

Tecnología y educación

Jorge E. Grau
Fundec

Índice general

Prólogo	5
1. Introducción	7
2. Algo de historia	11
2.1. Los orígenes	11
2.2. La tecnología actual	16
3. Qué es la tecnología	19
3.1. Técnica	20
3.2. Tecnología	23
3.3. Técnicos y tecnólogos	26
3.4. Clasificación de tecnologías	27
3.5. Tendencias	29
4. Tecnología y ciencia	33
4.1. Aproximación a la ciencia	33
4.2. Enseñanza y realidad	35
4.3. El abordaje tecnológico	37
4.3.1. Necesidades y Recursos	37
4.3.2. La acción humana	39
4.4. El método tecnológico	40
4.5. Tecnología y realidad	43
4.6. Tecnología y enseñanza	45
5. Tecnología en educación básica	47
5.1. Qué significa enseñar tecnología	49
5.2. Competencias	50
5.2.1. Competencias para lo tecnológico	52
5.3. Enfoque pedagógico	53
5.3.1. Perspectiva tecnológica	54
6. Criterios	61
6.1. Opciones	63
6.2. Criterios	64
6.3. Cuándo y como	66
6.4. Método didáctico	68
7. Contenidos	71
7.1. Qué enseñar	71
7.2. Posibles ejes temáticos	74
7.3. Situaciones tecnológicas	78
8. Conclusiones	83
8.1. Tecnología y ética	83
8.2. La formación docente	85
8.3. A modo de conclusión	89
9. Bibliografía	93

3.1. Técnica

Mediante el uso de dispositivos muy elementales, el hombre inicia el largo camino de adaptación y transformación de la naturaleza. En esa evolución de nuestros antepasados podemos diferenciar dos etapas:

- 1) el desarrollo gradual de la capacidad de seleccionar, entre los diversos elementos al alcance de la mano, el más apto para ejecutar una determinada tarea,
- 2) el desarrollo, también gradual, de la **capacidad de elaborar** dispositivos y herramientas que le permiten construir nuevos dispositivos cada vez más complejos.

En la primera etapa, imaginemos a un homínido que selecciona un trozo de madera lo suficientemente dura y funcional como para convertirse en un garrote, o que examina puntas de distintos materiales para colocarlas en el extremo de una rama larga y perforar la piel de un animal. El dispositivo más sencillo es, entonces, el fruto de una larga serie de ensayos y errores.

En la segunda etapa, veíamos ahora a nuestro antepasado utilizando una piedra de afilar para obtener un mejor filo en su lanza, o seleccionando una piedra dura para construir un hacha que le facilite la caza de animales.

Basándose en lo que puede observar de la naturaleza que lo rodea, nuestro antepasado va utilizando los conocimientos empíricos, acumulados por la experiencia. Una de las primeras necesidades, en cuanto hubo comunidades sedentarias fue inventar algún sistema práctico para el trueque de alimentos u otros bienes recogidos o cultivados. Otra necesidad del hombre fue cuantificar el tiempo y el espacio, que resolvió comparando & exterior consigo mismo. Para ello midió:

- 1) las longitudes, en brazos, codos, palmas, dedos,
- 2) el tiempo, en latidos de su corazón,
- 3) el peso, sosteniendo y comparando objetos con sus brazos extendidos en forma de balanza.

Estas medidas antropométricas, cuyo valor cambiaba de una comunidad a otra, fueron recogidas por los distintos grupos humanos y se fabricaron otros dispositivos: reglas, vasijas y recipientes que tipificaran esas unidades,

Hoy existen las más diversas técnicas: cocinar, contar cuentos, conducir vehículos. Son algo así como el “conjunto de procedimientos puestos en práctica para obtener un resultado determinado”,

Toda técnica involucra procedimientos o secuencias de cómo debe procederse, por medio de actos definidos y coordinados, para lograr determinado propósito. Para ello es necesario contar con algún **artefacto** o dispositivo (que podrá ser material o conceptual).

Es común identificar a la técnica con el dispositivo o instrumento a utilizar. Esto no es del todo adecuado, ya que el significado no se agota con el dispositivo a utilizar.

Veamos el ejemplo de la palanca. Los libros de texto suelen presentarla como un dispositivo que puede rotar alrededor de un eje bajo la acción de ciertas fuerzas. Si bien esa es la descripción conceptual, conviene preguntarse cuándo se convierte en un posible instrumento o parte de una técnica para mover o levantar algún cuerpo.

¿Cuál es la necesidad y cómo resolverla? (objetivo)

¿Qué recurso puedo utilizar? (dispositivo)

¿Cómo debe utilizarse? (procedimiento)

Manos a la obra (acción)

Podríamos sintetizar a la técnica como:

Técnica = Objetivo + Dispositivo + Procedimiento + Acción

Si el dispositivo y el procedimiento son adecuados, se obtendrá el objetivo buscado, y la técnica será eficaz, más allá de la mayor o menor destreza personal y de las situaciones para utilizarla. Veamos dos ejemplos:

1) Técnica del ojal y botón

¿Cuál es el objetivo?

Mantener en contacto, una encima de otra, dos superficies de tela (u otro material) y separarlas cuando se desee.

¿Cuál es el dispositivo? El sistema ojal-botón. ¿Cuál es el procedimiento?

Coloque el ojal encima del botón, con la mano empuje para que el botón atraviese el ojal,

¿Es eficaz la técnica? (Pensémoslo mientras nos vestimos).

2) Técnica del zapato y el cordón

¿Cuál es el objetivo?

Mantener el pie dentro del zapato y sacarlo cuando se lo desee. ¿Cuál es el dispositivo?

El sistema ojales del zapato-cordón. ¿Cuál es el procedimiento?

Pase el cordón por los ojales, tome las dos puntas y tire hasta ajustar la forma del zapato al pie, haga un nudo o lazo (con moño), y tire para que quede bien anudado.

¿Es eficaz la técnica? (Pensémoslo mientras nos calzamos).

La genialidad del tecnólogo radica en percibir la configuración del procedimiento que caracteriza a la técnica, más allá de su destreza en la ejecución.

Muchos nos advertirán que la técnica de fijar una mota de tinta en una hoja de papel mediante rayo láser es mucho más compleja científicamente. Es cierto, pero miremos nuestra ropa: los botones no se conocían en Europa antes del siglo XVI y la ropa se ajustaba con tiras de cuero mediante nudos. Pasaron muchos años antes que hubiera innovaciones como el cierre ‘relámpago’ o el ‘abrojo’.

4.3. El abordaje tecnológico

Como consecuencia de las metas esencialmente operativas y prácticas que caracterizan a la tecnología, se utilizan dispositivos, procedimientos y materiales concretos para desarrollar sus productos y sus procesos. La **tecnología** es una actividad que tiene en cuenta:

- 1) una **necesidad**, un objetivo o un propósito a satisfacer,
- 2) un **producto**, un **proceso**, o un **servicio**,
- 3) **personas** que lo producen,
- 4) una **manera de producir**, con máquinas o dispositivos,
- 5) un **lugar** donde se desarrolla esa actividad, y
- 6) **relaciones** comerciales, técnicas, económicas, etc.

Para comprender lo tecnológico es preciso profundizar en el análisis de sus elementos constitutivos.

4.3.1. Necesidades y Recursos

Las necesidades humanas han sido el origen de las tecnologías más diversas. Tan amplia es la gama de necesidades, desde el alimento a la comunicación entre personas, como para dar cabida a múltiples actividades y recursos para satisfacerlas.

Algunos autores han intentado clasificar y agrupar en una estructura jerárquica a las necesidades humanas, dando origen a escalas aproximadas que faciliten la comprensión de un aspecto complejo de la vida de las personas.

Uno de ellos, A. Maslow, organiza las motivaciones dentro de una escala con la siguiente hipótesis: cuando una motivación está satisfecha, ocupa su lugar otra que, apartírdese momento será la que controlará la conducta del sujeto. En general, siempre ocupa el primer lugar la motivación que lleva más tiempo sin ser satisfecha, mientras que la motivación atendida pasa al último lugar de la escala.

La escala jerárquica de A. Maslow se define como sigue:

- 1°) necesidades fisiológicas,
- 2°) necesidad de seguridad,
- 3°) necesidades sociales,
- 4°) necesidades egocéntricas,
- 5°) necesidades de autorrealización,

En la base de la estructura de las motivaciones se encuentran las **necesidades fisiológicas**, como el hambre y la sed. Estas necesidades son las más fuertes y si no quedan satisfechas, pueden dominar al individuo: no se puede pasar al nivel siguiente mientras este nivel biológico no está satisfecho.

La **necesidad de seguridad** también puede dominar la conducta, pero depende de la edad y del medio cultural. La satisfacción de las necesidades básicas permite al ser humano explorar el medio en el que vive: esta exploración no se hace a menos que se sienta seguro.

Las **necesidades sociales** (pertenencia, afecto) emergen cuando las anteriores han sido satisfechas, o al menos atenuadas. Sólo en estas condiciones surge el deseo de establecer relaciones con la gente y se lucha por situarse dentro del grupo: cuando nos identificamos con otros, aprendemos a percibir el mundo como ellos lo perciben.

Las **necesidades egocéntricas** (estima, aprobación, reconocimiento, poder) y las de autorrealización (conocimiento, necesidades estéticas) están ligadas a las *anteriores* e interactúan con ellas.

Esta escala muestra, a grandes rasgos, cómo las necesidades de orden superior se satisfacen a medida que las necesidades de los estratos anteriores están cubiertas.

La historia de la tecnología pone en evidencia claramente esta progresión que incluye desde tecnologías que satisfacen necesidades biológicas básicas, comer o resguardarse, hasta llegar a la actualidad, donde asistimos al desarrollo de tecnologías sumamente sofisticadas, como la "realidad virtual", para satisfacer o generar necesidades de orden superior.

Necesidad implica carencia de algo dentro de un contexto, que influye decisivamente sobre el desarrollo de la actividad humana.

A su vez, hablar de recursos supone disponer de medios, elementos, herramientas, materiales, personas y una actitud organizadora que evalúa la utilidad de los mismos con el propósito de lograr un cierto objetivo.

Si bien existen diversos criterios de clasificación, pueden distinguirse tres grandes grupos o clases de *recursos*: 1) naturales, 2) artificiales, y 3) humanos.

Los recursos naturales incluyen tierras, aguas, minerales, especies biológicas, fuentes de energía, clima, sistemas ecológicos. Los recursos artificiales comprenden herramientas, maquinarias, equipos, instrumentos y todos los objetos artificiales y los procesos controlados o puestos en marcha por el hombre (todo lo artificial conocido lo ha realizado el hombre, incluido el dinero).

Los recursos humanos incluyen a todas las personas adecuadas y capacitadas para realizar las tareas previstas.

Esta clasificación tiene algunas ventajas: es general y permite análisis muy simplificados.

Si bien pareciera que estos recursos tienen la misma importancia en lo tecnológico, la realidad es otra: su importancia relativa difiere sensiblemente para diversas relaciones medio-fines-espacio-tiempo. Se puede analizar el uso de los recursos en función de las interacciones entre:

- 1) **Fines:** 1.1 Objetivos sociales a mediano y largo plazo
1.2 Metas y motivaciones personales a corto plazo
- 2) **Medios:** 2.1. Recursos naturales
2.2. Recursos artificiales
2.3 Recursos humanos
- 3) **Espacio:** Lugar donde se desarrolla este proceso
- 4) **Tiempo:** Incluye los plazos en los que se desarrolla el proceso

Como puede apreciarse, el concepto recurso varía de acuerdo con la relación medios-fines o sea, según:

- a) quién planifica,
- b) qué objetivos tiene,
- c) la situación que impera.

4.3.2. La acción humana

Toda realización humana -técnica, económica, artística, individual o colectiva, privada o pública- se plantea en términos de cumplir un conjunto de objetivos simultáneos, a lo largo de un periodo de tiempo:

Esos objetivos expresan con mayor o menor claridad, todos los aspectos que hacen a dicha realización, y se definen primero en las características cualitativas a cumplir, y solo después se cuantifican.

Para cumplir cada uno de los objetivos propuestos, es necesario utilizar recursos que no sobran: materias primas, trabajo, máquinas, etc. Cada objetivo, al integrarse con los demás en una suma de proyectos y realizaciones, requiere ciertos esfuerzos y recursos por parte de la sociedad.

Cada objetivo, al ser cumplido, produce efectos sobre las personas, la naturaleza, o la tecnología, que pueden disminuir (o aumentar) los esfuerzos y recursos necesarios para cumplir los mismos objetivos. De esta manera, cada propuesta, opción o alternativa para satisfacer una necesidad, debe ser lo suficientemente explícita y concreta como para estimar:

- a) los recursos que se requieren, y
- b) los efectos que pueden tener sobre el cumplimiento de las demás realizaciones

Dado que los recursos disponibles son limitados, es necesario comprobar la viabilidad global, estudiando si hay alguna manera de satisfacer los objetivos de las realizaciones en los plazos dados.

4.4. El método tecnológico

Habitualmente se entiende por método al conjunto de criterios, reglas, procedimientos y técnicas, que conducen a algún resultado y permiten que sea verificado por otras personas.

La historia de la tecnología registra dos grandes etapas de evolución del método: el empirismo y la metodología científica.

Las primeras metodologías de carácter sistemático eran esencialmente prácticas: los hombres desarrollaban los cómo desconociendo los por qué de los hechos. Se trataba de un método basado en la evidencia y en lo concreto de las situaciones a resolver.

Es difícil presentar una definición breve, simple y aceptable por todos, sobre algo tan complejo como el método tecnológico.

Actualmente, lo que se acepta como método tecnológico se caracteriza por la siguiente secuencia de acciones:

- 1) Necesidad a resolver: reconocimiento de un problema operativo.
- 2) Formulación del problema.
- 3) Búsqueda de datos, criterios, leyes y toda información que sea necesaria para resolver el problema.
- 4) Diseño del dispositivo, o proceso, que tal vez resuelva el problema con alguna aproximación (principio de solución).
- 5) Construcción de la solución (prototipo, propuesta, etc.).
- 6) Cursos de acción, pruebas, y evaluación.
- 7) Ajuste y corrección del diseño,(o reformular el problema).

El método tecnológico vincula la decisión humana con los productos, procesos y servicios que pueden generarse.

Definida la necesidad a satisfacer, surge rápidamente tener en cuenta otros aspectos. El análisis de la situación nos lleva a realizar un inventario de recursos y limitaciones, tanto humanas como materiales. Los objetivos constituyen ahora el principio organizador de la solución.

Los criterios de solución incluyen: costo, rapidez y diversos recursos, en distintas combinaciones posibles. Estos son los criterios habituales que llevan a definir el mejor producto, proceso o prestación, lo más rápidamente posible y al menor costo.

Los recursos y las limitaciones son términos que deben incluirse en la búsqueda de la solución. Dinero, equipos y tiempo son siempre recursos limitados. La selección de procedimientos y técnicas está dada por:

- a) el análisis de la situación,
- b) la estrategia trazada en función de los objetivos, y
- c) el análisis de los recursos en función de esa estrategia.

Como ya hemos dicho, una estrategia no se deduce sólo de los objetivos. Es una consecuencia de la relación objetivos-recursos-limitaciones. Si bien no hay objetivos que puedan calificarse como totalmente buenos o malos en si mismos, una estrategia puede ser acertada o no, en función de los objetivos adoptados, si permite alcanzar, o no, los resultados previstos.

Tampoco es posible definir una estrategia sin tener en cuenta el contexto, las características sociales, culturales y técnicas que condicionan a la situación.

En cada nivel de decisión siempre hay una posible elección de estrategias que verifica la misma secuencia:

- 1) objetivos,
- 2) recursos,
- 3) limitaciones,
- 4) estrategias,
- 5) cursos de acción, y
- 6) evaluación de resultados y de estrategias.

Los resultados se evalúan teniendo en cuenta al producto con referencia a los objetivos propuestos. En cuanto a la estrategia, se evalúa en relación a los resultados, los objetivos y el grado de eficacia de los cursos de acción adoptados.

Como puede apreciarse, el método tecnológico sólo brinda aproximaciones a la realidad que después deben ajustarse para cada experiencia concreta. Esto requiere tener en cuenta que para cada configuración o contexto, regional, social, o económico, puede haber una metodología diferente, o más de una.

Hay metodologías que se ocupan de cosas muy concretas, como manejar una máquina, o como aprender a operar una computadora, y otras que se ocupan de acciones más intangibles, como definir los cursos de acción más convenientes en un proceso de toma de decisiones.

Existen a su vez, soluciones tecnológicas que requieren más recursos económicos y menos mano de obra, o distintos materiales, y otras soluciones que se satisfacen con más recursos humanos, menos equipamiento y más materiales.

Por último, podemos agregar que en tecnología:

- 1) No existen recetas infalibles.
- 2) Existen procedimientos con mayor o menor eficacia, que se aprenden operando en la realidad, que no siempre dan el mismo resultado, y que son condiciones necesarias pero no suficientes para el logro de los resultados propuestos.
- 3) Debe considerarse el tipo de situación a la que se aplicará (adecuación o pertinencia de la estrategia).
- 4) Debe incluirse la calidad de los medios, conceptuales y materiales, disponibles y acordes con la complejidad de la situación.
- 5) Debe considerarse el talento de la persona que ejecute la estrategia (una buena estrategia ayuda pero no supe la capacidad).
- 6) La eficacia no surge de aplicar "soluciones mágicas" sino de emplear inteligentemente el método adecuado.

El objetivo de encarar un problema tecnológico, cómo abordarlo de manera eficaz y cómo aprender de la experiencia requiere formularse propuestas y cursos de acción, discutirlos, probarlos, y variarlos. El abordaje y la resolución de problemas tecnológicos es un proceso abierto, es algo más que un algoritmo automático.

En síntesis, en la realización de su proyecto, el tecnólogo se enfrenta a los aspectos económicos, de seguridad, aceptación del público, y las dificultades de materialización y producción de sus creaciones. En cambio, los principales aspectos de la función del científico son la validez de sus teorías, reproducir sus experimentos y perfeccionar la observación de los fenómenos que estudia.

Esto no quiere decir que los científicos nunca diseñen instrumentos ni resuelvan problemas concretos; ni que los tecnólogos no hagan investigaciones durante la búsqueda de soluciones a sus problemas. Lo importante es distinguir qué constituye la finalidad principal, y cuáles son los medios para lograrla.

Vale la pena insistir: el automóvil, el avión, la televisión, el satélite meteorológico, el radiotelescopio, el electrocardiógrafo, la planta de energía nuclear, las computadoras, el teleprocesamiento y las autopistas informáticas son frutos de la tecnología.

Todos ellos son elaborados por el tecnólogo en sus distintas especialidades, a través de un

proceso al que, desde ahora, denominaremos proyecto o diseño.

Tecnología implica diseñar, elegir, implementar y perfeccionar viejas y nuevas técnicas, y organizar y decidir en función de objetivos sociales específicos, prever sus efectos, caracterizar la oportunidad y el alcance de su aplicación. Incluye decisiones humanas sustantivas, relativas a la calidad de vida.