

Tipo de artículo: Artículo de revisión

Python en Ingeniería en Ciencias Informáticas: proyecciones de las dimensiones práctica, científica y social

Python in Informatics Sciences Engineering: projections of practical, scientific and social dimensions

Ernesto Soto Gómez ^{1*} , <https://orcid.org/0000-0001-6521-2221>

¹ Departamento de Inteligencia Computacional, Facultad 1, Universidad de las Ciencias Informáticas. esoto@uci.cu

* Autor para correspondencia: esoto@uci.cu

Resumen

La Ingeniería en Ciencias Informáticas de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba es una carrera de corte práctico enfoque social y carácter integrador. En el país se transita a una migración hacia el software libre. Por esto, los métodos y las tecnologías de la información que se utilizan en el desarrollo de los procesos educacionales deben contribuir a la creación de habilidades de trabajo colaborativo en equipos heterogéneos y deben sustentarse sobre los valores de compañerismo, autonomía y creatividad. Sin embargo, aún persiste la utilización de software privativo y deben esclarecerse las relaciones multidisciplinares entre las materias que se abordan. En el presente trabajo se pretende mostrar, a partir del análisis de la documentación y aplicaciones actuales, que la utilización de Python contribuiría al proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto de la carrera que se menciona a partir de un punto de vista multidisciplinar y en concordancia con la política de desarrollo del país. Se concluye que los aspectos social, práctico y científico del lenguaje pueden aportar mucho al desarrollo de la carrera en cuestión, sin constituir un elemento disruptivo en el currículo. Se espera que el presente estudio contribuya a la creación de un diseño curricular aún más generalizador e integrador de los aspectos productivo, científico y social de la carrera.

Palabras clave: Ingeniería en Ciencias Informáticas; Python; interdisciplinariedad; multidisciplinariedad; software libre

Abstract

Informatics Sciences Engineering from the University of Informatics Sciences in Cuba is a curriculum career with a practical focus, a social approach and an integrative nature. Nowadays, a migration towards free software is taking place in the country. For this reason, the methods and information technologies used in the development of educational processes should contribute to the creation of collaborative skills in heterogeneous teams and should be sustained on the values of fellowship, autonomy and creativity. However, the use of private software still persist and the multidisciplinary relations between the studied subject matters has yet to be clarified. This work is intended to show, by the analysis of current documentation and applications, that the use of Python would contribute to the teaching-learning process from a multidisciplinary viewpoint and in concordance with the development policy of the country. It is concluded that the social, practical and scientific aspects of the language may contribute very much to the development of the career in question, without being a disruptive element in the curriculum. It is expected the present study contribute to the creation of a curricular design even more comprehensive and integrative of the productive, scientific and social aspects of the career.

Keywords: Informatics Sciences Engineering; Python; interdisciplinarity; multidisciplinarity; free software

Recibido: 14/05/2021

Aceptado: 21/11/2021



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Introducción

La Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI) de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) de Cuba es una carrera de corte práctico, enfoque social y carácter integrador. Su objetivo es la formación de profesionales capacitados para contribuir a la informatización de la sociedad cubana a partir del desarrollo de software, la transformación digital de las organizaciones y el mantenimiento de las infraestructuras de tecnologías de la información. Para facilitar la inserción en la vida laboral, los estudiantes se vinculan a proyectos de desarrollo de software durante la carrera (Universidad de las Ciencias Informáticas 2021).

En el país se transita a una migración hacia el software libre, motivada por el alto costo de las licencias de software privativo y su inflexibilidad con respecto a la transformación, distribución y mantenimiento del producto (Partido Comunista de Cuba 2011; 2017b). El cambio está en sintonía con el movimiento de estudios de ciencia, tecnología y sociedad en el que se promueve la utilización de la ciencia y la tecnología como pilares para el desarrollo de la sociedad y con su participación activa. Para lograr esto último, Cuba en Cuba se implementan políticas institucionales y gubernamentales, especialmente a partir de la reforma universitaria de 1962, en la que la investigación se convirtió en uno de los objetivos básicos de las universidades (Núñez Jover et al. 2007).

Por esta causa, los métodos y las tecnologías de la información que se utilizan en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje –y también a partir del punto de vista docente-educativo– deben, en concordancia con los objetivos y los principios de la carrera (Universidad de las Ciencias Informáticas 2021), la política de desarrollo del país (Partido Comunista de Cuba 2011; 2017b) y la conceptualización del modelo económico y social cubano (Partido Comunista de Cuba 2017a), contribuir a la creación de habilidades de trabajo colaborativo en equipos heterogéneos y que se sustenten en los valores de compañerismo, autonomía y creatividad.

Sin embargo, aún persiste la utilización de herramientas de software que no favorecen los principios, principalmente por sus licencias de corte privativo. Además, debido a la utilización de herramientas con dispares objetivos y orígenes no se esclarece del todo la relación multidisciplinar que existe entre las materias que se abordan en las aristas científico y social y a partir de lo productivo. Esto atenta contra el entendimiento común entre los especialistas de diferentes materias y la manifestación de principios científicos universales, lo que dificulta la comprensión multidisciplinar y afecta, en última instancia, el proceso de enseñanza-aprendizaje (Dinov 2012). Además, es conocido el creciente proceso de apropiación privada del conocimiento que limita considerablemente el acceso al mismo por parte de las naciones en desarrollo –como es el caso de Cuba– (Núñez Jover et al. 2007). El software privativo tributa a la apropiación privada del conocimiento por constituir una especie de propiedad intelectual.



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Por otro lado, la utilización del lenguaje de programación Python y su ecosistema en el contexto educacional ha sido se destacado en varias ocasiones (Parker, Beard y Davey 2019). Es notable además, la gran cantidad de centros de educación superior –más de cinco decenas– que lo utilizan actualmente (Python Community 2017b). En (Alayo Rondón et al. (2021), se hace un análisis que indica la factibilidad real de utilizar Python como herramienta para asistir en la enseñanza de las matemáticas en la carrera ICI. En el presente trabajo se sugiere que la utilización de Python contribuiría a la enseñanza en el contexto de la carrera ICI en general, a partir de un punto de vista multidisciplinar y en concordancia con la política de desarrollo del país. Se espera que la presente investigación contribuya a la creación de un diseño curricular aún más generalizador e integrador de los aspectos productivo, científico y social de la carrera.

El presente documento se estructura de la siguiente manera. En la siguiente sección se describe el perfil ICI así como las principales materias, temas y tecnologías de la información que se abordan en dicha carrera. Luego se describe la situación del software libre en el contexto del país y la UCI. Después, se analizan las características del lenguaje de programación Python. Se destacan, partiendo de la bibliografía que se consulta, las características del ecosistema Python que pueden contribuir a la enseñanza en la carrera ICI de manera integradora y según los aspectos social, práctico y científico. Luego se presentan las conclusiones generales.

Materiales y métodos

En la presente sección se exponen las condiciones actuales del currículo ICI, así como las políticas actuales del país y la UCI con respecto de la adopción del software libre. Luego se proponen las características necesarias del software que se utiliza en la enseñanza y que se derivan de las condiciones y las políticas descritas.

El perfil ICI

De acuerdo al sitio oficial de la UCI:

La carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas forma profesionales integrales y altamente calificados, cuya función está asociada al desarrollo de la Informatización de la Sociedad Cubana desde tres aristas importantes: el desarrollo de la industria de software nacional, la transformación digital de las organizaciones y el soporte necesario para el mantenimiento de infraestructuras de tecnologías de la información. (...). La característica distintiva de esta ingeniería, desde el punto de vista curricular, es el alto grado de integración del proceso de formación con la actividad práctica. Curricularmente están



Esta obra está bajo una licencia **Creative Commons de tipo Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

definidos los roles profesionales que el estudiante debe desempeñar en los proyectos de Investigación-Desarrollo a los que se vincula a partir del segundo año de la carrera. (...). Este modelo de formación potencia la inserción natural del graduado al mundo laboral y estimula su proyección hacia la formación posgraduada (Universidad de las Ciencias Informáticas 2021).

La carrera ICI posee una duración de cuatro años con las modalidades presencial, regular diurno y por encuentros. El currículo comprende asignaturas en las que se abordan contenidos del ámbito del desarrollo de software que incluyen: construcción y análisis de algoritmos, programación orientada a objetos, construcción de interfaces de usuario para el entorno de escritorio, construcción de aplicaciones Web, construcción de intérpretes de lenguajes formales, ingeniería de software, gestión y diseño de sistemas de bases de datos, fundamentos de sistemas operativos y fundamentos teleinformáticos. Otras asignaturas de corte empresarial refuerzan la asociación e incorporación a proyectos productivos, la cual se evalúa y se aborda también a partir de la docencia durante todos los años de la carrera.

El currículo abarca además, un amplio contenido lógico-matemático con temas de matemática discreta, cálculo diferencial e integral, probabilidades y estadísticas, fundamentos físicos de la informática, investigación de operaciones, simulación de sistemas discretos e inteligencia artificial. Además, se incluyen varias asignaturas de corte humanístico, político y social con temas de historia de Cuba, preparación para la defensa, economía política del capitalismo y el socialismo, problemas sociales de la ciencia y la tecnología, fundamentos de pedagogía y metodología de la investigación científica. Se trata entonces, de una carrera con un enfoque abarcador e integrador dirigida hacia lo productivo y social.

En varias de las asignaturas se utilizan diversas herramientas y tecnologías de la información como soporte fundamental y para asistir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como parte de la política económica y social del país se transita a una migración de las tecnologías de la información hacia el software libre. El ejemplo más representativo es el despliegue de la distribución cubana de GNU/Linux Nova¹, la cual se emplea en todas las actividades docentes en la UCI.

Los principales lenguajes que se utilizan en la enseñanza de la programación de software son C++², Java³, PHP⁴ y Javascript⁵. Cada uno de estos lenguajes sirven a propósitos específicos tales como enseñar conceptos del paradigma

¹ <https://www.nova.cu>

² <https://isocpp.org/>

³ <https://www.java.com/>



orientado a objetos, la creación de interfaces de usuarios y la programación Web. Esto provoca que los estudiantes deban dominar diferentes lenguajes de programación en diferentes momentos de la carrera.

Otras herramientas que asisten en la enseñanza de las matemáticas y materias relacionadas son MATLAB⁶ y GNU Octave⁷. Sin embargo, MATLAB posee un alto costo además de ser software privativo. Octave es una alternativa libre a MATLAB, pero no implementa todas sus funcionalidades, por lo que debe complementarse frecuentemente con otras herramientas (Nagar 2018).

Es conocido el creciente proceso de apropiación privada del conocimiento que limita considerablemente el acceso por parte de las naciones en desarrollo y a lo cual el software privativo tributa por constituir una especie de propiedad intelectual (Núñez Jover et al. 2007). Además, no queda claro la manera en que pueden integrarse los lenguajes y las herramientas, de tal forma que se expongan las relaciones entre las materias que se imparten en la carrera y de una manera comprobable en la práctica. Tal situación frena la identificación de principios científicos universales, lo que limita la comprensión multidisciplinar y la manifestación de la relación entre contenidos de una misma materia y entre las materias (Dinov 2012).

El software libre en el contexto de Cuba y la UCI

Según el fundador del movimiento del software libre Richard Stallman, un software es libre si los usuarios del software tienen las siguientes cuatro libertades esenciales (Stallman 2015a):

1. La libertad de ejecutarlo como se desee y para cualquier propósito.
2. La libertad de estudiar cómo funciona y modificarlo de tal manera que funcione como se desee. El acceso al código es una precondition para esto.
3. La libertad de redistribuir copias para ayudar a otros.
4. La libertad de distribuir copias de las versiones modificadas. Al hacer esto se le da a toda la comunidad la posibilidad de beneficiarse de los cambios realizados. Es necesario que se pueda acceder al código para poder realizar esto.

⁴ <https://www.php.net/>

⁵ <https://developer.mozilla.org/docs/Web/JavaScript>

⁶ <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>

⁷ <http://www.gnu.org/software/octave/>



El software libre se asocia a un movimiento social que promueve la solidaridad y la cooperación más allá del enfoque mercantil. En Cuba específicamente, como parte de la política económica y social del país y en concordancia con los lineamientos 223 y 226 aprobados en el Sexto Congreso del Partido Comunista de Cuba (Partido Comunista de Cuba 2011) y el 106 y 108 de la actualización que se aprobó en el Séptimo Congreso (Partido Comunista de Cuba 2017b), se transita a una migración de las tecnologías de la información hacia el software libre. Estas políticas vienen motivadas principalmente por la intención de alcanzar la sostenibilidad y la soberanía tecnológicas y evitar el impacto negativo de los altos costos de las licencias de software privativo, así como las restricciones legales de este tipo de licencias, que no permiten modificar el software o corregir los errores de fábrica. Es notable que los fundamentos del software libre (Stallman 2015a) y los de la conceptualización del modelo económico y social cubano (Partido Comunista de Cuba 2017a) se alinean bajo los principios de justicia social e igualdad de oportunidades con el objetivo de promover la dignidad y libertad plenas del individuo, así como su integración y desarrollo en la sociedad. Además, a partir del punto de vista de los estudios CTS, puede decirse que ambas concepciones se complementan y promueven, puesto que intentan poner la tecnología y la ciencia en función –y con la participación activa– de la sociedad (Núñez Jover et al. 2007).

En la UCI ya se migraron la mayoría de los sistemas a software libre y la universidad cuenta con gran cultura al respecto. Sin embargo, dentro del campus universitario las comunidades locales que promovían el software libre han ido perdiendo fuerza cada vez más. En un contexto de enseñanza-aprendizaje la adopción de software libre es muy importante porque, debido a su naturaleza cerrada, las licencias privativas no solo frenan el avance hacia la sostenibilidad y soberanía tecnológicas, sino que dificultan la creación de habilidades de trabajo colaborativo en equipos heterogéneos y la educación hacia los valores de compañerismo, autonomía y creatividad. O sea, el software privativo no promueve el aprendizaje ni la colaboración (Stallman 2015b). Por otro lado, debe reconocerse el impacto social que tiene en Cuba la adopción de este tipo de tecnologías en las universidades, gracias a la función de estas instituciones como cantera para la producción, en un país que no puede darse el lujo de la adquisición de tecnologías privativas (Núñez Jover y Montalvo Arriete 2015).

Características deseadas

En (Alayo Rondón et al. (2021) se hace un análisis de las características que deben cumplir las herramientas para asistir en la enseñanza de las matemáticas en la carrera ICI. Al generalizar las características y de acuerdo a los objetivos y los principios de la carrera (Universidad de las Ciencias Informáticas 2021), la política de desarrollo del país (Partido Comunista de Cuba 2011; 2017b) y la conceptualización del modelo económico y social cubano (Partido



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

Comunista de Cuba 2017a), las herramientas para asistir y soportar la enseñanza en la carrera ICI deberían estar en concordancia con las características descritas en la *Tabla 1*. Las características están dirigidas a contribuir a la creación de habilidades de trabajo colaborativo en equipos heterogéneos y los valores de compañerismo, autonomía y creatividad.

Tabla 1: Características necesarias de las herramientas para asistir y sustentar la enseñanza de la carrera ICI (elaboración propia)

Características y facilidades	Razón u objetivo
Que permita la ejemplificación de los conceptos principales de las materias de ingeniería y programación de sistemas de software, ciencias exactas y ciencias sociales	Para facilitar la comprensión multidisciplinar así como la manifestación de la intradisciplinariedad e interdisciplinariedad
Que posea documentación abundante, clara y diversa, tanto de referencia como de aprendizaje	Para promover y sustentar el estudio independiente y la autopreparación
Que sea utilizada actualmente en contextos de producción reales	Para contribuir a la motivación de los estudiantes y la preparación para el mundo laboral
Que posea licencia de software libre	Para que el empleo y la distribución del software en contextos académicos no acarree perjuicios legales
Que pueda emplearse en hardware de mediana prestación	Para aprovechar adecuadamente los recursos de cómputo disponibles actualmente
Que pueda ser ejecutada en las distribuciones de GNU/Linux	Puesto que es este el sistema operativo empleado en las clases

Resultados y discusión

En la presente sección se destaca la posibilidad real del uso del lenguaje de programación Python y su ecosistema para asistir y complementar la enseñanza en la carrera ICI. Se pretende mostrar que la propuesta se encuentra en consonancia con las características que se listan en la *Tabla 1*, a partir de abordar el lenguaje en los ámbitos social, práctico y científico.

Python

Python⁸ fue creado a principio de los años 90 por Guido van Rossum en los Países Bajos como sucesor del lenguaje ABC. En el 2001 fue creada Python Software Foundation⁹, organización sin ánimo de lucro que actualmente es la que

⁸ <https://www.python.org/>



se encarga oficialmente de la coordinación del desarrollo, mantenimiento y documentación del lenguaje (Python Software Foundation 2021).

Python es un lenguaje de alto nivel y de propósito general diseñado para ser fácil de aprender y de usar. Posee una sintaxis sencilla y utiliza tipado dinámico. Esto, junto con su naturaleza interpretada, lo hacen un lenguaje ideal para el desarrollo rápido en muchas áreas y plataformas. Según (Gowrishankar y Veena 2018), debido a su facilidad de aprendizaje, Python se recomienda como el lenguaje preferido para la arquitectura Raspberry Pi, que es hardware modesto y de bajo costo ideado para la enseñanza infantil, del adulto mayor y de las personas de bajos ingresos. Esto no solo reafirma la facilidad de aprendizaje del lenguaje sino también muestra su capacidad para su utilización en hardware de mediano rendimiento.

Algunas de las características y facilidades de Python son (Gowrishankar y Veena 2018; Alayo Rondón et al. 2021):

- Sintaxis clara, intuitiva y sin ambigüedades. La filosofía propia del lenguaje promueve la simpleza, brevedad y claridad.
- Permite la utilización de paradigmas de programación de alto nivel de manera estándar como la programación orientada a objetos, la programación estructurada y una gran cantidad de conceptos de la programación funcional.
- El intérprete de Python es software libre disponible para varias plataformas, incluyendo Windows, Linux y MacOS¹⁰.
- Posee una abundante, diversa, concisa y organizada documentación oficial a la que se puede acceder en línea de manera gratuita¹¹. Además, se cuenta con una extensa bibliografía del lenguaje y su ecosistema con varios títulos libres de costo.
- Python es utilizado en los ámbitos académico, educacional, científico y productivo, lo que lo convierte en un lenguaje de gran versatilidad y probado en la práctica.

Como puede observarse, estas características vienen en consonancia con las las que se listan en la *Tabla 1*.

Ámbitos social, práctico y científico

⁹ <https://www.python.org/psf/>

¹⁰ <https://www.python.org/download/>

¹¹ <https://docs.python.org/>



Python se ha convertido en uno de los lenguajes que más se utilizan en la actualidad, debido a su versatilidad. Se trata de un lenguaje fácil de aprender y con un espíritu muy comunitario, el cual viene heredado en gran parte por su condición de software libre. La cantidad de proyectos de la comunidad de Python¹² asciende a más de cien mil con millones de archivos y lanzamientos de soluciones. La comunidad cuenta además con una *wiki*¹³ con útiles referencias y consejos.

Es notable que el lenguaje ocupa la primera y tercera posición, respectivamente, en los listados construidos por IEEE (IEEE 2019b) y TIBOE (TIBOE 2020a) para el 2019 y septiembre del 2020, respectivamente, los cuales se construyen al tener en cuenta, entre otros aspectos, la presencia de proyectos de desarrollo de software en repositorios de software en línea así como el interés de los desarrolladores por el lenguaje (IEEE 2019a; TIBOE 2020b). En estos se posiciona entre los diez primeros lugares en los últimos cinco años. Esto muestra la gran importancia y presencia del lenguaje y su ecosistema en la actual industria de software.

Algunos servicios, herramientas y empresas populares que actualmente utilizan o producen tecnología Python son Instagram, Mozilla, Facebook, Google, PayPal, eBay, Pingerest, Amazon, Washington Post, Twitter, LinkedIn y NASA. Algunos de los ámbitos en los que Python se destaca incluyen aprendizaje automático, procesamiento del lenguaje natural, análisis de datos, estadísticas, desarrollo para la Web y computación en la nube. También se utiliza en el trabajo académico y como herramienta científica (Gowrishankar y Veena 2018).

Python es además una alternativa muy sugerida y que se estudia en el ámbito educacional por su sintaxis intuitiva, clara y concisa para la enseñanza de conceptos esenciales de la programación (Parker, Beard y Davey 2019). Más aún, destaca la gran cantidad centros educacionales de todo el mundo –más de cinco decenas– que utilizan Python (Python Community 2017b). A partir del punto de vista de la enseñanza de la programación, llama la atención que con Python no solo pueden enseñarse los principales conceptos del paradigma de programación orientada a objetos, sino que también es posible relacionarlos con otros paradigmas de programación de alto nivel que se utilizan en la producción y en contextos científicos. Vale señalar que con Python también es posible la programación de aplicaciones Web y la construcción de interfaces de usuario para el entorno de escritorio (Gowrishankar y Veena 2018). Estos son contenidos que se abordan en la carrera ICI y que bien podrían presentarse al estudiante al utilizar Python.

¹² <https://www.pypi.org>

¹³ <https://wiki.python.org>



El lenguaje ha sido sugerido y utilizado como un remplazo factible de soluciones privativas muy populares en el ámbito científico –como MATLAB y Mathematica– para la modelación y la solución de problemas matemáticos, así como en la enseñanza de conceptos que se relacionan con la computación científica (Colliau et al. 2017). En Python Community (2017a) puede encontrarse un listado abarcador de herramientas y bibliotecas de Python que pueden ser que se pueden utilizar en diferentes ámbitos científicos, incluidas las ciencias naturales. En Johansson (2019) puede comprobarse que las herramientas provistas por el ecosistema científico de Python engloban la gran mayoría de los temas que se abordan en las asignaturas de corte matemático de la carrera ICI. En (Alayo Rondón et al. (2021) puede encontrarse un análisis más profundo que indica la factibilidad real del uso de Python para la enseñanza de las matemáticas y contenidos afines específicamente en la ICI.

Python cuenta además con un congreso científico internacional con frecuencia anual, denominado PyCon¹⁴, para la promoción y discusión de temas que se asocian al lenguaje. El congreso se desarrolla en diversos países de todos los continentes al conectar de esta manera la comunidad Python a nivel global. La convención también posee conferencias y talleres que se especializan en diferentes contextos, como la programación Web y la computación científica. Este es un punto que puede promover la investigación científica en la UCI y específicamente en la ICI, al mismo tiempo que se relaciona este aspecto con el corte social de la carrera.

Por último, se destaca que el hecho de que el ecosistema de Python sea tan diverso y abarcador no significa que no posea interoperabilidad con otros ecosistemas de software. Por ejemplo, existen diversas implementaciones del intérprete de Python, algunas de las cuales responden al objetivo de brindar interoperabilidad con otros lenguajes de programación como es el caso de Jython¹⁵ para Java y IronPython¹⁶ para C#. Existe además la posibilidad de escribir bibliotecas en C y C++ y utilizarlas directamente en Python (Python Software Foundation 2020).

Posible impacto

De acuerdo a lo que se referencia en el trabajo se resume el posible impacto de utilizar Python en la enseñanza para la carrera ICI, como el aumento de:

El acercamiento de la enseñanza a la producción:

¹⁴ <http://pycon.org/>

¹⁵ <http://www.jython.org/>

¹⁶ <http://ironpython.net/>



Python es un lenguaje de programación que se utiliza en la industria con reconocimiento a nivel mundial. Lo que significa que su integración en proyectos productivos es natural. Por otro lado, su utilización en disímiles universidades constata la factibilidad de su utilización en la enseñanza. Por esta causa puede servir como un puente para la relación efectiva de la teoría y la práctica.

La multidisciplinariedad e interdisciplinariedad en proyectos productivos:

Python se utiliza en diversos ámbitos, lo que permite su utilización en la enseñanza e interrelación de materias de disímil naturaleza. Además, su interoperabilidad con herramientas fuera del ecosistema Python es palpable. Esto contribuiría al aumento de la motivación de los estudiantes, así como el entendimiento de conceptos generales, a partir de la realización de proyectos multidisciplinarios.

El conocimiento y la práctica científica:

Python se utiliza mucho en el ámbito científico, al ser una alternativa factible a herramientas de difícil acceso para países en desarrollo, como es el caso de Cuba. Cuenta además, con eventos oficiales de discusión científica, lo que facilita su inserción en este ámbito a nivel global.

La creatividad, autonomía e innovación:

El carácter multidisciplinar de Python, su utilización en los ámbitos productivo, científico y académico, así como la presencia de una abundante documentación podría incentivar el estudio independiente y la generación de soluciones tanto a problemas de corte académico como reales, lo que se fomenta de esta manera la creatividad, autonomía e innovación de los estudiantes.

La actividad comunitaria y social:

Python posee una extensa comunidad de desarrollo, así como de investigación científica, que se sustentan en los principios del movimiento del software libre que promueve la solidaridad y la colaboración entre grupos de individuos. Este tiene sus bases en concordancia con las políticas de desarrollo del país, que a su vez están se influyen por el movimiento de estudios CTS.

Conclusiones



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

En el presente artículo se destacan las características del lenguaje de programación Python y su ecosistema que promueven su utilización en un contexto multidisciplinar. La descripción se realiza de tal forma que se abarquen los contenidos que se estudian en la carrera del Ingeniero en Ciencias Informáticas de la Universidad de las Ciencias Informáticas de Cuba y en concordancia con la política y la conceptualización del modelo económico y social cubano. Se concluye que los aspectos social, práctico y científico del lenguaje y su ecosistema pueden aportar mucho al desarrollo de la carrera en cuestión, sin constituir un elemento disruptivo en el currículo. Sobre todo resalta el carácter integrador del lenguaje tanto a partir del punto de vista conceptual como pragmático, así como productivo, científico y social. No obstante, se recomienda realizar un estudio más profundo para su inclusión concreta en el currículo de la carrera, así como la creación de espacios para el aprendizaje e intercambio sobre el lenguaje.

Conflictos de intereses

Se declara por el autor que no existen conflictos de intereses.

Contribución de los autores

1. Conceptualización: Ernesto Soto Gómez.
2. Curación de datos: Ernesto Soto Gómez.
3. Análisis formal: Ernesto Soto Gómez.
4. Investigación: Ernesto Soto Gómez.
5. Metodología: Ernesto Soto Gómez.
6. Software: Ernesto Soto Gómez.
7. Validación: Ernesto Soto Gómez.
8. Visualización: Ernesto Soto Gómez.
9. Redacción – borrador original: Ernesto Soto Gómez.
10. Redacción – revisión y edición: Ernesto Soto Gómez.

Financiamiento

El artículo se financió con los recursos propios del autor.

Referencias



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional** (CC BY 4.0)

- ALAYO RONDÓN, A., SOTO GÓMEZ, E., HERNÁNDEZ DALMAU, H. y MILAGROS BONY, M., 2021. Python en la enseñanza de las matemáticas en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas* [en línea], vol. 14, no. 5, pp. 181-202. ISSN 2306-2495. Disponible en: <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/860>.
- COLLIAU, T., ROGERS, G., HUGHES, Z. y OZGUR, C., 2017. MatLab vs. Python vs. R. *Journal of Data Science* [en línea], vol. 15, no. 3. Disponible en: https://scholar.valpo.edu/cba_fac_pub/51.
- DINOV, I.D., 2012. Integrated, Multidisciplinary, and Technology-Enhanced Science Education. En: N.M. SEEL (ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* [en línea]. Boston, MA: Springer US. ISBN 978-1-4419-1428-6. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1704.
- GOWRISHANKAR, S. y VEENA, A., 2018. Introduction. *Introduction to Python Programming* [en línea]. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press, pp. 1-35. ISBN 978-0-8153-9437-2. Disponible en: <https://lcn.loc.gov/2018046894>.
- IEEE, 2019a. IEEE Top Programming Languages: Design, Methods, and Data Sources. *IEEE Spectrum* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://spectrum.ieee.org/static/ieee-top-programming-languages-2019-methods>.
- IEEE, 2019b. The Top Programming Languages 2019. *IEEE Spectrum* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://spectrum.ieee.org/static/the-top-programming-languages-2019>.
- JOHANSSON, R., 2019. *Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib* [en línea]. 2. Berkely, CA, USA: Apress. ISBN 978-1-4842-4246-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4246-9>.
- NAGAR, S., 2018. Introduction to Octave. En: S. NAGAR (ed.), *Introduction to Octave: For Engineers and Scientists* [en línea]. Berkeley, CA, USA: Apress, pp. 1-16. ISBN 978-1-4842-3201-9. Disponible en: https://10.1007/978-1-4842-3201-9_1.
- NÚÑEZ JOVER, J., CASTRO SÁNCHEZ, F., PÉREZ ONES, I. y MONTALVO ARRIETE, L., 2007. Ciencia, Tecnología y Sociedad en Cuba: construyendo una alternativa desde la propiedad social. En: A. GALLINA, J. NÚÑEZ JOVER, V. CAPECCHI y L.F. MONTALVO ARRIETE (eds.), *Innovaciones creativas y desarrollo humano* [en línea]. Roskilde University: Ediciones Trilce Montevideo, pp. 185-214. ISBN 9974-32-424-6. Disponible en: https://rucforsk.ruc.dk/ws/files/4339590/Innovaciones_creativas.pdf#page=186.



- NÚÑEZ JOVER, J. y MONTALVO ARRIETE, L.F., 2015. La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades. *Revista Cubana de Educación Superior* [en línea], vol. 34, no. 1, pp. 29-43. ISSN 0257-4314. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142015000100003&nrm=iso.
- PARKER, K.R., BEARD, D.V. y DAVEY, B., 2019. Programming Language Selection for University Courses. En: A. TATNALL (ed.), *Encyclopedia of Education and Information Technologies* [en línea]. Cham: Springer International Publishing. ISBN 978-3-030-10576-1. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-60013-0_131-1.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA, 2011. *Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución* [en línea]. 18 abril 2011. S.l.: VI Congreso del Partido Comunista de Cuba. Disponible en: www.pcc.cu/es/lineamientos.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA, 2017a. *Conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista* [en línea]. julio 2017. S.l.: VII Congreso del Partido Comunista de Cuba. Disponible en: <http://media.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2017/07/PDF-510-kb.pdf>.
- PARTIDO COMUNISTA DE CUBA, 2017b. *Lineamientos de la política económica y social del partido y la revolución para el período 2016-2021* [en línea]. julio 2017. S.l.: VII Congreso del Partido Comunista de Cuba. Disponible en: <http://media.cubadebate.cu/wp-content/uploads/2017/07/PDF-321.pdf>.
- PYTHON COMMUNITY, 2017a. Numeric and Scientific. *Python Wiki* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://wiki.python.org/moin/NumericAndScientific>.
- PYTHON COMMUNITY, 2017b. Schools using Python. *Python Wiki* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://wiki.python.org/moin/SchoolsUsingPython>.
- PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2020. Extending and Embedding the Python Interpreter. *Python 3 documentation* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/extending/index.html>.
- PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2021. History and License. *Python 3 documentation* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://docs.python.org/3/license.html>.



- STALLMAN, R.M., 2015a. What Is Free Software? *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman* [en línea]. 3. Boston, MA, USA: GNU Press, pp. 3-8. ISBN 978-0-9831592-5-4. Disponible en: <https://shop.fsf.org/books-docs/free-software-free-society-selected-essays-richard-m-stallman-3rd-edition>.
- STALLMAN, R.M., 2015b. Why Schools Should Exclusively Use Free Software. *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman* [en línea]. 3. Boston, MA, USA: GNU Press, pp. 34-35. ISBN 978-0-9831592-5-4. Disponible en: <https://shop.fsf.org/books-docs/free-software-free-society-selected-essays-richard-m-stallman-3rd-edition>.
- TIBOE, 2020a. TIBOE Index for September 2020. *TIBOE - The Software Quality Company* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>.
- TIBOE, 2020b. TIBOE Programming Community Index Definition. *TIBOE - The Software Quality Company* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/programming-languages-definition/>.
- UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS, 2021. Pregrado. *Universidad de las Ciencias Informáticas* [en línea]. [Consulta: 26 abril 2021]. Disponible en: <https://www.uci.cu/estudios/pregrado>.

