplos. Cada elemento puede ser a su vez una estructura; así como cada función final puede realizarse en base a la combinación de funciones elementales, en una superestructura como la de las clásicas cajas chinas o de las muñequitas rusas (mamushkas). Los procesos psicológicos superiores¹⁹ que permiten el dominio del concepto de estructura, y por lo tanto el diseño de artefactos tecnológicos, se desarrollan con la escritura, con la precisión, organización y explicitación del contexto (cuya importancia sólo

¹⁶ Hobsbawm, Eric; *La era del imperio, 1875-1914*; Crítica; Buenos Aires (Argentina); 1997-2001; pp. 30-34.

¹⁷ Época que corresponde justa y precisamente al franco despegue de lo que hoy denominamos *capitalismo industrial*.

¹⁸ Aunque las computadoras no caen en esta categoría, tienen características muy similares pero más difíciles de describir para los legos en el tema.

¹⁹ Consideramos este concepto de Vygotski, en la obra antes citada, más correcto y apropiado que el *pensamiento formal* de Piaget, ambiguo y actualmente considerado erróneo por la gran mayoría de los psicólogos cognitivos.

recientemente reconocieron los psicólogos al estudiar los *conocimientos situados*²⁰) que es parte esencial del lenguaje escrito, pero no del hablado. Los estudios de la Psicología Transcultural muestran claramente que la alfabetización es condición necesaria, pero no suficiente, para el desarrollo de estos procesos.

En síntesis, por ser la función más importante de las tecnologías en general, la Educación Tecnológica debe priorizar el **saber hacer** sobre el tradicional **saber decir** de la escuela. El gran desafío es la promoción de estos saberes mediante equipamiento, capacitación, organización escolar y didácticas apropiadas.

²⁰ Brown, J. S., Collins, A. y Duguid, P. (1989), *Situated cognition and the culture of learning*, en *Educational Researcher*, 18, 32-42.