

**PLATAFORMA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES: ENFOQUE TEÓRICO Y METODOLÓGICO  
DIDACTIC PLATFORM FOR INDUSTRIAL TECHNOLOGIES TRAINING:  
THEORETICAL AND METHODOLOGICAL APPROACH**

*Dr. C. Teresa Pérez-Sosa*

Centro de Estudio de Fabricación Avanzada y Sostenible (CEFAS),

Universidad de Matanzas.

[teresa.perez@umcc.cu](mailto:teresa.perez@umcc.cu), <https://orcid.org/0000-0002-5587-4624>

**RESUMEN**

Este artículo teórico-metodológico analiza los fundamentos para el desarrollo de plataformas didácticas en tecnologías industriales bajo condiciones de recursos limitados, tomando como referencia el contexto cubano. Examina críticamente los marcos conceptuales pedagógicos y tecnológicos que sustentan el diseño de entornos de aprendizaje efectivos, con especial énfasis en la adaptación creativa de equipos existentes y la integración de tecnologías abiertas. El estudio profundiza en tres ejes teóricos fundamentales: el constructivismo social aplicado a la educación técnica, el enfoque de capacidades tecnológicas y la teoría de mediación instrumental. A través de un análisis documental sistemático, se establecen principios para el desarrollo curricular, la adaptación tecnológica contextualizada y modelos de evaluación específicos para estos entornos. La investigación demuestra que la calidad de la formación industrial no depende exclusivamente del acceso a equipos avanzados, sino de la adecuada articulación entre fundamentos pedagógicos, condiciones materiales y objetivos de desarrollo nacional. El trabajo culmina proponiendo un marco integrado para el diseño de plataformas didácticas que, basado en estas premisas, pueda ser aplicado en contextos con diversas restricciones materiales.

**Palabras clave:** *educación tecnológica, adaptación de equipos, aprendizaje práctico, tecnologías abiertas, formación industrial*

**ABSTRACT**

This theoretical-methodological article analyzes the foundations for developing didactic platforms in industrial technologies under resource-constrained conditions,

using the Cuban context as reference. It critically examines the pedagogical and technological conceptual frameworks that support the design of effective learning environments, with special emphasis on creative adaptation of existing equipment and integration of open technologies. The study delves into three fundamental theoretical axes: social constructivism applied to technical education, the technological capabilities approach, and the theory of instrumental mediation. Through systematic documentary analysis, it establishes principles for curricular development, contextualized technological adaptation, and specific evaluation models for these environments. The research demonstrates that the quality of industrial training does not depend exclusively on access to advanced equipment, but on the proper articulation between pedagogical foundations, material conditions, and national development objectives. The work concludes by proposing an integrated framework for designing didactic platforms that, based on these premises, can be applied in contexts with various material constraints.

**Keywords:** *technological education, equipment adaptation, practical learning, open technologies, industrial training.*

## **RESUMO**

Este artigo teórico-metodológico analisa os fundamentos para o desenvolvimento de plataformas didáticas em tecnologias industriais sob condições de recursos limitados, tomando como referência o contexto cubano. Examina criticamente os marcos conceituais pedagógicos e tecnológicos que sustentam o design de ambientes de aprendizagem eficazes, com ênfase especial na adaptação criativa de equipamentos existentes e na integração de tecnologias abertas. O estudo aprofunda três eixos teóricos fundamentais: o construtivismo social aplicado à educação técnica, a abordagem de capacidades tecnológicas e a teoria da mediação instrumental. Por meio de uma análise documental sistemática, estabelece princípios para o desenvolvimento curricular, a adaptação tecnológica contextualizada e modelos de avaliação específicos para esses ambientes. A pesquisa demonstra que a qualidade da formação industrial não depende exclusivamente do acesso a equipamentos avançados, mas da articulação adequada entre fundamentos pedagógicos, condições materiais e objetivos de desenvolvimento nacional. O trabalho conclui propondo um marco integrado para o design de plataformas didáticas que, baseado nessas premissas, possa ser aplicado em contextos com diversas restrições materiais.

**Palavras-chave:** *educação tecnológica, adaptação de equipamentos, aprendizagem prática, tecnologias abertas, formação industrial.*

## **INTRODUCCIÓN**

La educación en tecnologías industriales enfrenta desafíos epistemológicos y prácticos particulares en contextos con acceso limitado a equipos de última generación. Estos desafíos adquieren mayor relevancia cuando se analizan desde la perspectiva de las teorías contemporáneas sobre transferencia tecnológica y pedagogía crítica. El presente trabajo se fundamenta en el principio de que la calidad de la formación técnica no depende exclusivamente de la disponibilidad de equipos avanzados, sino de la adecuada articulación entre los fundamentos pedagógicos, las condiciones materiales existentes y los objetivos de desarrollo nacional.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se sustenta en tres ejes conceptuales interrelacionados. En primer lugar, la teoría del constructivismo social de Vygotsky (1978), que enfatiza la importancia del contexto social y cultural en el proceso de aprendizaje. En el ámbito de la educación tecnológica, esto implica que las soluciones didácticas deben desarrollarse considerando las condiciones materiales reales y las prácticas industriales locales, más que replicar modelos importados sin adaptación crítica.

En segundo término, el enfoque de capacidades tecnológicas desarrollado por Bell y Pavitt (1993) proporciona un marco analítico para comprender cómo las instituciones educativas pueden fomentar competencias adaptativas en entornos con restricciones materiales. Posteriormente Wagner & Alakavuklar, (2020) nos ofrecen en su investigación un análisis sobre aplicaciones en educación superior. Este enfoque postula que la capacidad de innovación no surge únicamente del acceso a tecnologías avanzadas, sino del desarrollo de habilidades para adaptar, mejorar y combinar tecnologías disponibles de manera creativa.

Finalmente, la teoría de la mediación instrumental de Rabardel (1995) ofrece herramientas conceptuales para analizar cómo los equipos adaptados pueden transformarse en instrumentos efectivos de aprendizaje cuando se integran en un sistema pedagógico bien diseñado. Según esta perspectiva, el valor educativo de una tecnología no reside en sus características intrínsecas, sino en cómo se articula con los procesos cognitivos y las actividades de aprendizaje.

Estos fundamentos teóricos adquieren especial relevancia en el contexto cubano, donde las limitaciones materiales derivadas del bloqueo económico han exigido el

desarrollo de enfoques creativos para la educación técnica. La experiencia acumulada en décadas de trabajo con recursos limitados ha demostrado que es posible lograr una formación tecnológica de calidad mediante la combinación de: (1) un sólido fundamento teórico-conceptual, (2) la adaptación inteligente de equipos disponibles, y (3) la integración de tecnologías abiertas y de bajo costo.

El presente artículo busca contribuir a este cuerpo de conocimiento mediante el análisis sistemático de los principios que deben guiar el diseño de plataformas didácticas en condiciones de restricción tecnológica. Partiendo de estas bases teóricas, el trabajo desarrolla un marco conceptual integral para la creación de entornos de aprendizaje industrial efectivos, independientemente de las limitaciones materiales existentes. Este marco se estructura alrededor de cuatro dimensiones fundamentales: pedagógica, tecnológica, organizativa y evaluativa, cada una de las cuales será analizada en profundidad en las secciones siguientes.

## **DESARROLLO**

### **1. Fundamentos pedagógicos para entornos con recursos limitados**

La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1968) adquiere especial relevancia al trabajar con equipos adaptados. Según este enfoque:

El aprendizaje debe construirse sobre conocimientos previos y experiencias concretas, particularmente importante cuando no se dispone de tecnología de última generación. (Ausubel, 1968, p. 45).

En la práctica, esto implica:

#### **a) Contextualización de contenidos (Zidny et al., 2023):**

Relacionar los conceptos tecnológicos con aplicaciones locales conocidas por los estudiantes. Por ejemplo, al enseñar control numérico, vincularlo con procesos de fabricación de piezas para equipos médicos básicos.

#### **b) Aprendizaje basado en problemas reales:**

Diseñar actividades que respondan a necesidades concretas de la industria nacional, como el mantenimiento de equipos obsoletos o la optimización de procesos productivos.

#### **c) Evaluación por competencias:**

Desarrollar instrumentos que midan la capacidad de resolver problemas con recursos disponibles, más que el manejo de equipos específicos.

### **2. Adaptación tecnológica en educación industrial**

La teoría de la innovación frugal (Prahalad, 2012) proporciona un marco valioso para el desarrollo de plataformas didácticas en contextos con restricciones. Sus principios más actualizados (Bianchi & Labory, 2021) aplicados a la educación técnica incluyen:

**Tabla 1. Principios de innovación frugal aplicados a plataformas didácticas**

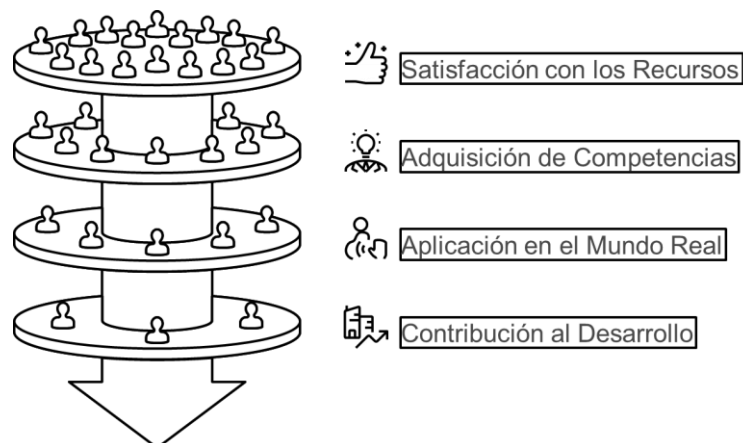
Principio	Aplicación en educación industrial	Ejemplo concreto
Simplificación	Reducir complejidad manteniendo funcionalidad básica	Uso de controladores GRBL en lugar de sistemas CNC comerciales
Flexibilidad	Diseño modular para múltiples usos	Máquina CNC adaptable para fresado y grabado
Sostenibilidad	Maximizar vida útil de componentes	Reutilización de motores de equipos obsoletos
Accesibilidad	Costos adaptados a realidad local	Desarrollo de sensores con componentes reciclados

Estos principios se complementan con el enfoque de tecnologías apropiadas propuesto por Schumacher (1973), que enfatiza:

El uso de soluciones tecnológicas que sean compatibles con las condiciones locales, tanto en términos de recursos disponibles como de capacidad de mantenimiento. (Schumacher, 1973, p. 156).

### 3. Modelos de evaluación para entornos tecnológicos adaptados

La evaluación en contextos con recursos limitados requiere enfoques específicos. La propuesta de Kirkpatrick (1994) adaptada incluye:



**Figura 1. Modelo de evaluación adaptado para entornos con recursos limitados.**

Este modelo enfatiza la capacidad de los estudiantes para:

1. Trabajar con equipos no estándar
2. Desarrollar soluciones creativas ante limitaciones
3. Transferir conocimientos a diversos contextos industriales

#### 4. Integración de tecnologías abiertas

El movimiento de hardware abierto (Pearce, 2012) ofrece oportunidades significativas para la educación técnica, Hodson & Kuchma (2022) en su investigación muestran evidencias empíricas recientes al respecto. Sus ventajas incluyen:

**a) Reducción de costos:**

Las soluciones basadas en Arduino, Raspberry Pi y software libre disminuyen los requerimientos de inversión.

**b) Adaptabilidad:**

Posibilidad de modificar diseños según necesidades específicas.

**c) Comunidad de apoyo:**

Acceso a conocimientos compartidos globalmente para resolver problemas técnicos.

**Tabla 2. Comparación de tecnologías comerciales vs. abiertas**

Parámetro	Solución comercial	Solución abierta
Costo controlador CNC	\$2,000-\$5,000	\$150-\$300 (GRBL)
Flexibilidad	Limitada por fabricante	Totalmente adaptable
Mantenimiento	Depende de proveedor	Autogestionable
Curva de aprendizaje	Específica del equipo	Transferible a otros sistemas

#### PROPUESTA METODOLÓGICA

El diseño de la plataforma didáctica para la formación en tecnologías industriales en contextos con recursos limitados se estructura en un proceso detallado de cinco etapas, cada una con sus respectivas actividades, herramientas y mecanismos de validación. A continuación, se amplía cada etapa con mayor profundidad:

##### 1. Análisis de necesidades

**Objetivo:** Identificar las competencias técnicas prioritarias y los desafíos específicos del sector industrial local, con énfasis en las limitaciones de recursos.

**Actividades:**

- **Entrevistas estructuradas:** Realizar entrevistas a representantes de 10 empresas estatales (incluyendo sectores como manufactura, agroindustrial, energía y biomédico) utilizando el cuestionario proporcionado en el anexo del documento. (Anexo 1)
- **Talleres participativos:** Organizar sesiones de trabajo con docentes, estudiantes y técnicos industriales para recoger perspectivas diversas.
- **Análisis de brechas:** Contrastar las competencias requeridas por las empresas con las ofrecidas actualmente en los programas de formación.

### **Resultados esperados:**

- Listado de competencias clave (ejemplo: mantenimiento de equipos obsoletos, adaptación tecnológica).
- Identificación de limitaciones materiales recurrentes (ejemplo: falta de piezas de repuesto).

## **2. Inventario de recursos**

**Objetivo:** Catalogar y evaluar los equipos, materiales y espacios disponibles en instituciones educativas y talleres industriales.

### **Actividades:**

- **Diagnóstico físico:** Registrar equipos existentes, su estado operativo y potencial de adaptación (ejemplo: motores, controladores, sensores).
- **Evaluación de tecnologías abiertas:** Identificar soluciones basadas en hardware/software libre (Arduino, Raspberry Pi, GRBL) que puedan integrarse.
- **Mapa de recursos:** Georreferenciar talleres y laboratorios con capacidad para albergar la plataforma.

### **Resultados esperados:**

- Inventario clasificado por: equipos funcionales, reparables y obsoletos.
- Oportunidades de reutilización (ejemplo: motores de equipos médicos en desuso para prácticas de automatización).

## **3. Adaptación tecnológica**

**Objetivo:** Rediseñar equipos existentes o desarrollar prototipos didácticos que simulen procesos industriales reales, aplicando innovación frugal.

### **Actividades:**

- **Ingeniería inversa:** Desmontar equipos obsoletos para extraer componentes útiles (ejemplo: convertidores de señal, actuadores).
- **Prototipado modular:** Construir sistemas flexibles (ejemplo: CNC con GRBL y motores reciclados) que permitan múltiples configuraciones.
- **Validación técnica:** Probar los prototipos en situaciones reales (ejemplo: fresado de piezas simples).

### **Principios aplicados:**

- **Simplificación:** Mantener funcionalidad básica reduciendo complejidad (Tabla 1).
- **Sostenibilidad:** Maximizar vida útil mediante mantenimiento preventivo.

### **Resultados esperados:**

- Kit didáctico adaptable (ejemplo: máquina CNC de bajo costo).
- Manual de adaptación tecnológica con guías paso a paso.

#### **4. Desarrollo curricular**

**Objetivo:** Diseñar módulos formativos que integren teoría y práctica, vinculados a problemas reales del contexto industrial cubano.

**Actividades:**

- **Diseño de unidades de aprendizaje:**
  - **Módulo teórico:** Fundamentos de control numérico, energías renovables, etc., vinculados a aplicaciones locales (ejemplo: fabricación de piezas médicas).
  - **Módulo práctico:** Talleres con equipos adaptados (ejemplo: programación de PLCs simulados en software libre).
- **Enfoque pedagógico:** Aprendizaje basado en proyectos (ABP) centrado en resolver desafíos industriales concretos.

**Herramientas:**

- Plataforma LMS (Moodle) para alojar materiales interactivos.
- Rúbricas de evaluación por competencias (adaptadas del modelo de Kirkpatrick).

**Resultados esperados:**

- Plan de estudios modular con 4 ejes:
  1. Operación de equipos adaptados.
  2. Mantenimiento creativo.
  3. Seguridad industrial.
  4. Innovación con recursos limitados.

#### **5. Evaluación continua**

**Objetivo:** Implementar un sistema de monitoreo que mida la efectividad de la plataforma en términos pedagógicos y técnicos.

**Actividades:**

- **Niveles de evaluación (adaptados de Kirkpatrick):**
  - **Reacción:** Encuestas de satisfacción post-taller.
  - **Aprendizaje:** Pruebas prácticas (ejemplo: resolver fallas en equipos simulados).

- **Transferencia:** Seguimiento a egresados en empresas (ejemplo: aplicabilidad de soluciones aprendidas).
- **Impacto:** Indicadores de contribución al desarrollo local (ejemplo: reducción de costos en mantenimiento industrial).
- **Ajustes iterativos:** Retroalimentación trimestral con docentes y empresas para mejorar la plataforma.

#### **Resultados esperados:**

- Informe anual de impacto con recomendaciones para escalar el modelo.

#### **Integración transversal**

Para garantizar la sostenibilidad de la plataforma, se propone:

- **Red de colaboración:** Alianzas con empresas para donación de equipos y co-diseño de soluciones.
- **Formación de docentes:** Capacitación en adaptación tecnológica y pedagogía crítica.
- **Documentación abierta:** Publicar diseños y resultados en repositorios de acceso libre.

Esta metodología ampliada asegura una implementación contextualizada, replicable en otros entornos con restricciones materiales, y alineada con los principios teóricos del documento original (constructivismo social, innovación frugal y mediación instrumental).

#### **CONCLUSIONES**

Este estudio demuestra que la formación en tecnologías industriales en contextos con recursos limitados no solo es viable, sino que puede ser altamente efectiva cuando se basa en principios pedagógicos sólidos y estrategias de adaptación creativa. La integración del constructivismo social, el enfoque de capacidades tecnológicas y la mediación instrumental proporciona un marco teórico robusto para diseñar plataformas didácticas que trascienden las limitaciones materiales. La experiencia cubana evidencia que la reutilización inteligente de equipos obsoletos, combinada con tecnologías abiertas y un currículo centrado en problemas reales, puede generar competencias técnicas tan valiosas como las desarrolladas con equipos avanzados. Además, el modelo de evaluación propuesto, adaptado a entornos frugales, permite medir no solo la adquisición de conocimientos, sino también la capacidad innovadora de los estudiantes ante restricciones. Estos hallazgos sugieren que el éxito de la

educación técnica en condiciones adversas depende de la articulación entre teoría pedagógica, flexibilidad tecnológica y vinculación con las necesidades industriales locales, ofreciendo así un camino replicable para otros contextos con desafíos similares.

## REFERENCIAS

- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Holt, Rinehart & Winston.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). *Technological accumulation and industrial growth: Contrasts between developed and developing countries*. *Industrial and Corporate Change*, 2 (2), 157–210. <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>
- Bianchi, G., & Labory, S. (2021). Frugal innovation in technological and institutional infrastructures: Evidence from the global south. *Technological Forecasting and Social Change*, 170, 120890. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120890>
- Hodson, H., & Kuchma, I. (2022). Open hardware in education: A systematic review of empirical studies (2017–2021). *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19 (1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00323-z>
- Kirkpatrick, D. (1994). *Evaluating Training Programs*. Berrett-Koehler.
- Pearce, J. (2012). *Open-Source Lab: How to Build Your Own Hardware and Reduce Research Costs*. Elsevier.
- Prahalad, C.K. (2012). *The Fortune at the Bottom of the Pyramid*. Pearson.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Schumacher, E.F. (1973). *Small Is Beautiful: Economics as if People Mattered*. Harper & Row.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wagner, C., & Alakavuklar, O. N. (2020). Capability approaches in technology-enhanced higher education: A systematic literature review. *Higher Education*, 79 (5), 903–922. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00448-7>
- Zidny, R., Sjöström, J., & Eilks, I. (2023). Incorporating indigenous knowledge into science education: A systematic review (2018–2022). *Cultural Studies of Science Education*, 18 (2), 435–461. <https://doi.org/10.1007/s11422-023-10176-1>

## Anexo 1. Entrevista breve para detección de necesidades técnicas en empresas

(Duración: 15-20 minutos | Contexto cubano)

## I. DATOS GENERALES

1. **Nombre de la empresa/institución:**

2. **Sector principal:**

Manufactura  Agroindustrial  Energía  Biomédico  Otro: \_\_\_\_\_

3. **Equipos tecnológicos principales que utilizan:**

\_\_\_\_\_

—

**II. NECESIDADES DE FORMACIÓN** (Escala de prioridad: 1=Muy baja, 2=media, 3=Muy alta)

Competencia	Prioridad	Observaciones
Mantenimiento básico de equipos		
Adaptación tecnológica con recursos limitados		
Operación de equipos especializados*		
Seguridad en manejo de tecnología		

Para sector biomédico: especificar si es mantenimiento de equipos médicos, calibración, etc.

### **Pregunta clave:**

Mencione dos habilidades técnicas prioritarias para su personal según su contexto operativo actual.

## III. DESAFÍOS TÉCNICOS

4. **Principales limitaciones que enfrentan**

- Falta de piezas de repuesto
- Equipos obsoletos
- Escasa capacitación técnica
- Altos costos de mantenimiento
- Otro: \_\_\_\_\_

5. **¿Han realizado adaptaciones a sus equipos?**

- Sí (ejemplo: \_\_\_\_\_)
- No

## IV. VINCULACIÓN EDUCATIVA

6. **Interés en colaborar con instituciones técnicas para:**

- Capacitación de personal
- Prácticas estudiantiles
- Donación de equipos en desuso
- Co-diseño de soluciones técnicas

## V. PREGUNTA FINAL ABIERTA

¿Qué características consideraría esenciales en una plataforma de formación técnica que responda a las realidades de su sector?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_