

**ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA DISMINUIR EL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA OBSOLEScente**

## DISMINUCIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE LA TECNOLOGÍA OBSOLEScente

AUTORES: Omar Mar Cornelio<sup>1</sup>  
Pedro M. Puig Díaz<sup>2</sup>  
Bárbara Bron Fonseca<sup>3</sup>

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: [omarmar@uci.cu](mailto:omarmar@uci.cu)

Fecha de recepción: 19-03-2017

Fecha de aceptación: 24-05-2017

## RESUMEN

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han representado una nueva forma de gestionar los procesos cotidianos en la vida práctica de las personas, de este modo cada vez son más las exigencias del hombre para las tecnologías, disminuyendo significativamente el tiempo de utilización de los medios causando el fenómeno denominado como la obsolescencia tecnológica, elemento que impacta directamente en el medio ambiente a través de los basureros, el escape de partículas hacia los mares, entre otros efectos. En Cuba, se realizan numerosos esfuerzos para disminuir el impacto en la ecología para lo cual se ha trazado un programa de reciclaje mediante la Empresa de Materias Primas. Sin embargo, existen componentes que por su naturaleza de construcción o composición, no son posibles reciclar con las herramientas que posee en la actualidad el país y son contratadas empresas extranjeras para realizar dicha función, aspecto que se encuentra limitado por el bloqueo económico. La presente investigación describe una solución a la problemática planteada mediante la confección de una propuesta metodológica encaminada a la reutilización tecnológica. Se toma como campo de acción la asignatura Arquitectura de Computadoras impartida en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas, se propone un conjunto de actividades para su distribución en los contenidos de la asignatura que permitan fomentar hábitos y habilidades para la reutilización tecnológica.

**PALABRAS CLAVE:** reciclaje; reutilización tecnológica; basura electrónica.

---

<sup>1</sup> Licenciado en Educación en la Especialidad de Informática, Máster en Informática Aplicada, Profesor Asistente, Departamento de Programación. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup> Ingeniero en Ciencias Informáticas, Profesor Instructor, Departamento de Programación. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba.

<sup>3</sup> Ingeniera en Ciencias Informáticas, Profesora Instructora, Departamento de Programación. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana, Cuba.

## **METHODOLOGICAL STRATEGY TO REDUCE THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF OBSOLESCENT TECHNOLOGY**

### **ABSTRACT**

The development of Information Technology and Communication (ICT) represented a new way to manage processes in practice everyday lives of people, thus increasing number of man demands for technologies significantly reducing the time utilization of the means causing the phenomenon known as technological obsolescence, element directly impacts the environment through landfills, exhaust particles into the seas, among other effects. In Cuba, numerous efforts are made to reduce the impact on ecology for which it has set up a recycling program by Commodity Company. However, there are components which by nature of construction and composition are not possible recycling with the tools that currently owns the country and foreign companies are contracted to perform that function, something that is limited by the economic blockade. This paper describes a solution to the problems posed by producing a methodological proposal to reuse technology. Is taken as the subject scope given Architecture Computers in Engineering in Computer Science, a set of activities is proposed for distribution in the contents of the subject, thereby promoting habits and skills for technology reuse.

**KEYWORDS:** recycling; reuse technology; electronic waste.

### **INTRODUCCIÓN**

Un elemento al que se le ha concedido vital importancia en los últimos años, ha sido la introducción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), lo que ha marcado nuevas formas de materializar el mundo. El ciberespacio gana terreno en el quehacer cotidiano y muchas tareas que hasta la fecha requerían de grandes infraestructuras, recursos humanos y materiales para su ejecución, hoy son posibles bajo la influencia de los novedosos sistemas tecnológicos introducidos en la sociedad.

Si bien es cierto que las novedosas técnicas pueden representar la base de una sociedad moderna donde es posible alcanzar de modo correcto, preciso y satisfactorio objetivos prácticos las personas imponen nuevos retos a las tecnologías existentes hasta llegar al punto donde no es posible suplir las necesidades humanas, de esta forma nace la obsolescencia tecnológica. La obsolescencia es la caída en desuso de máquinas, equipos y tecnologías motivada no por un mal funcionamiento de los mismos, sino por un insuficiente desempeño de sus funciones en comparación con las exigencias actuales (Hidalgo, 2010).

La obsolescencia provoca que muchos equipos pasen en tiempos relativamente pequeños a la basura creando lo que se denomina basura

tecnológica. Un informe del Programa de Naciones Unidas para el medio ambiente informa que en la actualidad se generan entre 40 y 50 millones de toneladas de basura electrónica al año (UNESCO, 2010), se calcula que el volumen de la chatarra electrónica está creciendo entre un 16% y un 28% cada cinco años (Martínez, 2008). El creciente volumen de chatarra convierte a este desperdicio en el de mayor crecimiento en los últimos años (Duery, 2007).

La Tabla 1, muestra un estudio sobre la composición de los residuos tecnológicos (Román & Moguer, 2006).

Tabla 1. Composición de los residuos tecnológicos.

Tipo de desecho	Composición
1. Metales Ferrosos	39.1 %
2. Metales no Ferrosos (Al, Cu, Au, Ag.)	21.0 %
3. Plásticos	14.2 %
4. Vidrio de monitores/TV	13.4 %
5. Materiales mixtos con Plásticos	5.8 %
6. Cables	2.2 %
7. Tablillas Circuitos Impresos	1.9 %
8. Otros	1.6 %
9. Fracción Materiales Peligrosos	0.8 %

Tomando como base el volumen y tipos de desechos generados como basura tecnológica y las insuficientes medidas tomadas por los diferentes países agravándose por su exponencial crecimiento. El medio ambiente sufre el impacto de la tecnología desechada por el hombre constituyendo un problema social.

#### *Ejemplos del impacto medioambiental de la basura tecnológica*

Por diversos motivos que parten desde la accidentalidad hasta la intencionalidad, son vertidos al mar gran cúmulo de residuo y por desgracia, es el océano quien se encarga de hacer ver de forma dramática el abuso en la fabricación de materiales de plástico (que escaparon al reciclado) con el que se ha castigado al planeta durante los últimos 70 años (Bertheau, 2011). Es difícil tener una idea de su volumen, pero en el Océano Pacífico, en algún lugar entre San Francisco y Hawaii, existe una enorme isla de basura de un tamaño superior al de Francia, España y Portugal.

Los expertos se refieren a ella como "gran mancha de basura del Pacífico", aunque algunos, más efectistas, prefieren llamarla "el séptimo continente". La Figura 1, visualiza una imagen tomada por investigadores en un área del basurero.



Figura 1: Imagen tomada en la mancha de basura en el Océano Pacífico. Disponible en: <http://www.kienyke.com/historias/un-continente-de-basura-seis-veces-mas-grande-que-francia/>

Según los datos aportados por el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNEE), esta agrupación de residuos flotantes de origen humano posee objetos de todo tipo escapados de las cloacas y millones de residuos y pequeñas partículas de plástico, mide 22.200 kilómetros de circunferencia, lo que arroja una superficie de 3,4 millones de kilómetros cuadrados (Cubadebate, 2012b).

#### *Materiales pesados y su efecto en la salud y el medio ambiente*

En los equipos electrónicos es posible encontrar metales pesados como Plomo, Cadmio, Selenio y Mercurio. Aunque su volumen representa el 0.8 % de la basura electrónica generada como refiere la tabla 1, impacta directamente en la salud humana generando efectos adversos. A continuación se describen los efectos provocados por metales pesados.

**Plomo:** el óxido de plomo es usado en los monitores de Tubo de Rayos Catódicos (CRT) de computadoras y televisores. Exponerse al plomo causa el deterioro intelectual en niños y daña el sistema nervioso, óseo, sanguíneo y reproductivo en adultos. El plomo en el ambiente se vuelve peligroso cuando sufre su disolución acuosa en presencia de aire. Este contaminante puede llegar a las personas no solo a través del agua sino también por la ingestión de verduras y frutas que han absorbido el plomo del suelo (López, 2008).

**Mercurio:** este elemento se encuentra presente en interruptores de corriente eléctrica, equipos antiguos, relés electromecánicos. Es un metal pesado que es líquido a temperatura ambiente, cuyos vapores al ser aspirados pasan con facilidad del sistema respiratorio al sistema nervioso, tiene como característica que puede ser distribuido globalmente, hasta convertirse en formas hidrosolubles que permiten su vuelta a la tierra con el agua de lluvia (Itigil, 2008). Cuando la intoxicación es severa o por la exposición prolongada se vuelve crónica y se observan daños a las funciones cerebrales, efectos negativos sobre la reproducción, incluso daño al ADN. Al igual que el

plomo, este metal no solo entra al organismo por contacto directo, sino también cuando se ingieren alimentos de origen vegetal, animal o agua contaminada (Taboada, 2009).

Cadmio y Selenio: estos metales se encuentran presentes en los tableros de circuitos. El selenio como rectificador del suministro de energía y el cadmio como parte de los semiconductores.

La intoxicación por cadmio se manifiesta en principio con síntomas de diarreas, dolor de estómago y vómitos. Si la exposición es prolongada aparece debilidad ósea y afectaciones del sistema nervioso, generalmente acompañados de distintos desordenes psicológicos y de la conducta.

Cromo, Cobalto y Manganeseo: estos metales son componentes del acero usados en partes metálicas de los equipos. El Cromo está presente en las aleaciones para conferirles propiedades anticorrosivas y también en ciertos elementos decorativos de los equipos y el Cobalto permite dar fuerza a las estructuras. Tanto cobalto como Manganeseo están presentes para la magnetividad. El Cromo es uno de los metales pesados de mayor toxicidad y puede ingresar al organismo por vía respiratoria, ser ingerido al comer o beber alimentos contaminados o por contacto directo con la piel. Provoca erupciones, malestar de estómago, úlceras, problemas respiratorios, debilitamiento del sistema inmune, daño en riñones e hígado, cáncer de pulmón y en casos severos, la muerte (M. González, 2011).

#### *Reciclaje de la basura tecnológica*

Con el objeto de proteger el ambiente y preservarlo de la contaminación generada por los residuos provenientes de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), existen varios proyectos de ley en América Latina que tratan de reducir la disposición final, promover la reutilización, el reciclado y otras formas de valorización de los mencionados residuos (Paredes, 2012). Siguiendo el ejemplo de muchos actuales proyectos de ley, las futuras regulaciones deberían abordar los siguientes puntos:

- Incorporación del análisis del ciclo de vida en los procesos de diseño y producción de AEE.
- Promoción de la reducción de los residuos generados por los aparatos mencionados.
- Definición del concepto de AEE en oposición al concepto de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- Determinación de excepciones e inclusiones en la legislación.

A nivel regional, el Consejo del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) presentó el Acuerdo sobre Política MERCOSUR de Gestión Ambiental de Residuos Especiales de Generación Universal y Responsabilidad Post-Consumo (Piera, 2010). En él, los ministros de los Estados miembros

reconocen que existe un aumento considerable de transferencia de residuos, principalmente de países desarrollados hacia países en vías de desarrollo, por lo cual es necesario adoptar políticas comunes en materia de residuos y responsabilidad post-consumo de productos, considerando los posibles impactos ambientales, económicos y sociales en la región. Este acuerdo contempla los mismos residuos que el proyecto chileno e incorpora el concepto de responsabilidad extendida del productor (Martínez, 2005).

### *Cuba apuesta al reciclaje*

La industria del reciclaje en Cuba fue creada para recuperar valores por el Guerrillero Heroico, Comandante Ernesto Che Guevara el 7 de noviembre de 1961. La noble y visionaria idea del Ché se concreta cuando la Revolución aún no ha cumplido su tercer aniversario, lo que acrecienta el mérito de emplear talento y esmero en dar vida y sustento a esta industria, en aras de sustituir importaciones de materias primas imprescindibles para la economía del país.

La Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas es la entidad estatal encargada de la recuperación, el procesamiento y la comercialización de desechos reciclables que se generan tanto en el sector residencial como en el estatal (en las esferas productivas, comerciales y de prestación de servicios). Para cumplir este encargo cuenta con más de 7 mil trabajadores organizados en 25 empresas, con representación en todas las provincias y municipios. Recientemente se han incorporado a la actividad recuperadores de desechos reciclables por cuenta propia, que ascienden hoy a más de 5 mil 700.

Las vías que se utilizan para la recuperación de desechos reciclables en el país son:

- Las relaciones contractuales de compra con las entidades estatales, en virtud de la Ley 1288 de 1975, que obliga a todas aquellas personas jurídicas que generan desechos en sus procesos productivos o de prestación de servicios, que no vayan a ser reutilizados por ellos mismos, entregarlos al reciclaje.
- Las casas de compras de materias primas a la población, que conforman una red de 312 establecimientos diseminados por todos los municipios del país y que reciben anualmente más de un millón de vendedores. El único requisito que se exige para realizar la venta de desechos es presentar el carné de identidad. Existe un grupo de productos, cuya recepción se prohíbe por este sistema, como es el caso de: tarugos y laminados nuevos de bronce, cobre y aluminio; tubos de riego por aspersión y sus componentes; piezas de repuesto; rejillas de alcantarillado; cables de cobre telefónico y de fuerza con y sin cubierta; artículos provenientes de los cementerios (cruces, lápidas,

tarjas, estatuas); utensilios, partes y piezas de armamentos y equipos militares en desuso; radiadores y condensadores de aluminio industriales; retortas y escorias; virutas y limallas; dross de zinc; chatarra proveniente del desmantelamiento de aviones, barcos y equipos ferroviarios; chumaceras y pedestales; señales de tránsito; tapas de registros hidráulicos; tapas de hidrantes; campanas de iglesias; partes de monumentos; motores y cajas de velocidad de vehículos automotores; piezas procedentes e centrales azucareros; zapatas de frenos de locomotoras y vagones de ferrocarril; patrones de pesas; contrapesos de montacargas; tejas de estera de acero al manganeso; bancas de parques; perfiles y crucetas de las torres eléctricas; y elementos, partes y piezas que conforman la vía del ferrocarril. Esta prohibición tiene el objetivo de evitar el vandalismo contra productos que cumplen una función económica o social.

- El Movimiento pioneril Recuperadores del Futuro, que implica a las nuevas generaciones en la importancia económica y medioambiental de esta actividad.
- Los minifestivales de recogida de materias primas a través de los CDR en fechas señaladas y organizados previamente de conjunto con esta organización.

Se reciclan actualmente alrededor de 430 mil toneladas de desechos cada año, de los cuales el 35% proviene del sector estatal, el 64% de las casas de compras a la población y el 1% se aporta por los senderistas y los pioneros.

Dentro de los productos que se reciclan se encuentran más de 300 mil toneladas anuales de chatarra ferrosa, cuyo destino son las acerías, para la producción de acero líquido y sus derivados. El precio de esta materia prima en el mercado internacional es de 400 USD/ tonelada, lo que significa que este suministro sustituye importaciones ascendentes a 120 millones de USD anuales.

También comercializan chatarras no ferrosas como cobre, bronce, acero inoxidable, plomo, aluminio, tanto a industrias nacionales como para la exportación, concepto por el cual se ingresan anualmente más de 50 millones de dólares.

Desechos no metálicos como el papel y el cartón se suministran a las papeleras y otras industrias para la producción de libretas escolares, papel sanitario, bandejas de huevo, tejas para viviendas, entre otros. El costo de una tonelada de este producto está en el orden de los 200 USD en el mercado internacional. El reciclaje de 37 mil toneladas de este producto representa más de 7 millones de dólares de ahorro (Cubadebate, 2012a).

De forma similar ocurre con los envases textiles, imprescindibles para el programa alimentario, los envases de cristal que ascienden anualmente a más de 75 millones de unidades en sus diferentes surtidos.

### *El bloqueo económico y su impacto en la basura tecnológica cubana*

Existe un grupo de desechos que por su complejidad, Cuba no posee la Tecnología necesaria para su tratamiento siendo necesario contratar empresas externas. Una vez más se pone de manifiesto el poder hegemónico de la superpotencia donde hasta la chatarra electrónica es bloqueada.

Una empresa radicada en California que se dedica a reciclar metales y componentes electrónicos aceptó pagar una multa de \$44 mil dólares por haber hecho negocios con Cuba, en violación del férreo bloqueo impuesto por Washington contra la nación caribeña.

La compañía Tung Tai Group, con oficinas en Burlingam y almacenes en San José, ambas ciudades en ese estado del oeste de EE.UU., se especializa en comprar chatarra para exportarla a China y a otros mercados asiáticos.

Según un comunicado de la Oficina de Control de Bienes Extranjeros (OFAC, por sus siglas en inglés), que se encarga de perseguir todas las transacciones comerciales y financieras cubanas, en agosto de 2010 Tung Tai adquirió chatarra proveniente de la isla.

En julio del año pasado, la OFAC informó que otra compañía, la Great Western Malting Co., de Vancouver, en el estado de Washington, había aceptado pagar \$1,35 millones de dólares de multa por operaciones comerciales no autorizadas con Cuba.

### *Política económica y su impacto medio ambiental*

Por la necesidad que requiere que la ciencia y le medio ambiente convivan en armonía, La república de Cuba en sus Lineamientos para regular la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, dicta el comportamiento a seguir en el área de la ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente para lo cual dedica seis lineamientos (PCC, 2011).

Descripción de los lineamientos que definen la política medio ambiental cubana:

130: La adaptación de las medidas requeridas de reordenamiento funcional y estructural y actualizar los instrumentos jurídicos pertinentes para lograr la gestión integrada y efectiva del Sistema de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente.

133: Sostener y desarrollar investigaciones integrales para proteger, conservar y rehabilitar el medio ambiente y adecuar la política ambiental a las nuevas proyecciones del entorno económico y social. Priorizar estudios encaminados al enfrentamiento al cambio climático y, en general, a la

sostenibilidad del desarrollo del país. Enfatizar la conservación y uso racional de recursos naturales como los suelos, el agua, las playas, la atmósfera, los bosques y la biodiversidad, así como el fomento de la educación ambiental

134: Las entidades económicas en todas las formas de gestión contarán con el marco regulatorio que propicie la introducción sistemática y acelerada de los resultados de la ciencia, la innovación y la tecnología en los procesos productivos y de servicios, teniendo en cuenta las normas de responsabilidad social y medioambiental establecidas.

136: En la actividad agroindustrial, se impulsará en toda la cadena productiva la aplicación de una gestión integrada de ciencia, tecnología, innovación y medio ambiente, orientada al incremento de la producción de alimentos y la salud animal, incluyendo el perfeccionamiento de los servicios a los productores, con reducción de costos, el mayor empleo de componentes e insumos de producción nacional y del aprovechamiento de las capacidades científico-tecnológicas disponibles en el país.

138: Prestar mayor atención en la formación y capacitación continuas del personal técnico y cuadros calificados que respondan y se anticipen al desarrollo científico tecnológico en las principales áreas de la producción y los servicios, así como a la prevención y mitigación de impactos sociales y medioambientales.

139: Definir e impulsar nuevas vías para estimular la creatividad de los colectivos laborales de base y fortalecer su participación en la solución de los problemas tecnológicos de la producción y los servicios y la promoción de formas productivas ambientalmente sostenibles.

#### *Delimitación de la investigación*

En septiembre del 2002 abre sus puertas la Universidad de las Ciencias Informáticas con la misión de formar Ingenieros en Ciencias Informáticas con un perfil técnico dirigido al área de las tecnologías. El modelo de formación se inspira en un parque tecnológico, donde es posible promover la relación universidad empresa incentivando la innovación y facilitando la transferencia de la tecnología desde la universidad a los sectores económicos (Castro, 2004).

La infraestructura tecnológica creada para soportar los procesos Docentes, Productivos e Investigativos agrupa alrededor de 6000 estaciones de trabajos distribuidas en laboratorios, departamentos, oficinas y área residencial.

Para una organización que sustenta sus procesos sobre las novedosas técnicas y tecnologías existentes en el mundo y con un mercado para el desarrollo de productos informáticos amplio y diverso, la actualización tecnológica representa una tarea programada (Mar, Argota, & Santana,

2016). De este modo la obsolescencia de la tecnología representa un contador de tiempo en retroceso.

Por el concepto de renovación tecnológica hasta el 2008, la organización había reciclado 1/6 de la tecnología disponible. Sin embargo:

- No en todos los casos la tecnología estaba fuera de servicio por avería en los componentes que forman parte de la arquitectura de los ordenadores.
- El tratamiento realizado para todos los casos era el despiece y clasificación de los elementos para su reciclaje.

El proceso de reciclaje de los componentes tecnológicos se realiza mediante la Empresa de Recuperación de Materias Primas, siendo esta el destino final de los recursos.

### *Reciclaje o reutilización*

El término reciclaje se ha tratado en apéndices anteriores como la utilización de desperdicios para la fabricación del mismo producto o la elaboración de productos nuevos (González, 2007). Sin embargo es posible realizar otras operaciones que no están vinculadas a los procesos de reciclajes, tales acciones son denominadas como reutilización.

Si se toma como base la definición de tecnología de Núñez Jover como las técnicas industriales de base científica, promovidas por la necesidad de organización industrial (Núñez, 2003). La reutilización tecnológica representaría una forma de evolución tecnológica donde es posible cambiar la misión de un dispositivo que ha caducado moralmente para emplear en funciones inferiores sin la utilización de nuevas inversiones.

Partiendo de la definición planteada por el autor de cambiar la misión a dispositivos que ha caducado moralmente como elemento capaz de impactar en la ética, la ciencia y la tecnología (Arencibia, 2008), se estaría contribuyendo en la gestión económica empresarial con el lineamiento siete que propone lograr que el sistema empresarial del país esté constituido por empresas eficientes. La eficiencia en este sentido estaría sustentada sobre la base de la eliminación de exportaciones, la adquisición de tecnología para incrementar la productividad en áreas del sector empresarial y se obtendría una contribución directa al medio ambiente.

La propuesta presentada por el autor, se ajusta para contextos, donde es posible cambiar el fin de la tecnología obsolescente y siempre que esta no haya perdido sus condiciones técnicas de funcionamiento. Para el caso que el medio tecnológico este averiado o fuera de servicio, el procedimiento recomendable sería la recuperación por la Empresa de Materias Primas.

El grado de generalización que puede tener la propuesta sería innumerable (J. González & Mar, 2015), ya que se puede partir desde un sencillo sistema de control automatizado, hasta el empleo de sistemas de cómputos con bajas prestaciones para el sector empresarial.

Para el desarrollo de la presente investigación se propone como objetivo: elaborar una propuesta metodológica para contribuir con hábitos, habilidades y valores a la reutilización tecnológica desde la asignatura Arquitectura de Computadora disminuyendo el impacto negativo al medio ambiente de las tecnologías de la información obsoletas.

Para la comprensión de la propuesta se plantean las siguientes variables:

Variable dependiente: impacto medioambiental de la tecnología.

Variable independiente: propuesta metodológica para contribuir con hábitos, habilidades y valores a la reutilización tecnológica.

Para la investigación propuesta, donde se posee como variable dependiente el Impacto medioambiental de la tecnología a la que se le quiere incidir directamente con una propuesta metodológica para contribuir con hábitos, habilidades y valores a la reutilización tecnológica. Representa la formalización de un diseño experimental donde se quiere demostrar la correlación de las variables del proceso.

El término "experimento" se refiere a "tomar una acción" y después observar las consecuencias. La esencia de esta concepción es que requiere la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles efectos. La acepción particular, más armónica con un sentido científico del término, se refiere a "un estudio de investigación en el que se manipulan deliberadamente una o más variables independientes (supuestas causas) para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos), dentro de una situación de control para el investigador"(Sampieri, 2006).

Se definen tres tipos de diseños experimentales, Experimentos puro, Cuasiexperimento y Preexperimento

Un experimento puro manipula variables independientes para ver sus efectos sobre variables dependientes en una situación de control. Es necesario que las mediciones que se efectúen al fenómeno de estudio sea fiable para garantizar su validez.

El Cuasiexperimento se utiliza cuando el investigador pretende analizar efectos al mediano y largo plazo o efectos de administrar varias veces el tratamiento experimental, y no cuenta con la posibilidad de asignar al azar a los sujetos a los grupos del experimento.

El preexperimento se llaman así; porque su grado de control es mínimo. Consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después

aplicar una medición en una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas variables.

Sobre la base de las experimentaciones existente, se propone un diseño experimental para medir el índice de contribución a la reutilización tecnológica desde la asignatura de Arquitectura de Computadoras, específicamente se plantea un pre experimento.

## DESARROLLO

La Arquitectura de Computadoras es la asignatura dentro de las Ciencias Informáticas que se encarga del estudio y evolución de las tecnologías para sistemas de cómputos, posee dos temas fundamentales que son elementos de hardware y la codificación de rutinas en lenguaje ensambladores.

La Tabla 2, muestra la distribución que poseen los contenidos de la asignatura por tema donde es posible tener una visión general de las áreas a impactar con la propuesta.

Tabla 2: Dosificación de los contenidos para el curso 2013- 2014

Tema	Semana	Actividad	Tipo		
	1	Arquitectura de los sistemas de cómputo			Medios
		1	C1	Arquitecturas de los sistemas de cómputo modernos	
		2	C2	Procesadores y memoria	
	2	3	CP1	Selección y comparación de componentes	
		4	C3	Chipset. Buses y controladores de Entrada/Salida	
	3	5	L1	Caracterización de placas base y componentes actuales	
		6	C4	Características e interfaces de dispositivos periféricos	
	4	7	C5	Tecnologías de almacenamiento de información	
		8	L2	Componentes discretos del PC	Lab. Hardware
	5	9	L3	Ensamble de componentes discretos del PC	
10		PP1	Primera Prueba Parcial		
	6	Programación del hardware			
		11	C6	BIOS y arranque del sistema. Cargadores de arranque	
		12	C7	Registros y memoria. Ejecución de instrucciones del sistema	
		13	Cp2	Programación en lenguaje ensamblador	
	7	14	L4	Arranque y ejecución de código	
15		C8	Espacio de direcciones y modo		

			protegido	
	16	C9	Configuración del modo protegido	
8	17	CP3	Programación del modo protegido	
	18	CP4	Programación de rutinas en el modo protegido	
	19	L5	Manejo del modo protegido	
9	20	C10	Modos gráficos VGA y VESA	
	21	CP5	Manejo del sistema de video	
10	22	C11	Interrupciones del procesador	
	23	C12	Hardware de Entrada/Salida	
11	24	CP6	Manejo de excepciones e interrupciones	
	25	PP2	Segunda Prueba Parcial	
12	26	C13	Teclado y ratón PS/2	
	27	CP7	Manejo de periféricos PS/2	
13	28	L6	Entrada/salida en el modo protegido	
	29	C14	Temporizador y reloj de tiempo real	
14	30	CP8	Uso de temporización	
	31	C15	Interfaz ATA	
15	32	CP9	Manejo de discos ATA	
	33	L7	Almacenamiento persistente de información	
16	34	T1	Defensa de tarea extraclase	
	35			

Al tomar como referencias los contenidos dosificados, es posible planificar actividades que en su conjunto conformen una propuesta metodológica donde se refuercen objetivos y contenidos con intencionalidad, o lo que es lo mismo que las acciones vayan encaminadas a la formación de valores.

#### *Técnicas aplicadas en la recolección de la información*

Para el diagnóstico del estado actual de fenómeno de estudio, se utilizaron métodos de investigación científica empíricos dentro de los que se encuentran las encuestas, entrevista y observación.

La encuesta se aplicó al conjunto de profesores que imparten la asignatura Arquitectura de Computadoras. Se tomó como población los 28 profesores distribuidos en las siete facultades y fue aplicada a una muestra de 9 profesores para un 32.1 % de representatividad.

La entrevista se aplicó al asesor técnico jefe de la asignatura Arquitectura de Computadoras.

La observación se aplicó un grupo de profesores que imparte la asignatura Arquitectura de Computadoras. Se tomó como población los 28 profesores distribuidos en las siete facultades y fue aplicada a una muestra de 5 profesores para un 21 % de representatividad.

Con la utilización de los métodos declarados y la práctica cotidiana del autor, se pudo evidenciar que en los casos analizados, no se posee una intención desde la asignatura Arquitectura de Computadoras para la reutilización tecnológica.

### *Estructura de la propuesta metodológica*

Paso 1: identificar los temas donde es posible aplicar una propuesta de actividades que contribuya a la reutilización tecnológica.

Paso 2: elaboración la propuesta de ejercicio. En este paso se formula el ejercicio que se quiere sea ejecutado por los estudiantes, se garantiza en el proceso de formulación de la acción.

Paso 3: contenido de la acción. Se contextualiza el objeto de estudio donde se enmarca la acción a ejecutar.

Paso 4: comprensión de la situación. Se analizan las vías de solución, se caracterizan las diferentes alternativas, siendo el principal objetivo determinar la solución más óptima para el caso a resolver.

Paso 5: esclarecimiento de las vías. Se determina el algoritmo a utilizar para la resolución del problema según la conclusión derivada del paso 4.

Paso 6: control y corrección. Se congenian los plazos de entrega así como la forma evaluativa de la acción.

La Tabla 3 presenta la orientación de los ejercicios como propuestas de contribución a la reutilización tecnológica.

Tabla 3: Propuesta de ejercicios que contribuyen a la reutilización tecnológica.

Tema de la Tabla 3 al que se propone la actividad	Materia	Propuesta de acción.	Posible resultado de la acción.
Tema 1	Arquitecturas de los sistemas de cómputo modernos	1. Promover ejercicios que tributen a la caracterización de tecnología contra utilidad o finalidad.	Formación de valores para la reutilización tecnológica según finalidad.
Tema 2	Programación del hardware	1. Promover ejercicios que tributen a la codificación de rutinas en ensamblador para la	Formación de habilidades practica para la reutilización tecnológica de bajas prestaciones en la automatización de problemas prácticos de

		automatización de proceso de la vida cotidiana.	la vida diaria.
--	--	---	-----------------

### *Aplicación de la propuesta metodológica*

La teoría de la actividad de Vigotsky (Vigotsky, 1924), explica el paso de la actividad externa a la actividad interna en la mente del ser humano, Galperin la aplicó de manera novedosa en el proceso de enseñanza - aprendizaje, al desarrollar la metodología de la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM)(Galperín, 1976). Plantea esta metodología que para lograr la asimilación de un conocimiento, los estudiantes deben pasar por determinados momentos de la actividad, conformados por la orientación, la ejecución y el control. La orientación se refiere a tareas del profesor en las que se distinguen: la motivación y la formación de la base orientadora de la acción. La ejecución se refiere esencialmente a las tareas que realizan los estudiantes y en ella se distinguen: la etapa material o materializada, la formación lingüística en la que se distinguen la etapa verbal externa y el lenguaje externo "para sí". Por último se da la etapa de la formación de la acción en el lenguaje interno la cual completa la formación de la acción como un acto puramente mental.

Etapas del proceso de asimilación del conocimiento.

1. Etapa de motivación.
2. Formación de la base orientadora de la acción.
3. Etapa de las acciones externas materiales.
4. Etapa de las acciones en forma de lenguaje.
5. Etapa de la acción mental.

#### *1. Etapa motivacional*

Es una etapa de gran importancia, aunque a veces no se le conceda, a través de ella se pueden obtener muchos logros como aptitudes, intereses, propicia el interés ocupacional y cierta disposición para el contenido a conocer. El alumno no entra en ningún tipo de acción, aquí se prepara al alumno para asimilar los conocimientos. En esta etapa las tareas deben crear una disposición favorable hacia el objeto. Los métodos deben ser problémicos, vinculados a tareas profesionales. Los medios a emplear pueden ser videos, demostraciones experimentales, libro de texto, etc, y las formas de enseñanza pueden ser las conferencias o clases encuentros, donde la tarea docente constituye una guía de estudio (Corona & Fonseca, 2009).

#### *2. Etapa de la base orientadora de la acción (BOA).*

Es el conocimiento de la acción y de las condiciones en que debe realizarla, es donde se le da al alumno el sistema necesario de conocimientos sobre el objeto de estudio (guías), las condiciones necesarias a tener en cuenta, los modelos de las acciones a ejecutar y el orden en que deben ser ejecutadas dichas acciones. En esta etapa no hay ejecución de la acción por parte del estudiante, solo el conocimiento de la acción, por lo que es el momento previo a la ejecución de la misma. Se muestra al alumno el material que tiene que asimilar, profundiza en aquella acción que da solución al problema. Los métodos a emplear son el explicativo, problémico y de elaboración conjunta. Los medios pueden ser diversos, pizarra, diapositivas, retro y se da en la conferencia (Eiriz, 2012).

### *3. Etapa materializada.*

A partir de la tercera etapa se inicia la ejecución de la acción en el plano material o materializado, donde el estudiante realiza la acción y el profesor tiene la posibilidad de controlar su ejecución, así como incidir en su formación y en la corrección o ajuste del aprendizaje que se vaya logrando. Los alumnos tienen que resolver problemas apoyándose en esquemas externos, sobre la base de una guía de estudio.

Todo esto exige contribuir a que los y las estudiantes se apropien de procedimientos y estrategias cognitivas, metacognitivas y motivacionales que permitan producir el saber (más que consumirlo), resolver problemas, aprender a aprender de manera permanente a lo largo de la vida, y en diferentes situaciones y contextos (Abreu, 2011).

### *4. Etapa verbal.*

A partir de este momento, en que ya el alumno domina el esquema de la acción y ha adquirido a su vez los conocimientos necesarios, existen las condiciones para pasar a la etapa de formación en el plano del lenguaje, donde los elementos de la acción deben estar representados en forma verbal (oral o escrita).

Existe una codificación en forma de concepto de la acción material. Los métodos son grupales, por pareja de discusión para la solución creativa de problemas.

El establecimiento de esta teoría constituye aportes en el establecimiento de las características de la acción, las que deben tenerse en cuenta en su formación, pues son indicadores de su calidad, siendo la más importante en el presente trabajo (Campelo, 2003).

### *5. Etapa mental.*

Esta se desarrollará en los encuentros presenciales. En esta etapa el lenguaje es interno, procesado con su respectiva estrategia discursiva, el alumno debe haber interiorizado los contenidos, siendo capaz de

transmitirlos generalizando a nuevos fenómenos, por lo que se transita hacia una independencia absoluta (Aníbal, 2008), (Guillermo & Ramírez, 2009).

La orientación de procedimientos a los estudiantes de este nivel, para el estudio y su actividad independiente, es fundamental para lograr "éxitos en el aprendizaje", y, por consiguiente, un desarrollo intelectual elevado, que les permita aprehender los conocimientos, desarrollar habilidades y que se formen en estos valores.

La Tabla 4: visualiza una propuesta de ejercicio donde se proponen acciones para fomentar hábitos, valores y creación de habilidades para la reutilización tecnológica, transitando por las fases de la orientación.

Tabla 4: Propuesta de ejercicios

Ejercicio	Tema	Comprensión de la situación	Esclarecimiento de las vías	Control y corrección.
1. Tomando como referencia la evolución de los microprocesadores, identifique donde es posible reutilizar cada generación de microprocesadores en la vida práctica.	1. Arquitecturas de los sistemas de cómputo modernos	1. Caracterizar cada generación de microprocesadores 2. Identificar prestaciones de los microprocesadores contra finalidad. 3. Identificar uso racional de los microprocesadores	1. Determinar los saltos evolutivos. 2. Proponer uso racional de los microprocesadores.	1. Establecer el cronograma de entrega. 2. Establecer la forma de evaluación.
2. Elabore un programa en lenguaje ensamblador que haciendo uso de las interrupciones del microprocesador permita implementar un sistema de alarma para instalaciones comerciales.	1. Programación del hardware	1. Caracterizar un sistema de alarma comercial 2. proponer una estructura funcional del sistema propuesto. 3. identificar las interrupciones a codificar.	1. Determinar los algoritmos posibles a utilizar. 2. Seleccionar el algoritmo más adecuado para la secuencia. 3. Implementar la solución.	1. Establecer el cronograma de entrega. 2. Establecer la forma de evaluación.

3. Elabore un programa en lenguaje ensamblador que haciendo uso de las interrupciones del microprocesador permita activar o desactivar un micro controlador del movimiento de un robot.	1. Programación del hardware	1. Caracterizar los sistemas de micro interruptores 2. proponer una estructura funcional del sistema propuesto. 3. identificar las interrupciones a codificar.	1. Determinar los algoritmos posibles a utilizar. 2. Seleccionar el algoritmo más adecuado para la secuencia. 3. Implementar la solución.	1. Establecer el cronograma de entrega. 2. Establecer la forma de evaluación.
4. Elabore un programa en lenguaje ensamblador que haciendo uso de las interrupciones del microprocesador implemente un laboratorio virtual para la enseñanza de movimientos aplicada en física de secundaria básica	1. Programación del hardware	1. Caracterizar los tipos de movimiento a implementar 2. proponer una estructura funcional del sistema propuesto. 3. identificar las salidas a implementar.	1. Determinar los algoritmos posibles a utilizar. 2. Seleccionar el algoritmo más adecuado para la secuencia. 3. Implementar la solución.	1. Establecer el cronograma de entrega. 2. Establecer la forma de evaluación.

## CONCLUSIONES

Con la utilización de métodos empíricos como encuesta, entrevistas y observación, se pudo evidenciar que en la asignatura Arquitectura de Computadora no se poseen acciones intencionadas hacia la reutilización tecnológica.

Con la elaboración de una propuesta metodológica desde la asignatura de Arquitectura de Computadora es posible fomentar hábitos, habilidades y valores en funciones de la reutilización tecnológica contribuyendo a disminuir el impacto medioambiental de la basura tecnológica.

Con la introducción de la propuesta en el modelo de gestión económica empresarial, se contribuye al ahorro de recursos materiales, sustituyendo importaciones por el concepto de reutilización tecnológica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, J. (2011). Formación docente del estomatólogo en medicina natural tradicional desde la interdisciplinariedad. *Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas*.
- Aníbal, J. (2008). La competencia del docente para la interacción educativa. de la pedagogía de la información a la de la formación. Retrieved 20 de septiembre del 2015, from <http://porunaeducaciondecalidad.org>
- Arencibia, M. (2008). ÉTICA ENTRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: REPENSANDO LOS ASPECTOS SOCIALES DE LA INFORMÁTICA. *Universidad 2008*.
- Bertheau, A. (2011). Desarrollo tecnológico, impacto sobre el medio ambiente y la salud Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. *Vol.49, No.2*, pp 308-319.
- Campelo, J. (2003). Un Modelo Didáctico para Enseñanza Aprendizaje de la Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol.25(No.1)*.
- Castro, F. (2004). Ciencia Tecnología y Sociedad: Hacia un desarrollo sostenible en la era de la Globalización. *Editorial Científica*.
- Corona, L., & Fonseca, M. (2009). Aspectos didácticos acerca de las habilidades como contenido de aprendizaje. *MediSur, Vol.7(No.3)*.
- Cubadebate. (2012a). Cuba apuesta al reciclaje. Retrieved from: <http://www.cubadebate.cu/especiales/2013/06/27/cuba-apuesta-al-reciclaje/>
- Cubadebate. (2012b). Detectan gran isla de basura en el Océano Pacífico. Retrieved from: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2012/04/20/detectan-gran-isla-de-basura-en-el-oceano-pacifico/>
- Duery, A. (2007). La basura electrónica crece el triple que la domiciliaria. *El Mercurio de Chile*.
- Eiriz, O. (2012). Modelo didáctico para la elaboración del guión del software educativo en la Licenciatura en educación. *Informática, Vol.10(No.2)*.
- Galperín, P. (1976). *Teoría de la formación por etapas de las acciones mentales*.
- González, T. (2007). Reciclaje: para la protección del ambiente y para la protección del ambiente y los recursos naturales los recursos naturales. Retrieved from: <http://www.uprm.edu/taubetapi/library/docs/Presentacion%20Charla%20de%20Reciclaje.pdf>
- González, J., & Mar, O. (2015). Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación. *Publicaciones, Vol.8(No.1)*, 1-14.
- González, M. (2011). Mirada contextual a los nexos entre las auditorías de información y las auditorías de conocimiento. *Ciencias de la Información, Vol.42(No.1)*, pp. 31 - 37.
- Guillermo, M., & Ramírez, I. (2009). Estrategia que favorece la comprensión de problemas y la planificación de su resolución, durante la enseñanza de la Física. *Phys. Educ, Vol. 3(No. 1)*.
- Hidalgo, A. (2010). La basura electrónica y la contaminación ambiental. *enfoque, Vol.1*, 46-61
- Itigil. (2008). Mercurio: Cartilla de Información. *Buenos Aires*.
- López, M. (2008). E-scrap: El impacto de la tecnología sobre el medio ambiente. Retrieved from: <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT04.pdf>
- Mar, O., Argota, L., & Santana, I. (2016). Módulo para la evaluación de competencias a través de un Sistema de Laboratorios a Distancias. *RCCE, Vol.10(No.2)*, 132-147.
- Martínez, R. (2005). Estadísticas del medio ambiente en América Latina y el Caribe: avances y perspectivas. *CEPAL*.
- Martínez, R. (2008). A China la basura electrónica. *El Nuevo Día de Puerto Rico*.
- Núñez, J. (2003). La ciencia y la tecnología como procesos sociales. *Editorial Felix Varela. La Habana*.

Paredes, D. (2012). LA RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR COMO ELEMENTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA TECNOLÓGICA. *Revista NEJ - Eletrônica*, Vol. 17(No.1), pp. 101-112.

PCC. (2011). Política Económica y Social del Partido y la Revolución. *Granma 2011*. Retrieved from: <http://www.gramma.cubaweb.cu/secciones/6to-congreso-pcc/Folleto%20Lineamientos%20VI%20Cong.pdf>

Piera, L. (2010). Los residuos electrónicos: un desafío para la sociedad del conocimiento en América latina y el caribe. *UNESCO*.

Román, G., & Moguer, J. (2006). DIAGNÓSTICO DE DESECHOS ELECTRÓNICOS EN MÉXICO. . *2º Foro de Investigación sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes en México*.

Sampieri, R. (2006). Metodología de la Investigación segunda edición. *México*, 136 p.

Taboada, G. (2009). La tecnología de plasma y residuos sólidos. . *Ingeniería*, Vol13(No2), pp 51-56.

UNESCO. (2010). Los residuos electrónicos: Un desafío para la sociedad del conocimiento en América Latina y el Caribe.

Vigotsky. (1924). El método de investigación reflexológica y psicológica. Retrieved 20 de septiembre 2015, from <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-temprana/vygotsky.pdf>