



Programación verde en el software

Green programming in the software

doi <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v7.n1.2023.419>

Recibido: 6/03/2021

Aceptado: 22/12/2022

Publicado: 28/02/2023

Alberto Felipe Anchundia Padilla¹

 <https://orcid.org/0000-0002-8203-1307>

Edison Steven Barzola Ávila¹

 <https://orcid.org/0000-0001-5377-0912>

Renzo Alexander Tomala Solórzano¹

 <https://orcid.org/0009-0006-4979-4050>

1. Universidad Estatal del Sur de Manabí; Jipijapa, Ecuador.

Volumen: 7

Número: 1

Año: 2023

Paginación: 187-196

URL: <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/419>

***Correspondencia autor:** anchundia-alberto9304@unesum.edu.ec

RESUMEN

La Tecnología Verde se describe al uso eficaz de los recursos computacionales empujando el daño ambiental, extendiendo su posibilidad económica y afirmando necesidades sociales. Esta de tal manera tan bien se puede definir como un conjunto de métodos que reducen el impacto informático sobre el medio ambiente, de tal manera que se considere el reciclaje de los tantos componentes utilizados para así darle a otras personas la posibilidad de que continúen obteniendo el provecho de esta tecnología. Esta no sólo identifica a las principales consumidoras de energía y fabricantes de desperdicios ambientales, sino que esta le ofrece el desarrollo de productos informáticos ecológicos y de tal manera promueve el reciclaje computacional. En cuanto al software verde, en 1992, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. puso en camino Energy Star, un programa de etiquetado voluntario para originar y registrar la eficacia energética en los ordenadores, unidades de vigilancia climática, y otros métodos tecnológicos. En cuanto a Algunas de las tecnologías catalogadas como verdes debido a que apoyan a la reducción en el consumo de energía o emisión de dióxido de carbono son computación en nube, computación grid, virtualización en centros de datos y teletrabajo. La existencia del software verde depende, claramente, de donde arranca la energía utilizada en los equipos donde el mismo se desarrolla y usa. Esto se trata de un área en la cual no siempre es fácil trabajar, primor dial mente por el impacto de los ordenadores y los servidores en los puntos del medio ambiente para la alimentación de los equipos.

Palabras clave: Económica, Componentes, Ordenadores, Protección, Tecnologías.

ABSTRACT

Green Technologies is described as the efficient use of computational resources belittling environmental damage, expanding its economic possibility and affirming social needs. This in such a way can be defined as a set of methods that reduce the computing impact on the environment, in such a way that the recycling of the many components used is considered in order to give other people the possibility of continuing to obtain the take advantage of this technology. It not only identifies the main energy consumers and manufacturers of environmental waste, but it offers you the development of green computer products and in such a way promotes computer recycling. As for green software, in 1992, the US Environmental Protection Agency launched Energy Star, a voluntary labeling program to originate and record energy efficiency in computers, climate monitoring units, and other technological methods. As for Some of the technologies classified as green because they support the reduction in energy consumption or carbon dioxide emissions are cloud computing, grid computing, virtualization in data centers and teleworking. The existence of green software clearly depends on where the energy used in the equipment where it is developed and used starts from. This is an area in which it is not always easy to work, primarily due to the impact of computers and servers at points in the environment for powering the equipment.

Keywords: Economic, Components, Computers, Protection, Technologies.



Creative Commons Attribution 4.0
International (CC BY 4.0)

Introducción

La responsabilidad ambiental es la última cosa en la que pensamos al momento de desarrollar un sistema, pero este hecho no nos aparta de que podemos asumir la responsabilidad de producir código fuente amigable para el medio ambiente. El concepto de Green Computing aparece con la necesidad de abordar una gran cantidad de problemas relacionados con las políticas de la industria de las tecnologías de la información con respecto a su soporte e impacto en el medio ambiente. En el 2006, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) estimó que los centros de datos duplicaron el consumo en 1,5% del total de electricidad de los EE.UU con respecto al año 2000. Con este crecimiento, el Departamento de Energía cree que hoy en día los centros de datos pueden representar hasta un 3% del total del consumo de electricidad en los EE.UU. Las empresas son conscientes de este nivel de consumo de electricidad, que tiene un costo tanto en términos financieros como ambientales. (Álvarez, 2012)

La programación verde o Green Computing consiste en el estudio y la práctica del diseño, desarrollo, implementación y desecho de la infraestructura de TI de un modo eficaz y eficiente, con el propósito de reducir o nulificar un impacto en el medio ambiente y al mismo tiempo reducir costos operativos. En cuanto a software verde, refiere a la tecnología ecológicamente sostenible, estos conceptos se relacionan para crear una iniciativa que podría traer grandes beneficios tanto en el campo de la informática y desarrollo de sistemas, así como también en el medio ambiente.

En este trabajo de investigación se refieren varios conceptos, términos e ideas relacionadas con esta temática, con el propósito de despertar el interés del público y lograr concientizar y posibilitar aplicar este método en el mayor número posible de instituciones o empresas interesadas.

Desarrollo

Tecnología Verde

La tecnología de la información juega un papel cada vez más importante en la sociedad, por lo que es más importante minimizar el impacto medioambiental negativo de la producción y el uso de los equipos de TI. Al mismo tiempo, la TI tiene un gran potencial para reducir el impacto medioambiental negativo de otras actividades de la sociedad. Así pues, la TI es, por dos razones distintas, fundamental en los esfuerzos para contrarrestar el calentamiento global y otros problemas medioambientales.

El hecho de programar cualquier software supone, en primer lugar, el uso de electricidad, y cuanto mayor sea el peso, más energía se gastará y, por tanto, generará una mayor huella de carbono e impacto en el medio ambiente. Al comprobar esto, el programador Danny van Kooten tuvo la idea de reducir las líneas de código como aportación a la lucha contra el cambio climático, dentro del sector de la tecnología. Según sus estimaciones, esta modificación podría “reducir mensualmente las emisiones de CO2 en 59 toneladas, lo mismo que dejar de conducir mi coche unos 421000 kilómetros”. (RAMOS, 2020)

Como afirma Danny van Kooten, “todo elemento que consuma electricidad es un problema para el medio ambiente, y si una página puede consumir una cantidad menor de energía mientras se mantiene su funcionalidad, siempre será positivo”. (RAMOS, 2020)

Objetivos de las Tecnologías verdes

Sostenibilidad

Satisfacer las necesidades presentes de la sociedad, sin comprometer los recursos de las generaciones posteriores y que las soluciones aportadas, puedan continuar siendo aplicables de manera indefinida en el tiempo.

Ciclo completo

El diseño de las tecnologías verdes debe tener en cuenta todo el proceso de la vida útil del producto creado, de la cuna a la tumba, como se dice en la jerga científica, de forma que sea completamente recuperado o reutilizado.

Reducción

Los productos de la tecnología verde deben tender a que haya un cambio en el consumo, que apunte a la reducción de los desperdicios, del consumo energético y de la contaminación. Además, estas reducciones deben ser parte de la premisa de creación, producción, transporte y destino final.

Innovación

Desarrollar elementos, materiales o prácticas, que sean originales y novedosas o darle nuevos usos a las que ya existen, siempre teniendo como objetivo principal, el beneficio del ser humano sin que ello vaya en detrimento del Medio Ambiente.

Viabilidad

Los productos de las tecnologías verdes deben ser capaces de introducirse en el medio económico, acelerando su implementación con metodologías adecuadas y buscando que sus beneficios no solo sean de índole monetaria, sino que no tengan efectos dañinos secundarios. (ecoticias.com, 2017)

Green Computing y Programación Verde

El concepto de Green Computing e Informática Verde aparecen con la necesidad de abordar los problemas relacionados con las políticas de la industria de TI con respecto a su sostenibilidad e impacto en el medio ambiente.

La también llamada Green IT o ICT Sustainability, es esencialmente el estudio y la práctica del uso eficiente y ambientalmente sostenible de computadoras y recursos relacionados.

Green Computing Initiative (responsable de los estándares de la industria) da una definición más completa para Eco-Friendly Green Computing. Siendo esta el estudio y la práctica del diseño, desarrollo, implementación, utilización y desecho de la infraestructura de TI de manera eficiente y efectiva con bajo o nulo impacto en el medio ambiente al tiempo que reduce los costos operativos. Combina una amplia variedad de aspectos de toda la informática y también tiene efectos prácticos para otros campos e industrias relacionadas. (Software, 2020)

La tecnología verde se puede definir como un conjunto de métodos que reducen el impacto informático sobre el medio ambiente e incluso se considere el reciclaje de muchos de los componentes utilizados en estos procesos permitiendo que otras personas continúen obteniendo provecho de estas tecnologías. Estas tecnologías están diseñadas para reducir costos y reutilizar código en el software para el comportamiento y a las técnicas que garantizan que una parte o la totalidad de un programa informático existente se puedan emplear en la construcción de otro programa. De esta forma se aprovecha el trabajo anterior, se economiza tiempo, y se reduce la redundancia.

Este es uno de los campos donde mayores innovaciones se presenten, cuyas aplicaciones traerán cambios muy significativos en la vida cotidiana de las personas y que ello sucederá en todo el mundo.

La mayoría de los estudios y controles regulatorios se enfocan en las mediciones, análisis y control del consumo de energía ligado con el hardware. Sin embargo, los sistemas de hardware son controlados por componentes de software. Aunque los sistemas de software no consumen energía directamente, afectan la utilización del hardware, lo cual

conduce a un consumo de energía indirecto. De todas formas es importante el desarrollar software que posea un consumo de energía optimizado. El dominio de investigación en ingeniería de software le ha comenzado a prestar atención a la sustentabilidad, tal como lo demuestra el creciente número de publicaciones, estudios empíricos y conferencias en tal tópico.

La TI verde apunta hacia el impacto ambiental mínimo desde el diseño hasta la producción y hacia el uso de las computadoras, servidores, monitores impresoras, dispositivos de almacenamiento y sistemas de redes y comunicaciones. Se enfoca en la eficiencia de productos y procesos, en términos de la sostenibilidad ambiental, así como en aplicar la TI para crear prácticas de TI y procesos de negocios en ambientes sustentables y energéticos eficientes, que soporten, asistan y mejoren otras iniciativas ambientales y ayuden a crear una conciencia verde.

De la misma forma que la TI verde, el software verde busca reducir el impacto ambiental del software en sí mismo. El software verde es una característica emergente de calidad de software. Las empresas de software están comenzando a confrontar el conflicto entre ser todo lo amigables posible con el ambiente con las presiones de los clientes por nuevos requerimientos funcionales y alta calidad. De esta forma los sistemas de software también pueden jugar un rol proactivo en el ahorro de energía al proporcionar realimentación sobre las formas en que los recursos consumen energía, e, idealmente conducir a la gente a cambiar sus hábitos y crear procesos verdes. (Bene, 2016)

Orígenes del software verde

En cuanto al software verde, en 1992, la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. puso en marcha Energy Star, un programa de etiquetado voluntario diseñado para promover y reconocer la eficiencia energética en los monitores, equipos de control climá-

tico, y otras tecnologías. Esto dio lugar a la adopción generalizada del modo de reposo entre la electrónica de consumo. El término «computación verde» fue acuñado poco después de que el programa Energy Star comenzó. Hay varias publicaciones de Usenet que datan de 1992, que utilizan el término de esta manera. Al mismo tiempo, la organización sueca TCO Development puso en marcha el programa de certificación TCO para fomentar la reducción de las emisiones magnéticas y eléctricas de las pantallas de los ordenadores CRT.

Este programa se amplió posteriormente para incluir criterios sobre el consumo de energía, la ergonomía y el uso de materiales peligrosos en la construcción.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) ha publicado un estudio de más de 90 iniciativas gubernamentales y de la industria sobre la información y tecnología de la comunicación, el medio ambiente y el cambio climático. El informe concluye que las iniciativas tienden a concentrarse en la tecnología informática verde y no en su aplicación efectiva para enfrentar el calentamiento global y la degradación del medio ambiente. En general, sólo el 20% de las iniciativas tienen metas mensurables. (Gonzalez, 2019)

Características del software verde

Un software verde, refiere a la tecnología informática ecológicamente sostenible. San Murugesan define el campo de la informática verde como «el estudio y la práctica de diseñar, fabricar, utilizar y disponer de computadoras, servidores y subsistemas asociados, tales como monitores, impresoras, dispositivos de almacenamiento, redes y sistemas de comunicación eficientes con un mínimo o ningún impacto sobre el medio ambiente. Los objetivos de la informática verde son similares a los de la química verde: reducir el uso de materiales peligrosos, maximizar la eficiencia energética durante la vida del

producto, y promover el reciclaje o biodegradabilidad de los productos y residuos. La investigación continúa en áreas claves, tales como el diseño de algoritmos y sistemas de tecnologías de eficiencia relacionados con el equipo (Guzmán et al., 2022), (Sánchez & Barrezueta, 2023).

La existencia del software verde depende, directamente, de donde proviene la energía utilizada en los equipos donde el mismo se desarrolla y usa. Cada vez son más las certificaciones que existen para este tipo de programas informáticos, que si bien pertenecen a un medio virtual, son desarrollados a través de un medio físico que obviamente tiene un impacto en el medio ambiente y en la ecología. Lo cierto es que se trata de un área en la cual no siempre resulta fácil trabajar, principalmente por el impacto de las computadoras y servidores en las cuestiones medioambientales debido a los métodos de obtención de energía eléctrica para la alimentación de los equipos. (Gonzalez, 2019)

Clasificación

Algunas de las tecnologías clasificadas como verdes debido a que contribuyen a la reducción en el consumo de energía o emisión de dióxido de carbono son computación en nube, computación grid, virtualización en centros de datos y teletrabajo.

Computación en nube

La computación en nube es una solución integral en la cual todos los recursos informáticos (hardware, software, sistemas de redes, almacenamiento, etc.) son brindados a los usuarios de manera rápida según lo que determina la demanda. Los recursos o servicios que se brindan son controlables a fin de asegurar cuestiones tales como la alta disponibilidad, la seguridad y la calidad. Permite tener acceso a servidores, espacio de almacenamiento y software, sin que se disponga de equipos sofisticados para soportarlos.

Computación Grid

Tecnología innovadora que permite utilizar de forma coordinada todo tipo de recurso (entre ellos cómputo, almacenamiento y aplicaciones específicas) que no están sujetos a un control centralizado. En este sentido es una nueva forma de computación distribuida, en la cual los recursos pueden ser heterogéneos (diferentes arquitecturas, supercomputadores, clúster....) y se encuentran conectados mediante redes de área extensa (por ejemplo Internet).

“La Grid” es una malla que enlaza recursos computacionales tales como PCs, estaciones de trabajo, servidores, elementos de almacenamiento, y provee los mecanismos necesarios para acceder a ellos.

Virtualización

Tecnología que comparte los recursos de cómputo en distintos ambientes permitiendo que corran diferentes sistemas en la misma máquina física. Crea un recurso físico único para los servidores, el almacenamiento y las aplicaciones.

La virtualización de servidores permite el funcionamiento de múltiples servidores en un único servidor físico. Si un servidor se utiliza a un porcentaje de su capacidad, el hardware extra puede ser distribuido para la construcción de varios servidores y máquinas virtuales.

La virtualización ayuda a reducir la huella de carbono del centro de datos al disminuir el número de servidores físicos y consolidar múltiples aplicaciones en un único servidor con lo cual se consume menos energía y se requiere menos enfriamiento. Además se logra un mayor índice de utilización de recursos y ahorro de espacio. (EcuRed, 2019)

Software y optimización de implementación

Eficiencia algorítmica

La eficiencia de los algoritmos afecta la cantidad de recursos informáticos requeridos para cualquier función de computación dada y hay muchos intercambios de eficiencia en los programas de escritura. Los cambios de algoritmo, como pasar de un algoritmo de búsqueda lento (por ejemplo, lineal) a un algoritmo de búsqueda rápido (p. Ej., Hash o indexado) pueden reducir el uso de recursos para una tarea dada de sustancial a casi cero. En 2009, un estudio realizado por un físico de Harvard estimó que la búsqueda promedio de Google arrojó 7 gramos de dióxido de carbono (CO₂). Sin embargo, Google disputó esta cifra, argumentando en cambio que una búsqueda típica producía solo 0.2 gramos de CO₂.

Asignación de recursos

Los algoritmos también se pueden usar para enrutar datos a centros de datos donde la electricidad es menos costosa. Investigadores del MIT, la Universidad Carnegie Mellon y Akamai han probado un algoritmo de asignación de energía que dirige con éxito el tráfico a la ubicación con los costos de energía más bajos. Los investigadores proyectan ahorros de hasta un 40 por ciento en los costos de energía si se implementara su algoritmo propuesto. Sin embargo, este enfoque en realidad no reduce la cantidad de energía utilizada; reduce solo el costo para la compañía que lo usa. No obstante, una estrategia similar podría usarse para dirigir el tráfico a depender de la energía que se produce de una manera más ecológica o eficiente. Un enfoque similar también se ha utilizado para reducir el consumo de energía al desviar el tráfico de los centros de datos que experimentan climas cálidos; esto permite que las computadoras se apaguen para evitar el uso de aire acondicionado.

A veces se encuentran centros de servidores más grandes donde la energía y la tierra son baratas y fácilmente disponibles. La disponibilidad local de energía renovable, el clima que permite que el aire exterior se use para enfriar, o ubicarlos donde el calor que producen se puede usar para otros propósitos, podría ser un factor en las decisiones de ubicación verde.

Se encuestan los enfoques para reducir realmente el consumo de energía de los dispositivos de red mediante técnicas adecuadas de gestión de redes / dispositivos. Los autores agruparon los enfoques en 4 estrategias principales, a saber (i) Tasa de enlace adaptativo (ALR), (ii) Proxying de interfaz, (iii) Infraestructura Energy Aware, y (iv) Aplicaciones Max Energy Aware.

Virtualizando

La virtualización de equipo se refiere a la abstracción de los recursos de la computadora, como el proceso de ejecutar dos o más sistemas informáticos lógicos en un conjunto de hardware físico. El concepto se originó con los sistemas operativos de mainframe de IBM de la década de 1960, pero se comercializó para computadoras compatibles con x86 solo en la década de 1990. Con la virtualización, un administrador del sistema podría combinar varios sistemas físicos en máquinas virtuales en un sistema único y potente, desconectando así el hardware original y reduciendo el consumo de energía y refrigeración. La virtualización puede ayudar a distribuir el trabajo de modo que los servidores estén ocupados o en un estado de suspensión de bajo consumo. Varias compañías comerciales y proyectos de código abierto ahora ofrecen paquetes de software para permitir la transición a la informática virtual. Intel Corporation y AMD también han creado mejoras de virtualización propietarias para el conjunto de instrucciones x86 en cada una de sus líneas de productos de CPU, con el fin de facilitar la informática virtual.

Las nuevas tecnologías virtuales, como Linux Containers, también se pueden usar para reducir el consumo de energía. Estas tecnologías hacen un uso eficiente del mineral de los recursos, lo que reduce el consumo de energía por diseño. Además, la consolidación de las tecnologías virtualizadas es más eficiente que la que se realiza en las máquinas virtuales, por lo que se pueden implementar más servicios en la misma máquina física, lo que reduce la cantidad de hardware necesario.

Servidores de terminales

Los servidores de terminales también se han utilizado en informática verde. Cuando se usa el sistema, los usuarios en un terminal se conectan a un servidor central; toda la computación real se realiza en el servidor, pero el usuario final experimenta el sistema operativo en la terminal. Estos pueden combinarse con clientes ligeros, que utilizan hasta 1/8 de la cantidad de energía de una estación de trabajo normal, lo que resulta en una disminución de los costos de energía y el consumo. Ha habido un aumento en el uso de servicios de terminal con clientes ligeros para crear laboratorios virtuales. (hisour.com, 2018)

Hardware verde vs Software verde

El aumento constante en la complejidad del hardware ha sido curiosamente uno de los factores más importantes en la ineficacia de las optimizaciones de los compiladores y en general, en las herramientas para el desarrollo de software. Como es cada vez más difícil para los compiladores predecir el efecto real de una optimización, el hardware comenzó a construirse con la capacidad de optimizar el código. Las arquitecturas de hardware complejas también requieren mejores optimizaciones de los compiladores porque, de lo contrario, no es posible disfrutar plenamente de las características ofrecidas, logrando un aumento significativo en el consumo de energía.

Con la mayor presión sobre el uso de capacidades de procesamiento en paralelo, también es necesario mejorar los lenguajes de programación. Los más utilizados se basan en el modelo de ejecución secuencial de un único flujo de instrucciones y esta disparidad con los procesadores modernos. Entre otras razones, hace que la generación de código eficiente para cada tipo de procesador esté lejos de ser una tarea trivial. (Software, 2020)

El programador y la optimización

Como esta no es una de las preocupaciones de los compiladores, el programador sigue siendo responsable de buena parte del uso eficiente de los recursos disponibles. Ya que este debe considerar como una propiedad de la generación de código fuente optimizado, procurar una buena velocidad de ejecución y la reducción del tamaño del código. Esto último tanto en términos de la longitud del código o a las necesidades de uso de memoria. (Software, 2020)

Algunas de las técnicas más utilizadas en diferentes ámbitos para la optimización del código con respecto al consumo de energía, a lo que podría llamarse “programación verde”. De manera genérica, se pueden ordenar por eficiencia energética de la siguiente manera:

1. Hacer que la ejecución del programa sea más rápida tiene efectos directos sobre el consumo de energía del programa.
2. Reducir la cantidad de conmutación de bits ajustando la programación de instrucciones y uso de instrucciones de baja energía (programación en frío), así como evitar el acceso a la memoria cuando sea posible.

Recordemos que existen herramientas de estandarización y optimización de código para muchos lenguajes de programación. Estas pueden ser instaladas como plugins en los entornos de desarrollo más populares entre la comunidad. Estas herramientas

ayudan a los desarrolladores a realizar esta tarea de una forma más sencilla.

Además de las técnicas de optimización para la generación de código, existen otros enfoques más completos que también exploran el logro de ganancias de energía significativas. La compilación Just-In-Time es una de esas iniciativas que intenta aprovechar la compilación e interpretación. Al compilar el código en el instante anterior a su ejecución, puede aumentar varias ventajas, como la velocidad, la mayor portabilidad, la eficiencia energética, entre otras. (Software, 2020)

Herramientas sustentables

Para el arquitecto José María Nava Townsend, el uso de software verde probablemente tiene una trayectoria que va de cinco a seis años de auge. En este periodo, han surgido toda una serie de desarrollos en la búsqueda de crear mejores herramientas de automatización mediante las cuales generar, de manera más rápida y sencilla, formas de comprobar el impacto de una construcción en el ambiente y cómo minimizarla.

Así, existen herramientas verdes de productividad orientadas hacia las tecnologías de información (TI) que proporcionan desde cálculos en costos energéticos, económicos y de distribución de aire, hasta modelos tridimensionales, interactivos y eficaces para alcanzar una perfección en el diseño y ejecución de un edificio al momento de una construcción.

José María Nava comenta que para llegar a la sustentabilidad en términos arquitectónicos, se debe tener una visión holística de toda la producción arquitectónica: “Los software están dedicados principalmente a cuestiones de energía, porque los países que más contaminan, son los más desarrollados y los que normalmente están en latitudes y climas que requieren mucho consumo de energía, entonces los software, a pesar de que tienen una visión bastante general,

están enfocados principalmente a la reducción energética”.

A su juicio, un software tendría que estar destinado a revisar la reducción energética de una vivienda, “pero también enfocarse a la mejor utilización de materiales, cuidar y diagnosticar su eficiencia. Por ello, sería importante que estuviera enfocado a vincularse vía internet con las empresas certificadas de materiales verdes”.

Si bien en este momento el enfoque se relaciona al consumo de energía de los edificios y la sustentabilidad, en el proceso constructivo y, por lo tanto, de la arquitectura, esto implica un ámbito mucho más amplio: “Existen materiales que ayudan a que nuestro edificio esté mejor aislado, que exista menor pérdida de energía, pero no necesariamente la producción de esos materiales hace que sean verdes o de mayor eficiencia en cuanto al proceso de construcción. Quizá son muy efectivos para reducir energía pero son muy contaminantes. Entonces el software también tendría que estar relacionados con las empresas certificadas de producción de materiales verdes. Por ello considero que todavía no han evolucionado lo suficiente”.

En todo caso, previendo la velocidad con la que avanza la tecnología y se generaliza su uso, los software van a evolucionar de tal manera que “probablemente no estaremos hablando de un software que haga todo, sino que aparecerán programas que juntos completen esta visión del desarrollo sustentable”.

Advierte que un aspecto que se debe tomar en cuenta, es el hecho de que no sea una sola empresa o monopolio quienes los desarrollen, “sino muchas terceras partes que complementen en distintos canales las cosas, lo que acelera la evolución, pues hay una mayor competencia. Diría que en tres o cuatro años, ya podríamos contar con un paquete de software que brindarán una visión holística sobre el producto de construcción sustentable”. (Nieto, 2018)

Conclusión

Se concluye que:

La programación verde en el software permite reducir código y reutilizar código ya realizado con el fin de disminuir recursos de compilación, minimizar recursos computacionales permitiendo la utilización de equipos informáticos de bajo rendimientos y ahorrar energía. Esto ayuda a los desarrolladores a realizar software de bajo requerimiento de una forma más sencilla.

Bibliografía

- Álvarez, A. C. (29 de Noviembre de 2012). Dialnet - Cloud computing, tecnología verde como estrategia para la responsabilidad social empresarial. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5109399>
- Bene, B. (10 de Octubre de 2016). IEEE. Obtenido de <https://www.computer.org/publications/tech-news/computing-now/green-it-and-green-software-spanish-version>
- ecoticias.com. (26 de Septiembre de 2017). ecoticias.com. Obtenido de <https://www.ecoticias.com/tecnologia-verde/175013/Que-significa-Tecnologia-verde>
- EcuRed. (13 de Julio de 2019). EcuRed. Obtenido de https://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa_Verde
- Gonzalez, R. (2019). EcologiaHoy. Obtenido de <https://www.ecologiahoy.com/software-verde>
- Guzmán, R. S. H., Rosa, C. G. B. D. L., Barrezueta, L. D. R., & Sánchez, P. M. M. (2022). Fundamentos de la auditoría: Una aproximación del estado del arte Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 15(12), 245-266 <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1282>
- hisour.com. (2018). www.hisour.com. Obtenido de <https://www.hisour.com/es/green-computing-39459/>
- Nieto, A. (2018). Mundo hvacr. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/2011/04/software-verdes-para-desarrollos-arquitectonicos/>
- RAMOS, A. (06 de Diciembre de 2020). NATURLII. Obtenido de <http://www.naturlii.com/programacion-verde-los-codigos-del-futuro/>
- Sánchez, P. M. M., & Barrezueta, L. D. R. (2023). Centros de datos verdes en Ecuador: Una estrategia para disminuir la emisión de CO2 en los Centros de Datos ecuatorianos. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 16(1), 1-18.
- Software, Y. (18 de Junio de 2020). Programación verde. Obtenido de <https://yei3.com/programacion-verde/#:~:text=Green%20Computing%20y%20Programaci%C3%B3n%20Verde&text=Siendo%20esta%20el%20estudio%20y,que%20reduce%20los%20costos%20operativos.>

Cómo citar: Anchundia Padilla, A. F., Barzola Ávila, E. S., & Tomala Solórzano, R. A. (2023). Programación verde en el software. UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166, 7(1), 187-196. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v7.n1.2023.419>