
Entrega especial

Educación tecnológica

Fundamentos, características y perspectivas de la educación tecnológica

**João Augusto de Sousa
Leão de Almeida Bastos**

El ritmo del progreso técnico y un nuevo paradigma organizativo orientado hacia la innovación y la difusión tecnológicas requiere de las instituciones de enseñanza análisis de orden doctrinario y metodológico sobre la educación tecnológica, una actividad que el autor aborda de larga data. Este enfoque, que contiene elementos de reflexión y profundización con referencia a los fundamentos, nuevas tendencias y perspectivas de la enseñanza técnico-profesional en su país resultan de aplicación universal. Almeida Bastos es actualmente Coordinador del Programa de Posgrado en Tecnología del Centro Federal de Educación Tecnológica de Paraná (CEFET-PR), Brasil.

7

El concepto mismo de **educación tecnológica** exige crecientemente de las instituciones de enseñanza –y en términos generales de la sociedad– reflexiones y profundizaciones de orden doctrinario y metodológico, ante la necesidad de acompañar el intenso ritmo del progreso técnico y el surgimiento de un nuevo paradigma organizacional, orientado hacia la innovación y la difusión tecnológicas.

1. La educación tecnológica en Brasil

Pese a su larga experiencia de hace más de 80 años, el sistema de enseñanza técnico-profesional del Brasil viene sintiendo, en el decurso de este período, carencias en lo que atañe a la profundización sistemática de sus contenidos programáticos, en especial si se considera el papel importante que

La noción de educación tecnológica proviene de un concepto amplio de la educación, capaz de cubrir las etapas formativas construidas en los procesos básicos de la capacitación humana, pero privilegiando las vertientes del trabajo, del conocimiento universalizado y de la innovación tecnológica

8

desempeña en el escenario tecnológico e industrial del país.

Las instituciones comprometidas con la enseñanza técnico-profesional, fortalecidas por los núcleos de las escuelas técnicas y agrotécnicas, han sufrido dificultades a lo largo de estos años, en particular con respecto a las políticas y estrategias educacionales y al aporte de recursos humanos y financieros, a pesar de que su sobrevivencia coincida con algunas conquistas significativas. Debe registrarse en tal sentido el efecto que provocó en el sistema la creación de los Centros Federales de Educación Tecnológica (CEFET) a partir de 1978. Hay allí una modalidad innovadora de formar jóvenes y reciclar profesionales, que incluye tres niveles integrados de enseñanza, organizados vertical y horizontalmente: el técnico de Segundo Grado, el tecnólogo y el ingeniero industrial, todos ellos acompañados por la formación de docentes.

Con el crecimiento de las actividades de educación tecnológica, que fueron diversificándose y haciéndose más complejas, así como exigiendo de las instituciones responsables de la enseñanza la formulación de políticas de desarrollo y la elaboración de programas de in-

vestigación, administración y conducción de los procesos tecnológicos y administrativos, las necesidades de formación de cuadros calificados se hacen cada vez más imperativas y urgentes.

No obstante, cualquiera sea el esfuerzo de capacitación de índole docente o técnico-administrativo, es fundamental pensar el contexto general de la educación tecnológica en sus aspectos conceptuales y epistemológicos, a los efectos de fijar en el ánimo el espíritu formador que impregnará las acciones y las reflexiones sobre las prácticas.

2. Fundamentos

La noción de educación tecnológica proviene de un concepto amplio de la educación, capaz de cubrir las etapas formativas construidas en los procesos básicos de la capacitación humana, pero privilegiando las vertientes del trabajo, del conocimiento universalizado y de la innovación tecnológica.

Es una concepción que no admite la aceptación de la técnica (de trabajo o de producción) como autónoma de por sí y, en consecuencia, como algo ajeno a los resultados económicos y sociales. La técnica es resultante del contrato históricamente generado en las relaciones sociales, para conducir el proceso de producción de la sociedad de acuerdo con la forma y el camino del desarrollo económico entonces establecido. Por

lo tanto, la técnica de producción y de trabajo tiene que ver con las desigualdades entre individuos, clases, sectores y regiones.

La característica fundamental de la educación tecnológica radica en registrar, sistematizar, comprender y utilizar el concepto de tecnología, histórica y socialmente construido, para hacer de él un elemento de enseñanza, investigación y extensión, en una dimensión que exceda los límites de las simples aplicaciones técnicas: como instrumento de innovación y transformación de las actividades económicas, en beneficio del hombre como trabajador y del país.

La tecnología puede ser entendida –en un contexto más específico– como la capacidad de percibir, comprender, crear, adaptar, organizar y producir insumos, productos y servicios. En otras palabras, la tecnología trasciende la dimensión puramente técnica, el desarrollo experimental o la investigación de laboratorio; abarca dimensiones de ingeniería de producción, calidad, gerencia, mercadeo, asistencia técnica, ventas, entre otras, que la convierten en un vector fundamental de expresión de la cultura de las sociedades.

En resumen, la tecnología, ya desde sus orígenes (a partir del siglo XVII) persigue el saber-hacer, basado empero en la teoría y en la experimentación científica. Se confunde, en consecuencia, con la actividad de transformación del mundo, en procu-

ra de resolver problemas prácticos, construir instrumentos y artefactos, sobre la base del conocimiento científico y mediante procesos científicamente controlados. Se trata, por lo tanto, del saber científico de los materiales y de la fabricación de instrumentos.

Hoy los sectores productivos exigen cada vez más la participación de las ciencias aplicadas. Así, con un enfoque científico, los materiales son estudiados al igual que los procesos, los productos, los métodos de construcción y fabricación empleados por las distintas áreas de la ingeniería y por la industria.

En realidad, la esencia de la tecnología consiste en el empleo del saber científico para solucionar los problemas presentados por la aplicación de las técnicas. De este modo, la tecnología es la simbiosis del saber teórico de la ciencia con la técnica, en busca de una verdad útil.

Así considerado, el proceso tecnológico es un ejercicio de aprendizaje, dado que modifica la manera de «ver» el mundo, marcado por teorías, métodos y aplicaciones. También es conocimiento y, por consiguiente, mantiene la constante exigencia del «espíritu de investigación» sobre los

Hoy los sectores productivos exigen cada vez más la participación de las ciencias aplicadas. Así, con un enfoque científico, los materiales son estudiados al igual que los procesos, los productos, los métodos de construcción y fabricación empleados por las distintas áreas de la ingeniería y por la industria

En realidad, la esencia de la tecnología consiste en el empleo del saber científico para solucionar los problemas presentados por la aplicación de las técnicas. De este modo, la tecnología es la simbiosis del saber teórico de la ciencia con la técnica, en busca de una verdad útil

10

hechos que son generados, transferidos y aplicados.

En una concepción más global, y utilizando expresiones del profesor Ruy Gama en su trabajo «La tecnología y el trabajo en la historia», la **tecnología** busca la categoría general, para evitar el error de considerarla como «agregado de técnicas», como adición, pura y simplemente, de técnicas. Se trata, por ende, como se fundamentará en seguida, de dejar de lado la visión empirista que la entiende exclusivamente en el plural: las tecnologías. De tal manera, la tecnología mantiene una relación profunda con el trabajo; puede ser considerada como «la ciencia del trabajo productivo».

En este sentido, se hace necesaria una más estrecha aproximación entre las conquistas del conocimiento científico y tecnológico y el saber de los «aplicadores» de tecnologías, sean ellos estudiantes, docentes, investigadores o cualesquier otros trabajadores, a fin de informarlos sobre su papel en la transformación técnica de la producción y del trabajo y capacitarlos para discernir entre las técnicas que contribuyen a aumentar o a disminuir las desigualdades sociales.

La educación tecnológica se sitúa simultáneamente en los ámbitos de la

educación y la calificación, de la ciencia y la tecnología, del trabajo y la producción, en cuanto procesos interdependientes en la comprensión y la construcción del progreso social, reproducidos en las esferas del trabajo, de la producción y de la organización de la sociedad. En realidad, educación, trabajo, ciencia y tecnología expresan sectores diferenciados pero recurrentes de producción y acumulación de conocimiento teórico-práctico, necesarios al individuo en su relación con la naturaleza, según sus intereses y necesidades de sobrevivencia.

Estos presupuestos expresan el fundamento y la concepción de la educación tecnológica, a ser interpretada, analizada e investigada con una óptica más amplia, que irá más allá de las aplicaciones técnicas de un simple sistema de enseñanza desarrollado, ajenas a las dimensiones económicas, sociales y políticas del proceso de producción y reproducción de la tecnología.

Sin embargo es preciso tener en cuenta que el concepto de educación tecnológica, en cuanto conocimiento teórico y práctico, aún necesita ser construido en su plenitud dentro de la realidad de la enseñanza técnico-profesional del país. Se debe procurar los fundamentos epistemológicos de un área del conocimiento que carece de profundizaciones y definiciones más precisas, pues aún necesita aproximarse a otras dimensiones y concepciones del desarrollo tecnológico.

El estudio de la educación tecnológica, a su vez, llevará a los caminos de la innovación, en el sentido específico de despertar la conciencia de los agentes de la innovación tecnológica, en busca de comprender sus papeles y sus funciones en la sociedad por medio de las relaciones de producción que se han establecido. Esta dimensión conducirá al alumno, al profesor y al trabajador a percibir más nítidamente los complejos científico-tecnológicos en su interacción con la economía y la sociedad y a situarlos como intérpretes de esta realidad, procurando un lenguaje nuevo, dinámico y constructivo.

El proceso sistemático y crítico de conocer e interactuar con la realidad no es más que el propio trabajo de investigación concebido como «postura científica» –y no el conocimiento por sí mismo, tomado en el sentido de producto acabado– que llevará efectivamente a la educación tecnológica a ejercer una influencia positiva, creativa e innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje del área.

En el lado opuesto de la sistematización científica tenemos la invención artística. Su poder creador también deberá formar parte de la enseñanza de la educación tecnológica, por sus posibilidades de estimular la acción de agentes innovadores, a fin de lograr autonomía en la búsqueda de soluciones técnicas, no sólo capaces de resol-

ver problemas prácticos sino también de plantear nuevas interrogantes, que redunden en hipótesis de investigación y objetos de enseñanza.

3. Interacciones con la ciencia, la tecnología, el trabajo y la producción

Esta vertiente de la educación se caracteriza por mantener una base de enseñanza técnico-práctica, que busca constantemente informarse de los avances de la ciencia, la tecnología, el trabajo y la producción, así como establecer un aprendizaje dinámico acerca del ciclo de generación, transferencia y aplicación de conocimientos a través de la educación. Actualmente se amplía esta base de conocimiento, donde el pensamiento crítico/práctico y la comprensión técnico/conceptual están estrechamente ligados y presentes en las relaciones entre trabajo, ciencia, tecnología y educación, en conjunto con el aprendizaje técnico/práctico. De ese modo, cabeza y manos funcionarán juntas y en armonía.

La educación tecnológica se fundamenta en la comprensión de que al trabajo, actividad de producción y reproducción de la estructura económica y social, se subordinan y toman como referencia la ciencia, la tecnolo-

El proceso sistemático y crítico de conocer e interactuar con la realidad no es más que el propio trabajo de investigación concebido como «postura científica» -y no el conocimiento por sí mismo, tomado en el sentido de producto acabado- que llevará efectivamente a la educación tecnológica a ejercer una influencia positiva, creativa e innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje

La educación tecnológica se fundamenta en la comprensión de que al trabajo, actividad de producción y reproducción de la estructura económica y social, se subordinan y toman como referencia la ciencia, la tecnología, la educación y la producción, en su carácter de formas modificadas de aprehensión y elaboración del conocimiento. De esta manera, esas cuatro instancias sociales se sirven del trabajo, en cuanto actividad y acumulación de aprendizaje, para producir y reproducir la vida social, económica y política

12

gía, la educación y la producción, en su carácter de formas modificadas de aprehensión y elaboración del conocimiento. De esta manera, esas cuatro instancias sociales se sirven del trabajo, en cuanto actividad y acumulación de aprendizaje, para producir y reproducir la vida social, económica y política.

La educación tecnológica, por consiguiente, asume el papel tradicional de la formación técnico-profesional, para registrar la evolución histórica de las formas de aplicación del trabajo. Acumula así conocimientos teóricos y prácticos, pero, al mismo tiempo, trata de comprender dicha evolución en las diversas formas de las transformaciones científicas y tecnológicas que marcaron las etapas de desarrollo de las sociedades antiguas y de las modernas. En este sentido hay que entender la «invención de la rueda», no sólo para reproducirla, sino también para avanzar en dirección a otras maneras de comprensión y creación del movimiento.

El avance del conocimiento, la incorporación progresiva de nuevos métodos y técnicas de trabajo y produc-

ción, además de un nuevo diseño del mercado de trabajo, tienen repercusiones directas sobre la formación y la capacitación (proceso de calificación) de los recursos humanos que actúan en los diversos sectores de la economía. Como proceso educativo, por lo tanto, la educación tecnológica viene a exigir una serie de cambios de metodologías de enseñanza, especialmente de aproximaciones técnicas y conceptuales, así como de actitudes, usos y costumbres culturales. Este instrumental de trabajo servirá a la educación tecnológica para enriquecer la formación crítica del individuo y su integración consciente a la sociedad.

En tal contexto, la educación tecnológica deja atrás las concepciones y las prácticas del taylorismo, vinculadas estrictamente a las necesidades segmentadas e inmediatas del mercado de trabajo.

Como se sabe, en razón de la tercera revolución industrial y tecnológica en curso, el taylorismo/fordismo está en plena decadencia como manera de estructurar los procesos de producción y los de trabajo. En consecuencia, la organización de la producción, en la estructura capitalista moderna, presencia alteraciones significativas en el sentido de la automatización flexible.

La rigidez de los sistemas tayloristas, signados por la división del trabajo, que se segmenta en tareas y ocupaciones distintas, se ha trans-

formado progresivamente en una acumulación flexible, que alcanza a procesos de trabajo, mercados, productos y estándares de consumo.

El resultado de la acumulación flexible indica la «no-rigidez» del puesto de trabajo. Esto significa e impone, entre muchos aspectos, el acceso al conocimiento científico y técnico, la renovación de intereses, la presencia de cambios de necesidades administrativas, el conocimiento de la última técnica, del nuevo producto, de la más reciente invención, que provocan inmensas ventajas competitivas.

Como resultado, la educación tecnológica será transformada, en los hechos, en un proceso educativo y no en un adiestramiento, formación y preparación mano de obra hecha en función de las necesidades inmediatas del mercado. Habrá así espacios para elaborar la formación del individuo como ciudadano crítico del quehacer técnico e intérprete de las tecnologías, en un contexto mayor de la sociedad.

Capacitar exclusivamente para un mercado de trabajo segmentado y precario es un grave error en términos educacionales. Además de ser una postura retrasada, fruto de la teoría superada del capital humano, es inestable y estrecha en sus propósitos. Trata de calificar solamente la mano de obra, sin preocuparse por transmitir al trabajador dimensiones distintas de criticismo y de sociedad, capaz de tornarlo apto como agente de las evoluciones científico-tec-

nológicas del mundo moderno y, de ese modo, permitirle aportar su inteligencia, creatividad y empeño al interior de la unidad productiva.

En ese contexto, la educación tecnológica se conecta con las cuestiones más profundas del trabajo, el empleo y la renta, lo que exige tomar en consideración el proceso contemporáneo de reestructuración productiva, derivada de la redefinición del proceso de trabajo y de los diversos procesos de calificación, recalificación y descalificación de los trabajadores.

De tal modo, surgen nuevas concepciones de empresa que involucran al propio trabajador. La estructura productiva en la moderna sociedad capitalista está superando, desde hace ya algún tiempo, los límites de una calificación para las necesidades inmediatas del mercado de trabajo, y exige, cada vez más, procedimientos de educación permanente que superan la calificación unidimensional para un puesto de trabajo y una tarea segmentada.

Los propios sectores empresariales, implicados en los nuevos paradigmas productivos y organizacionales del trabajo, se inclinan a exigir, progresivamente, de una capacitación específica y profesional, sólidos conocimientos de formación general, estructurados sobre bases científico-tecnológicas.

Además, la relación del hombre con la naturaleza no es mecánica, sino

una relación social mediada por el trabajo. Lo importante no es tan solo saber sobre la naturaleza, sino también en qué grado se puede transformarla y extraer beneficios de ella. Así, pues, máquinas y tecnologías representan la concentración, por un lado, del saber producido en los laboratorios, y, por otro, del saber generado en el ambiente profesional de trabajadores conscientes e inteligentes.

Existe, por lo tanto, una organización científica de la producción que manifieste valores y modos de pensar, concretados por las experiencias del trabajo. En este ambiente se crean espacios más didácticos, que apuntan a la producción de la cultura tecnológica.

En definitiva, la capacidad de racionalizar científicamente la producción moderna tiende a no dividir al trabajador, dado que éste no es sólo responsable de una porción del hacer técnico, sino de una comprensión global del proceso tecnológico como un todo.

4. Características

Existe un escenario que exige de la educación tecnológica límites diferenciados, un ensanche del proceso de formación por medio de modalidades no formales de enseñanza, sin apartarse de sus especificidades en el ámbito de la enseñanza técnico-profesional de nivel medio y superior. Es preciso luego tener en cuenta múltiples experiencias de perfeccionamien-

to, con miras a preparar y esmerar el desempeño del trabajador, a fin de que pueda ejecutar tanto tareas objetivas y simples o tareas agregadas y complejas, como actividades interactivas y múltiples.

Dados los presupuestos y fundamentos conceptuales mencionados, la educación tecnológica presenta las siguientes características:

- formación teórico-práctica, que procura unir los conocimientos técnico-científicos a los límites y a las direcciones de sus aplicaciones, para formar un todo de la concepción vinculada con la ejecución;

- orientación hacia el mundo del trabajo en lo que éste posee de determinante del saber, del hacer, del cómo-hacer y del hacer-saber, especialmente en los que se refiere a las transformaciones que ocurren en la organización de los procesos de trabajo, en la fabricación de productos y en la administración de las relaciones de producción;

- integración a las necesidades de la sociedad en sus aspectos culturales y regionales y no solamente a las fluctuaciones del mercado de trabajo;

- conexión con las empresas e instituciones del sector público que demuestren una disposición de renovación social, para aplicar las técnicas adecuadas en la reformulación de los procesos de trabajo y de producción, evitando

así la dedicación de la formación profesional a las tareas aisladas, en función de un lucro desmedido e inmediatista;

- atención constante a las transformaciones que ocurren en los campos de la ciencia y de la tecnología, lo que exigirá una aproximación continua y progresiva entre los núcleos y centros de investigación aplicada y de investigación y desarrollo;

- capacitación permanente del trabajador, para el trabajador y por el trabajador, en su calidad de elemento renovador del saber tecnológico y poseedor de un saber propio (no «científico») que puede ser sistematizado y fortalecido por la escuela, para ser aplicado a las prácticas de las experiencias profesionales;

- educación continua, que no se encierra en la escuela, sino que se amplía y se despliega de común acuerdo con las prácticas profesionales comunes en el mundo del trabajo, en creciente y progresiva transformación;

- flexibilidad de organización institucional y de modelos técnico-pedagógicos, para explorar soluciones alternativas y experiencias innovadoras;

- incentivo al conocimiento y a la creación artística, como forma concreta de expresión del individuo, en cuanto agente social autónomo, innovador y fuente de solución de problemas tecno-

lógicos concretos planteados por la realidad social y económica.

En suma, la educación tecnológica está basada en una concepción amplia y universal de la educación, que trasciende los conceptos fragmentarios, puntuales o dirigidos de enseñanza, aprendizaje y formación, sustituyéndolos por la integración renovada del saber, del hacer, del saber hacer y del pensar y repensar el saber y el hacer, como objetos permanentes de la acción y de la reflexión crítica sobre la acción.

Abarcando, pues, varias modalidades de formación y capacitación, la educación tecnológica no se distingue por la división de niveles y de grados de enseñanza, sino por el carácter global y unificado de la formación técnico-profesional, integrada a los presupuestos más amplios de la concientización del trabajador y de la construcción de los derechos ciudadanos, dirigida específicamente hacia la producción social.

No se trata entonces de una educación al margen de la educación fundamental, de segundo grado o superior, y no debe ser una educación impartida en círculos cerrados, sino una enseñanza y un aprendizaje constantes, necesarios para la comprensión de las bases técnicas y de las innovaciones tecnológicas, como elemento necesario para contribuir al desarrollo económico y social del país.

Así, la educación tecnológica incluye, de manera amplia:

- la calificación profesional técnica de nivel medio;
- la formación del técnico de nivel superior o tecnólogo y del ingeniero industrial;
- el posgrado en el área tecnológica;
- la formación de docentes para las disciplinas de formación especial de los currículos de las instituciones de educación tecnológica;
- la calificación profesional de nivel fundamental, toda vez que fuere necesaria;

16

- las actividades formales y no formales de enseñanza (incluidas las prácticas de trabajo);
- las actividades de investigación aplicada y las de extensión (asistencia técnica y prestación de servicios a la comunidad en colaboración con empresas e instituciones del sector público).

En tal contexto, las escuelas técnicas, agrotécnicas y los centros de educación tecnológica se transformarán en verdaderos núcleos de referencia y de excelencia como elementos difusores de la educación tecnológica, en términos de conceptos, métodos, prácticas de enseñanza, investigación y extensión.

5. Nuevas tendencias

La educación tecnológica, identificada con los aspectos y las exigencias relativas al mundo tecnológico en que vivimos, no tiene cómo eludir las consecuencias provocadas por las transformaciones ocurridas en el escenario internacional.

Teniendo eso en cuenta, pueden anotarse algunos aspectos como elementos orientadores de las tendencias que están presentes en el desarrollo tecnológico del mundo actual.

5.1 La construcción del trabajo - reorganización de los procesos

La nueva organización de los procesos laborales y productivos asoma como la verdadera revolución del futuro, pues transforma progresivamente algunos procedimientos técnicos comunes y actitudes tradicionales en verdaderas palancas de innovación tecnológica en beneficio de toda la sociedad.

La reorganización del trabajo que se procesa en el mundo de hoy está provocando profundas alteraciones en el modo de generar y asimilar conocimientos y cómo adaptarlos a realidades diferenciadas y concretas, perfeccionando la lógica construida en el interior de los avances y transformaciones tecnológicos.

Todo ese esfuerzo se basa en la observación que confirma la decaden-

cia de la división del trabajo, en la esfera mundial, propia de los principios y de las prácticas del taylorismo y del fordismo, como ya fuera señalado. Según tales concepciones, el trabajador deja de existir como un ser total, para transformar su trabajo en una actividad parcial y segmentada. Deja de participar en la dinámica para confundirse sólo con una determinada operación, perdiendo así la visión y el control del proceso como un todo.

La reorganización de los procesos de trabajo y de producción remite a las formas históricas y a las relaciones profundas del propio trabajo, que encierra en sí mismo relaciones sociales.

Se genera de tal modo el mundo práctico del trabajo, transformado por la relación social que tiende a superar la relación de ocupación, de desempeño de tareas y de empleos. Pero, al resolver la problemática de la ocupación, el trabajador no excluye este tipo de relación, que es una práctica con vinculaciones productivas.

La reorganización del trabajo productivo, pues, consiste en la construcción misma del trabajo, enriquecida por la conquista de las técnicas. Es el esfuerzo que comparte búsquedas, éxitos y fracasos, haciendo del dominio de las tecnologías no un monopolio del lucro y del capital, sino un acto comunicativo y solidario, capaz de analizar modelos y de adaptarlos a realidades diferenciadas.

5.2 Las innovaciones y la necesidad de modernización

Los avances de las tecnologías no se procesan repentinamente. En cada una de ellas hay historias, fundamentos y prácticas. Se desarrollan etapas entre las bases científicas que dan nacimiento a las tecnologías, sus interpretaciones internas y sus aplicaciones. Hay una especie de explosión de aplicaciones que repercuten sobre los procesos. Pero también hay consecuencias sobre el propio ser humano, su modo de pensar y de comportarse.

Los avances de las tecnologías que surgen como nuevas exigen que se rescate la historia de cada una, así como de todas sus características y repercusiones socioeconómicas. Las grandes conquistas tecnológicas pasaron por el dominio de las competencias técnicas elementales y por la maduración de la observación y del conocimiento.

El cuadro descriptivo de las nuevas tecnologías, por lo tanto, no se agota en una etapa definidora, estática. Se trata tan sólo de un punto de referencia y esclarecimiento para comenzar las discusiones sobre las graves cuestiones del desarrollo tecnológico en sí mismo, pasando por las nuevas tecnologías, especialmente por su estrecho relacionamiento con la sociedad. No forman, pues, «el admirable mundo nuevo» ni la solución «mágica», pero sí provocan reflejos

interesantes sobre la formación técnico-profesional y, en términos generales, sobre la sociedad.

El cuadro referencial de las nuevas tecnologías es el espacio para repensar el problema tecnológico inscripto en lo social y el lugar para meditar sobre los cambios y transformaciones tecnológicas.

En esa perspectiva se inserta la modernización. No se trata de una panacea tecnológica, que copia fórmulas y altera los rótulos de los equipos y de las máquinas. Se trata de un proceso de aliento que agota los cuestionamientos en lo que éstos tienen de tradicional y de verdadero, pero desarrollando la «innovación», es decir, el cambio de comportamiento, de percepción de los fenómenos tecnológicos en su totalidad y, en consecuencia, de prácticas llamadas convencionales.

Lo importante, entonces, es establecer críticamente la equidistancia entre «los nuevos modelos tecnológicos» y el respeto por la realidad histórica, cultural y social en que vivimos. De este modo, las soluciones podrán no pasar necesariamente por las tecnologías avanzadas.

Incluidas en este contexto, se destacan las «nuevas tecnologías», caracterizadas por un desarrollo y evolución rápidos, que determinan problemas de obsolescencia precoz, fuerte grado de interdisciplinariedad, elevado riesgo, competencia internacional,

proximidad de la investigación científica, alto poder transformador de la estructura de las sociedades y necesidad de elevadas inversiones.

Entre ellas, algunas parecerían surgir como impactos generadores de importantes secuelas: la microelectrónica, la biotecnología, los nuevos materiales, la química fina y la mecánica fina.

5.3 La calificación por la competencia - efecto de las técnicas

Es indiscutible la interacción existente entre la evolución de las técnicas y el principio de la capacitación, en especial cuando forman parte del proceso de cambios y transformaciones tecnológicas.

Dos categorías de cambio tecnológico es preciso distinguir en este aspecto: la innovación, que consiste en la distribución de nuevos productos y nuevos procedimientos, y la racionalización, que lleva a la producción de bienes y servicios con mejor rendimiento y mayor economía.

Las tareas repetitivas, por ejemplo, son sustituidas por el trabajo en equipo, enriquecido por la discusión de las obligaciones más complejas. Tales funciones exigen una integración vertical de las actividades con la producción, lo que da lugar como consecuencia a un equipo de trabajadores calificados, innovadores e integrados a la producción.

La nueva organización permite una mayor movilidad del personal entre las diferentes funciones, pues el trabajo se configura como la sucesión de diversas etapas, que exigen sobre todo polivalencia en el desempeño de las funciones e integración horizontal en el ejercicio de las actividades.

Tal perspectiva trae aparejadas varias repercusiones sobre la calificación. El trabajo tiende a reaglutinar funciones y a atenuar las consecuencias provocadas por la división entre el trabajo manual y el intelectual.

El flujo de las calificaciones se altera, pues va desde el traslado físico temporario y la síntesis de actividades para el logro de la integración y reorganización de sectores de la producción, concebidos como globalidad, hasta llegar a los procedimientos intermedios (automatizados).

La enorme velocidad con que se incorpora la innovación y las propias contradicciones del mercado estimulan la necesidad de una lógica instrumental que, concretamente, abre espacios a dimensiones del proceso de trabajo.

De este modo se crea una nueva competencia, comunicativa, interactiva y basada en las fuerzas del trabajo. Una competencia heterogénea y no de forma lineal.

El nuevo concepto de calificación consiste en adquirir competen-

cias de largo plazo, en las que la percepción, el razonamiento y la comunicación son frutos de un trabajo cooperativo.

La nueva calificación tratará de adaptarse a las nuevas formas de organización productiva y, por consiguiente, hacerse flexible, pues será adquirida por la competencia de la fuerza de trabajo y enriquecida por el «saber-hacer». En la práctica, esto significa la capacidad de dominar diferentes partes de un mismo proceso productivo, aprovechando los espacios entre la calificación formal y la real.

5.4 El reordenamiento de las profesiones - nuevos perfiles profesionales

Las rápidas transformaciones que están ocurriendo en el mundo tecnológico comprueban la inexistencia, en este campo, de fronteras rígidas en lo que atañe al mercado de productos, y estimulan, en consecuencia, la desaparición de límites en el área del conocimiento aplicado, con miras a la producción de bienes y servicios.

Es necesario, entonces, establecer los vínculos y las percepciones entre lo que pasa en el mundo de las tecnologías y en la formación técnico-profesional. De este modo se genera una dinámica creativa de retroalimentación entre el sistema formador de recursos humanos y el sistema de aplicación de las ciencias y las técnicas.

Por otro lado, el ritmo acelerado de desarrollo tecnológico provoca, naturalmente, efectos sensibles sobre la estructura del conocimiento actual, y asimismo estimula el surgimiento de nuevos conocimientos específicos, lo que da lugar a nuevas ocupaciones y profesiones.

Además, en los procesos de trabajo y de producción están ocurriendo cambios que alteran las nociones de algunas profesiones, las que comenzarán a poseer algunas tendencias relevantes, como, por ejemplo:

- la reorganización de las prácticas productivas en función de actividades de apoyo «no productivas» de una máquina, lo que exigirá menos «hacer» y más «saber» y, por consiguiente reflexión creadora y actitud de trabajo en equipo;
- la calificación de la instrucción, que estará indicada por el nivel de concepción, programación y administración de nuevos sistemas de producción;
- el criterio de competencia alterado en virtud de la desaparición progresiva de especialistas, en beneficio del surgimiento de equipos de producción en condiciones de desempeñar múltiples tareas;
- el desplazamiento de las actividades manufactureras tradicionales hacia servicios más sofisticados, dominados por la informática y la automatización.

En términos generales, las profesiones tienden a reformularse profundamente, en función de las nuevas dimensiones tecnológicas que caracterizan al mundo de hoy. Todo se encamina con fuerza a la «desmaterialización» de las técnicas, en las que predomina la inteligencia global y unificada de los procesos, desde la concepción hasta la fabricación de los productos. No habrá más campo para formaciones aisladas, estructuradas en contenidos segmentados y preparando profesionales que ejerzan funciones distantes de un contexto técnico-científico más amplio.

Las áreas tradicionales de la tecnología industrial, como la mecánica, la eléctrica, la construcción civil, tienden a ser reformuladas por la presencia, cada vez más perspicaz e inteligente, de la electrónica, la informática y la robótica.

6. Líneas directrices

Para situar la educación tecnológica en toda su amplitud y profundidad, se debe considerar, además de su inserción en el contexto de las tendencias internacionales, su adaptación a las políticas gubernamentales, en particular las tecnológicas e industriales.

6.1 Capacitación tecnológica: la estrategia básica

La educación tecnológica debe procurar, de manera progresiva y

oportuna, la incorporación de las innovaciones tecnológicas, ya fueran nuevas o tradicionales, respetando el grado de maduración de cada tecnología en el país, sus condiciones de evolución gradual, sin descuidar el escenario tecnológico en la esfera mundial.

Es preciso, en tal contexto dinámico, recoger el desafío de la aplicación de nuevas técnicas que impulsa la redefinición de productos, reestructurando procedimientos en busca de nuevos márgenes de productividad.

Pero el esfuerzo para mejorar la productividad, base de la competitividad, no es solamente una resultante del dominio de las técnicas, procesos y productos. Es, sí, fruto de la inversión en la capacitación tecnológica.

La capacidad de innovación no se obtiene sólo mediante tecnologías importadas, sino sobre todo por la inversión indispensable en las bases de la educación que preparará en forma progresiva al joven y al trabajador para superar las simples aplicaciones técnicas y para conquistar los espacios de la creatividad.

El dominio de las técnicas, consolidado por los fundamentos modernos de la educación, lleva al educando a adaptar los modelos importados a nuestra realidad y no sólo a reproducirlos, en la medida y según la dinámica de nuestro desarrollo socioeconómico.

La capacitación tecnológica se vuelve, así, piedra fundamental para cimentar las conquistas de la calidad y de la productividad, condiciones esenciales para poder competir internacionalmente, tanto en el extranjero como en el mercado interno.

A su vez, las unidades productivas, al mejorar la calidad y la productividad, deberán ampliar acentuadamente el aprovechamiento de los recursos humanos y financieros con las aplicaciones de las nuevas tecnologías, en la medida que se valgan del conocimiento del trabajo, acumulado por los trabajadores en el proceso de producción.

La moderna administración del trabajo requiere la colaboración activa de los trabajadores, desde la fase de concepción hasta la fase de producción, bajo las exigencias tecnológicas de la nueva base educativa y técnica.

6.2 La visión sistémica del proceso de capacitación tecnológica

La eficiencia y la competitividad son atributos no sólo de la industria, sino, sobre todo, del sistema socioeconómico nacional. En este sentido, la educación, en general, y la técnico-científica, en especial, deben ser consideradas como elementos indispensables y críticos para hacer viables los objetivos de largo plazo del desarrollo brasileño. Así, un esfuerzo conjunto debe ser

emprendido por todos los agentes socioeconómicos: entidades de gobierno, sistema formal y no formal de enseñanza en todos los niveles, empresas e instituciones de ciencia y tecnología.

En un sentido más amplio, la capacitación tecnológica de los diversos sectores de la sociedad apunta a desarrollar, endogenamente innovaciones tecnológicas, así como a seleccionar, patentar, absorber, adaptar, perfeccionar y difundir tecnologías, nacionales o importadas. Comprende sistemas de conocimientos científicos y empíricos, aplicados a productos, a procesos productivos industriales y de servicios. De esa forma, la capacitación tecnológica comprende las tecnologías tradicionales, así como las nuevas.

22

En ese contexto, la educación tecnológica no debe permanecer a la zaga del desarrollo tecnológico, sino tratar de situarse en posiciones de vanguardia frente a los cambios y transformaciones que ocurren en el mundo.

Realmente, se trata de una política de conjunto para la formación especializada de recursos humanos, que, por una parte, estimule la preparación de trabajadores, en niveles superiores, y por otra, se preocupe simultáneamente, de manera intensiva, por la participación de jóvenes y trabajadores, en niveles intermedios.

De tal modo va surgiendo la necesidad de tener presente la visualización de ese proceso. De poco serviría inver-

tir aisladamente en la formación de una masa crítica de alto nivel, capaz de investigar los orígenes científicos de las tecnologías y por lo tanto en condiciones de generarlas permanentemente, sin el apoyo constante de sus intérpretes. Es necesario eliminar la enorme distancia que existe entre la formación de alto nivel y lo que se necesita en términos de capacitación de los demás trabajadores.

De tal manera se hace posible promover una mayor aproximación entre la concepción, la creación, la interpretación y la aplicación de las tecnologías.

Conforme a los dictados generales establecidos por los programas gubernamentales, la actuación de la educación tecnológica estará marcada por algunas líneas maestras:

- la adecuación cualitativa y cuantitativa de la formación y capacitación de recursos humanos de nivel básico e intermedio a las políticas definidas, junto con las de los ingenieros, investigadores y reciclaje de mano de obra especializada;
- la capacitación tecnológica induce a la escuela a cambios de actitudes y de comportamientos que alcanzan a empresarios, gerentes, técnicos y educadores;
- la capacitación tecnológica exige el desarrollo y la difusión de métodos de administración tecnológica, que

abarcan empresas, institutos tecnológicos e instituciones de enseñanza;

- la adaptación de la infraestructura, lo que también incluye la modernización de los laboratorios, los institutos tecnológicos y los centros de investigación de las universidades;
- la interacción con las redes de informaciones científico-tecnológicas, a efectos de hacerlas accesibles y difundirlas entre los usuarios.

6.3 Búsqueda de competitividad sectorial en segmentos productivos

La búsqueda de competitividad se desarrolla en el sentido y en la perspectiva de la capacitación tecnológica, lo que depende esencialmente de las políticas y de las acciones que promuevan la formación de recursos humanos.

Es sabido que los elementos que determinan la competitividad industrial son complementarios entre sí y pueden ser agrupados en varias dimensiones, de acuerdo con su naturaleza y su administración por parte de los agentes económicos.

Esas circunstancias dependen del funcionamiento de las estructuras de soporte de la economía, de las condiciones generales del ambiente macroeconómico, de la funcionalidad del aparato de regulación y del costo de los factores externos a las empre-

sas. Éstas se subordinan a las ventajas comparativas naturales, adquiridas y potenciales, por el dinamismo de los diferentes sectores de la economía. La competitividad sectorial representa el criterio básico para orientar el proceso de modernización y especialización de la economía brasileña y depende de la acción combinada de las políticas de desarrollo y de las estrategias de las empresas. Y, finalmente, la competitividad gerencial y tecnológica de las empresas también influye sobre ese proceso.

Las ventajas comparativas y el dinamismo de los distintos segmentos de la cadena productiva orientarán las estrategias sectoriales. Este abordaje propende a una actuación coordinada, sin que esto signifique, a priori, la exclusión de un sector cualquiera.

La perspectiva sectorial habrá de dirigirse a dos grandes bloques: los sectores con ventajas comparativas y los sectores generadores y difusores de la innovación y del progreso técnico.

En lo que respecta a los sectores con ventajas comparativas, se menciona la consolidación y expansión de la posición exportadora ya conquistada por Brasil, la cual sirve de base a estrategias sectoriales de innovación y diversificación de productos.

En cuanto a los sectores generadores y difusores de la innovación y del progreso técnico, es oportuno

mencionar su importancia, derivada del alto dinamismo y sus repercusiones sobre el resto de la industria y el conjunto de la economía.

El volumen de la inversión requerida, el riesgo implícito, la creciente inaccesibilidad del mercado internacional para la compra de tecnología, la dependencia de la infraestructura técnico-científica y gubernamental, provocan que la competitividad de las empresas actuantes en estos sectores dependa fuertemente de las políticas públicas y, específicamente, de la capacidad científico-tecnológica, en todos los niveles.

En el caso de los sectores de punta, la inducción a la especialización y a la selectividad del apoyo gubernamental representan condiciones críticas para la eficacia de las políticas tecnológicas, considerando la amplitud de la frontera del conocimiento y el esfuerzo requerido para extenderla.

Dado lo expuesto, se tiene un espectro bastante amplio y, al mismo tiempo, bien definido en términos de una política sectorial, lo que significa, desde el punto de vista estratégico, establecer caminos concretos a ser recorridos para alcanzar la competitividad ansiada. En efecto, la capacitación tecnológica no puede ignorar el trabajo iniciado por esos sectores, porque de él resultará el conocimiento de sus fuentes y de sus perfiles tecnológicos.

En tal contexto, la educación tecnológica tendrá un gran papel que desempeñar.

7. Enunciados para las políticas

Consciente de los conceptos fundamentales, interacciones y tendencias tecnológicas del mundo contemporáneo que dinamizan la educación tecnológica, la institución explorará, en el ámbito de su autonomía, los caminos adecuados para implementar sus acciones educativas. Sin embargo, para que las rutas sean bien trazadas, es necesario establecer políticas de largo alcance, como principios orientadores, para lo cual contará con la participación de docentes, alumnos, personal técnico-administrativo y sectores productivos de la sociedad local.

Algunos enunciados podrían reseñarse en este momento:

- El esfuerzo iniciado aquí en favor de la educación tecnológica no debe confundirse con la existencia de una enseñanza dicotómica y dual, dado que en sus fundamentos están las exigencias de la educación básica, los enfoques tecnológicos del Segundo y Tercer Grados, y el estímulo, sin diferencias de niveles, a modelos creativos, alternativos, formales y no formales de educación permanente.
- La interacción con el sistema productivo y el apoyo de las políticas oficiales de desarrollo a los sectores

económicos, en especial la política industrial, son condiciones fundamentales para sustentar una educación tecnológica capaz de ofrecer el soporte indispensable para el desarrollo nacional y regional, tanto por la formación básica y especializada de los recursos humanos, como por el propio proceso de búsqueda de una autonomía tecnológica.

- En ese sentido, una política de apoyo al desarrollo de la educación tecnológica, es sus diversas modalidades, debe inaugurar un esfuerzo conjunto de asociaciones –empresas, instituciones de enseñanza y gobierno– así como considerar todos los factores capaces de asegurar la flexibilidad y la seriedad necesarias a esta modalidad de la enseñanza, condiciones éstas indispensables para su pleno desarrollo.

- El incentivo a la creación de modelos alternativos e innovadores de educación tecnológica deberá explorar en profundidad las experiencias de *proyectos-piloto*, cuidadosamente estructurados y sistemáticamente acompañados y evaluados.

- La elaboración de proyectos y sus etapas de desarrollo obedecerán a las características y exigencias institucionales, tratando de fortalecer unidades –grupos constituidos o emergentes– y sacando el máximo provecho a las asociaciones establecidas entre escuelas, universidades, institutos tecnológicos y sectores productivos, a través de mecanismos ágiles y flexibles.

- La renovación de los contenidos programáticos es pieza fundamental para la instauración de políticas de desarrollo de la educación tecnológica en la institución. Para cursos de cualquier tiempo de duración, formales o no formales, es importante considerar las alteraciones que están ocurriendo de manera global en los procesos científicos y tecnológicos, sin ignorar las transformaciones en los procesos de trabajo y de producción. Esa renovación estará fundada en las siguientes bases:

- un enfoque de formación multi e inter disciplinaria, asegurado por la participación en pasantías, proyectos de investigación y/o de extensión, seminarios y actividades integradas de enseñanza, implicando el abordaje de problemas reales y la reciprocidad entre las diversas competencias profesionales;
- la preocupación por los elementos históricos del invento que llevaron a la generación de la tecnología, la sucesión de etapas de los procesos productivos y la evolución de los procesos de trabajo;
- la nueva relación del equipo multidisciplinario, incluyendo profesor/alumno; alumno/saber; trabajador/saber, que investigue y difunda la visión global, unificada e histórica de los conocimientos;

- la relación de «doble vía» que debe existir entre los aspectos teóricos y la práctica, así como su aplicación en los procesos de producción;
- la verticalidad en determinadas especialidades del ramo científico-tecnológico, de modo de ofrecer densidad de conocimientos específicos.
- la horizontalidad que significa correlación con las demás disciplinas, interdependencia de los contenidos y estudio crítico de los elementos históricos de las técnicas y del descubrimiento de sus valores en las aplicaciones;
- los procedimientos de administración de empresas y administración tecnológica, teniendo como objetivo la búsqueda de la eficiencia.
- Otro aspecto fundamental, asociado a la renovación de los contenidos programáticos, es la formación y la capacitación de docentes, en el ámbito de los fundamentos, las características y las nuevas estrategias para

la educación tecnológica. En ese sentido, sería recomendable:

- estructurar planes de formación y capacitación en diversos niveles y duraciones, de acuerdo con las directivas y prioridades establecidas por la institución;
- adecuar esos planes a las tendencias tecnológicas del mundo moderno, buscando poner en práctica técnicas prospectivas para alcanzar los objetivos propuestos;
- explorar formas alternativas de especialización, en el país y en el extranjero;
- organizar cursos de posgrado de acuerdo con las peculiaridades de la educación tecnológica.

En la implementación de esas políticas sería recomendable que las Unidades y Departamentos de la institución elaboraran proyectos a ser desarrollados en etapas, debidamente acompañadas y evaluadas, apuntando a determinados aspectos y/o contenidos de la educación tecnológica.

BIBLIOGRAFIA

- AMMAN, Paul. *As Teorias e a Prática da Formação Profissional*. Brasília: SMO/MTb, 1987.
- BASTOS, João Augusto S.L.A. *A educação técnico-profissional - Fundamentos, perspectivas e prospectiva*. Brasília: SENETE/MEC, 1991.

- Cursos superiores de tecnologia - Avaliação e perspectivas de um modelo de educação técnico-profissional.* Brasília: SENETE/MEC, 1991.
- BENACHENOU, Abdellatif. *O desenvolvimento e a questão da interdisciplinaridade.* In **Revista Tempo Brasileiro**, (121): 7-28, Rio de Janeiro, abr/jun de 1995.
- BIROU, Alain. *Dicionário das Ciências Sociais.* In *A Tecnologia e o Trabalho na História*, GAMA, R., São Paulo, Nobel/Edusp, 1986.
- CARVALHO, Ruy de Q. *Tecnologia e Trabalho Industrial.* Porto Alegre: L&PM, 1987.
- CORIAT, B. *Science, Technique et Capital.* Paris: Seuil, 1976.
- CHOUCRI, Nazli. A transformação mundial e suas implicações para a pesquisa indisciplinar. In *Revista Tempo Brasileiro*, (121): 77-90, Rio de Janeiro: *Tempo Brasileiro*, abr/jun de 1995.
- D'HAINAUT, L.D. Interdisciplinaridade e Integração. In *Revista Tempo Brasileiro*, (121): 47-72, Rio de Janeiro: *Tempo Brasileiro*, abr/jun de 1995.
- FERNANDES, A. *A Constituição da Ciência e a SBPC.* Brasília: Ed. UnB/ANPOCS, 1990.
- FERRETI, Celso J. et al. *Novas Tecnologias, Trabalho e Educação: Um Debate Multidisciplinar.* Petrópolis: Vozes, 1994.
- FIGUEIREDO, V. *Produção social da Tecnologia. Sociologia e Ciência Política. Temas Básicos.* São Paulo: Pedagógica Universitária Ltda -EPU, 1989.
- GAMA, Ruy. *A Tecnologia e o Trabalho na História.* São Paulo: Nobel/Edusp, 1985.
- Historia da Técnica e da Tecnologia.* São Paulo: UNESP, 1991.
- GONÇALVES, Francisco S. Interdisciplinaridade e construção coletiva do conhecimento: Concepção pedagógica desafiadora. In *Educação & Sociedade*. (49): 468-484, São Paulo: Cortez/CEDES, dic. de 1994.
- GIDDEMS, A. *As consequências da Modernidade.* São Paulo: UNESP, 1991.
- GUSDORF, Georges. Passado, presente, futuro da pesquisa interdisciplinar. In *Revista Tempo Brasileiro*, (121): 7-28, Rio de Janeiro, abr/jun. de 1995.
- JANTSCH, Eric. Interdisciplinaridade: os sonhos e a realidade. In *Revista Tempo Brasileiro*, (121):29-42, Rio de Janeiro, abr/jun de 1995.
- KUHN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas.* São Paulo: Perspectiva, Serie Debates, 1982.
- LEITE, M.P. *Modernização Tecnológica, Relações de Trabalho e Práticas de Resistência.* São Paulo: Iglu/Labor, 1991.
- LEVI, Pierre. *As Tecnologias da Inteligência.* Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- MARKET, Werner (Org.). *Teorias de Educação do Iluminismo, Conceitos de Trabalho e do Sujeito.* Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.
- MC NEIL, J.D. *Curriculum: a comprehensive introduction. 3ª ed.* Boston: Litle, Brown and Company, 1985.
- PAIVA, Vanilda. *Produção e qualificação para o trabalho.* Rio de Janeiro: IEi/UFRJ, 1989.
- PAULINYI, Erno. *A dimensão tecnológica das organizações.* Rio de Janeiro: FGV, 1991.

- PIRRO Y LONGO, Waldimir. *Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento Tecnológico no Brasil*. Rio de Janeiro: FINEP, 1993.
- PEREIRA, Paulo C.X. *A Dimensão da História para o Entendimento da Educação Tecnológica*. São Paulo, 1995 (manuscrito).
- RAMA, Germán W. Um enfoque interdisciplinar para a educação e o desenvolvimento. *In Revista Tempo Brasileiro*, (121):96-100, Rio de Janeiro, abr/jun. de 1995.
- ROCHA NETO, Ivan. *Estudos Analíticos de C&T no Brasil*. Brasília: PNUD/BID/MCT, 1992.
- Conceitos Básicos: Ciência, Tecnologia e Inovação Tecnológica*. *In Curso de Especialização de Agentes de Inovação Tecnológica*. Brasília: SEBRAE, 1993.
- ROCHA NETO, Ivan y CAVALCANTI, Lynaldo. *Matriz de Competencias Técnico-Científicas*. Brasília: ABIPTi, 1992.
- SANTOS, Boaventura de S. *Introdução a uma Ciência Pós-Moderna*. Rio de Janeiro: Graal Ltda, 1989.
- SANTOS, Milton. *Técnica, Tempo e Espaço. (A Globalização no Período Técnico-Científico)*. São Paulo: Hucitec, 1994.
- SCHAFF, A. *A sociedade informática*. São Paulo: Unesp/Brasiliense, 1990.
- SOARES, R. Sales. *Gestão de Empresa - Automação e Competitividade, Novos Padroes de Organização e de Relações de Trabalho*. Brasília: IPEA/IPLAN, 1990.
- VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: s. ed, 1994.