

Mejoramiento de ovoscopia con visión artificial.

Ovoscopy improvement with artificial vision.

Ing. Sandra Monserrate Vélez Vélez ^{1*}, Eco. Samuel Alberto Pazmiño Linares ²

1.* Magister en Gestión del Talento Humano, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Email: sandra.velezve@ug.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5308-0858>

2. Magister en Administración de Empresas, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Email: samuel.pazminol@ug.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3702-6653>

Destinatario: sandra.velezve@ug.edu.ec

Recibido: 16/Abril/2021

Aceptado: 23/Mayo/2021

Publicado: 30/Junio/2021

Como citar: Vélez Vélez, S. M., & Pazmiño Linares, S. A. (2021). Mejoramiento de ovoscopia con visión artificial. E-IDEA 4.0 Revista Multidisciplinar, 3 (7), pp 37-48. <https://doi.org/10.53734/mj.vol3.id167>.

Resumen: La ovoscopia es un proceso y técnica de control de calidad utilizada en la industria avícola, consiste en la inspección no destructiva por medio de la observación visual a contra luz, aprovechando la translucidez de la cáscara de los huevos. Generalmente este proceso se realiza de forma manual lo cual conlleva una serie de problemas implícitos, como lo es el factor de error humano, problemas de salud relacionados con trastornos oculares por el trabajo prolongado en cuartos oscuros, problemas ergonómicos debido a tareas monótonas de ejecución diaria. El presente artículo tiene como objetivo estudiar y analizar el impacto de la Ovoscopia aplicada con ayuda de algoritmos y técnicas de inteligencia artificial, específicamente la visión artificial y el machine learning; llegando a la conclusión de que el impacto es positivo, reduciendo significativamente el tiempo de inspección de los huevos, aumentando el porcentaje de eficacia y rentabilidad del sistema, y eliminando los problemas de salud derivados de la aplicación manual de la Ovoscopia.

Palabras Clave: Ovoscopia, visión artificial, avícola, machine learning.

Abstract: Ovoscopia is a quality control process and technique used in the poultry industry, it consists of non-destructive inspection through visual observation against light, taking advantage of the translucency of the eggshell. Generally, this process is carried out manually, which entails a series of implicit problems, such as the human error factor, health problems related to eye disorders due to prolonged work in dark rooms, ergonomic problems due to monotonous daily tasks. This article aims to study and analyze the impact of applied Ovoscopia with the help of algorithms and artificial intelligence techniques, specifically artificial vision and machine learning; reaching the conclusion that the impact is positive, significantly reducing the time of inspection of the eggs, increasing the percentage of efficiency and profitability of the system, and eliminating the health problems derived from the manual application of Ovoscopia.

Keywords: Ovoscopia, artificial vision, poultry, machine learning.

INTRODUCCIÓN

Los huevos son un producto alimenticio muy nutritivo, la clara de huevo es una buena fuente de vitaminas. como D, B2, B6, B12 y minerales como selenio, zinc, hierro y cobre. Yemas de huevo contienen grasas, colesterol y vitaminas como A, D, E y K. Se consideran una Fuente de proteína económica y de alta calidad. Contienen todos los aminoácidos esenciales que no pueden sintetizarse en el cuerpo humano y deben obtenerse de la dieta.

Los huevos deben cumplir con estrictos estándares de control de calidad para que sean aptos para el consumo humano o para la incubación artificial, en ambos casos el primer paso es realizar una verificación visual a simple vista en busca de imperfecciones externas en la cascara de los huevos, luego se procede a realizar la ovoscopia la cual consiste en la inspección no destructiva por medio de la observación visual a contra luz, aprovechando la translucidez de la cáscara de los huevos.

La ovoscopia consume bastante tiempo al realizarse de forma manual, a largo plazo conlleva problemas no menores de salud a los operadores que la practican, desde problemas visuales por trabajar en cuartos oscuros a contra luz, como problemas de ergonomía por trabajo repetitivo; por estas razones es conveniente la automatización de la ovoscopia, esto se puede alcanzar aplicando conocimientos de la mecatrónica, automatización industrial y algoritmos de inteligencia artificial

La avicultura por medio de la evidencia empírica y científica a determinado que los huevos de aves siguen un patrón de crecimiento estándar, lo cual facilita determinar el estado de crecimiento de un embrión de ave, observando las características del embrión por medio de la ovoscopia es posible determinar el día de incubación, la fertilidad y el estado de salud.

Para automatizar la ovoscopia es necesario contar con un computador que almacene una cantidad de fotografías de embriones perfectamente sanos en cada día de incubación del ave, en conjunto con fotografías de embriones con problemas de salud, estas imágenes pueden ser usadas para entrenar una inteligencia artificial por medio del Machine Learning, por último, se conectaría una cámara digital al computador la cual captaría las fotografías de los huevos a contra luz. A lo largo de esta investigación y por medio de la revisión bibliográfica será determinada la factibilidad técnica y científica a la hora de buscar la automatización de la ovoscopia.

METODOLOGÍA

La metodología usada para la realización de este trabajo está basada en las técnicas de documentación bibliográfica. La revisión bibliográfica constituye una etapa esencial en el desarrollo de un trabajo científico y académico, implica consultar distintas fuentes de información

(catálogos, bases de datos, buscadores, repositorios, etc.) y recuperar documentos en distintos formatos (Martín y Lafuente, 2017).

A partir de esa revisión bibliográfica, el investigador va construyendo el marco teórico, documentando antecedentes y elaborando la bibliografía que se incluye al final de un trabajo científico o académico (Martín y Lafuente 2017). Los objetivos de esta investigación están orientados a determinar la factibilidad técnica y científica a la hora de buscar la automatización de la Ovoscopia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo embrionario

Durante el desarrollo embrionario, la condrogénesis es el proceso que da lugar a los cartílagos definitivos que aparecen en el adulto y, además, generar un esqueleto primigenio, que servirá como molde para la formación del esqueleto óseo (Álvarez, 2021). En la Figura 1 se expone el proceso de desarrollo embrionario de un huevo de gallina común (*Gallusgallus domesticus*)

Figura 1.

Aspectos fundamentales durante el proceso de incubación según el tipo de ave.

<p>DIA: 1</p> <p>Aparición de formación de venas y saco mesodérmico</p> 	<p>DIA: 2</p> <p>Aparición de pliegues amnióticos, latidos del corazón y circulación sanguínea</p> 	<p>DIA: 3</p> <p>TAMAÑO: 1 cm Pigmentación de ojos; los brotes de las patas son más largos que el ala</p> 	<p>DIA: 4</p> <p>TAMAÑO: 1,3 cm Pigmentación de ojos; los brotes de las patas son más largos que el ala</p> 
<p>DIA: 5</p> <p>Aparición de las rodillas y los codos.</p> 	<p>DIA: 6</p> <p>TAMAÑO: 1.8cm Aparición del pico; se mueve a voluntad; dedos delimitados</p> 	<p>DIA: 7</p> <p>Esbozo de hileras de plumas. La cresta comienza su desarrollo</p>	<p>DIA: 8</p> <p>TAMAÑO: 2.2cm Cuello bien diferenciado. Cañas de las plumas prominentes; el pico superior e inferior son de igual tamaño</p>
<p>DIA: 9</p> <p>Forma con apariencia de ave; Aparición del hueco de la boca</p>	<p>DIA: 10</p> <p>Los dedos completamente separados, uñas en los dedos</p> 	<p>DIA: 11</p> <p>La cresta se ve aserrada; Aparición de plumas en la cola; parpados ovalados</p>	<p>DIA: 12</p> <p>TAMAÑO: 4.5cm Plumón visible en alas. Párpados casi cerrados y con forma elíptica</p> 
<p>DIA: 13</p> <p>Aparición de escamas; el embrión está cubierto de plumón; abertura de ojos</p> 	<p>DIA: 14</p> <p>Cuerpo enteramente cubierto de plumón. El embrión está alineado con el eje longitudinal</p>	<p>DIA: 15</p> <p>Los intestinos pequeños están en el Abdomen</p> 	<p>DIA: 16</p> <p>Las plumas cubren el cuerpo</p> 
<p>DIA: 17</p> <p>Cabeza entre las patas</p> 	<p>DIA: 18</p> <p>Cabeza debajo del ala derecha</p> 	<p>DIA: 19</p> <p>Desaparición del líquido amniótico (el embrión se lo traga); la mitad del saco vitelino ya está dentro del cuerpo</p>	<p>DIA: 20</p> <p>El saco vitelino ya está dentro del cuerpo; el pico se introduce en la cámara de aire. Inicia la respiración pulmonar y vocalización.</p>
<p>DIA: 21</p> <p>El pollito rompe con su pico el cascaron: Eclosión</p> 			

Fuente: (Argüezo, 2020)

¿Que es la Ovoscopia?

Es una inspección no destructiva que consiste en aplicar luz sobre la muestra para detectar anomalías (Vargas, Ruiz y Navas, 2018). En la figura 2 se muestran imágenes que reúne varias fotografías derivadas de una ovoscopia a varios huevos, se pueden observar varios aspectos que hablan directamente de las condiciones de salud, tales como:

- Si la yema está pegada al caparazón y el huevo tiene un olor acre el huevo está seco.
- Un huevo opaco indica un cultivo de bacterias que volverán putrefacto el huevo.
- Una estructura homogénea de color naranja en conjunto con una superficie rojiza indica que el embrión se está desarrollando con normalidad

- La presencia de bacterias en el huevo puede producir manchas de diferentes colores y formas.
- Las manchas de sangre son una señal sobre la presencia de patologías diversas.
- Si hay más luz de lo normal dentro del huevo, indica ruptura de la cascara.

Figura 2

Ovoscofia realizada a varios huevos

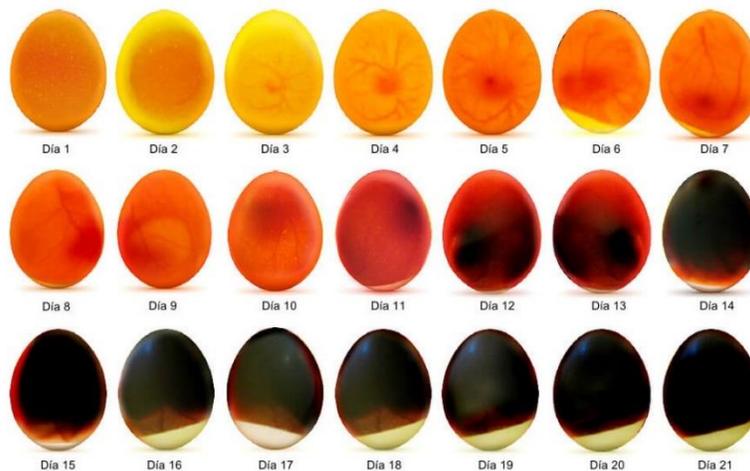


Fuente: (Forzoo, 2018)

En la figura 3 se observan fotografías del desarrollo embrionario ideal de un huevo de gallina común (*Gallusgallusdomesticus*), es lo que se espera obtener en una ovoscofia; en el caso de esta ave, el proceso de incubación demora 21 días,

Figura 3.

Ciclo de incubacion visto desde la ovoscofia



Fuente: (Garden, 2018)

Inteligencia Artificial (I.A)

La IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano (Rouhiainen, 2018). La inteligencia artificial permite sustituir el trabajo manual por un trabajo automatizado, con mayor velocidad de respuesta y con la capacidad de operar por muchas horas de manera ininterrumpida.

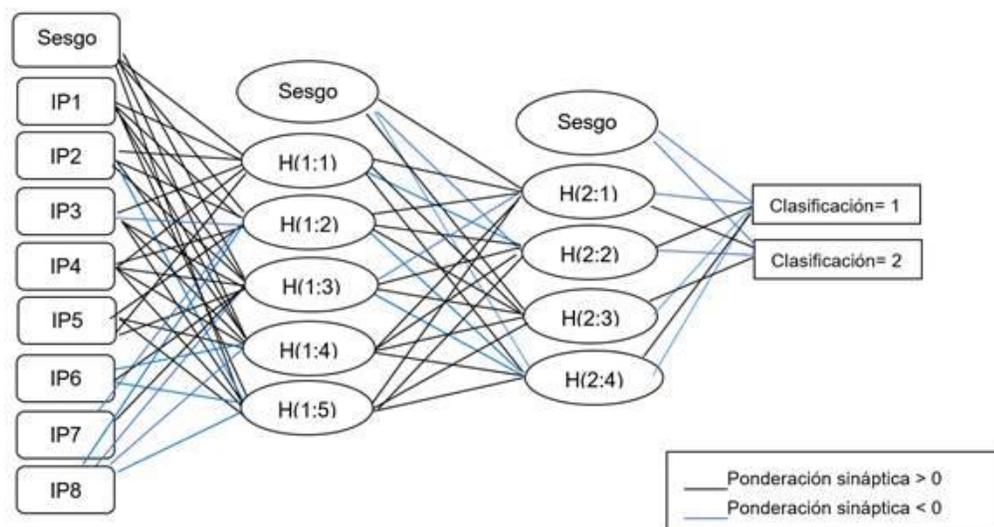
Redes Neuronales

Las redes neuronales emulan ciertas características propias de los humanos, como son la capacidad de memorizar y de asociación de hechos y eventos. Muchos de los problemas que no se pueden resolver mediante algoritmos tradicionales se podrían aproximar mediante el entrenamiento, cuya finalidad es adquirir experiencia (Arias y Ruíz, 2019). Las redes neuronales se basan en las características funcionales del sistema nervioso humano, utiliza un modelo de optimización no lineal, este tipo de inteligencia artificial esta inspirado en la forma en la que el cerebro humano crea redes de conexión entre las neuronas, de allí el nombre.

En la figura 4 se puede observar un ejemplo de una red neuronal, se conforma de una red de conexiones que analiza todas las diferentes combinaciones entre los puntos iniciales y los posibles sesgos u orientaciones, para tomar una decisión final en base a los resultados calculados dentro de la red.

Figura 4.

Ejemplo de una red neuronal



Fuente: (Fontalvo, De la Hoz, y De la Hoz, 2018)

Machine Learning

El machine learning es una modalidad de inteligencia artificial que entrena a una máquina virtual a través de data mining para automatizar procesos de análisis de datos, entre otras funcionalidades (Saura, Reyez-Menendez y Palos-Sanchez, 2018). Su principal objetivo es crear sistemas que aprendan automáticamente, es decir, que sean capaces de identificar patrones complejos en un gran volumen de datos que reciba sistema (Domínguez, 2018). El machine learning o aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial que utiliza redes neuronales.

Python y OpenCV

Python tiene la funcionalidad de poder usarse en cualquier plataforma a la vez que hace el código sea fácil de entender e intuitivo (Walker, 2018). Python es un lenguaje multiparadigma en el que conviven de forma nativa aspectos imperativos, funcionales y orientados a objetos (Troyano, Fermín y Vallejo, 2018). Python se caracteriza por ser un lenguaje de código abierto de fácil aprendizaje y de una capacidad extraordinaria para coexistir con otros lenguajes de programación y su facilidad para desarrollar librerías.

OpenCV es multiplataforma, con versiones para distribuciones GNU/Linux, Mac OS X, Windows, Android e IOS. Tiene interfaces C ++, Python y Java. Sus funciones abarcan grandes áreas en el proceso de visión como el reconocimiento de objetos, calibración de cámaras o visión robótica. OpenCV es una librería de código abierto que incorpora de forma nativa una serie de inteligencias artificiales pre entrenadas a disposición de sus usuarios, esto permite desarrollar sistemas de visión artificial con relativa facilidad.

Antecedentes de Ovoscopia con inteligencia artificial

Existen investigaciones donde se han realizado trabajos de automatización de la Ovoscopia con ayuda de inteligencia artificial, como es descrito: el sistema planteado consta de una banda transportadora de huevos que al entrar a una cámara de Ovoscopia mediante visión artificial por computador son clasificados bajo parámetros de fertilidad requeridos en el cascaron Navas y Vargas (2014), en este trabajo se destaca que la banda transportadora está constituida de forma tal que permite el paso a la luz sin comprometer la integridad de la muestra. En la figura 5 se observa el sistema planteado, desde el modelado 3D a su diseño final.

Figura 5

Sistema de Ovoscopia con visión artificial



Fuente: (Navas y Vargas, 2014)

El diseño de la figura 5 destaca por las siguientes características:

Dos bandas laterales con accesorios de caucho, los mismo que están ubicados a dos pulgadas de distancia entre ellos, cavidad suficiente para alojar un huevo, permitiendo tener control sobre la cantidad y ubicación exacta de los huevos sin comprometer su estado.

- Una banda lisa ubicada entre las bandas laterales cuya función es recibir los huevos defectuosos.
- Actuadores varios que realizan las acciones de control en base a las ordenes de las tarjetas de control.
- Un motor 1 HP con variador de frecuencia que permite controlar las bandas.
- Sensor fotoeléctrico para contabilizar los huevos.

Resultados de Ovoscopia con inteligencia artificial

En la Figura 6 se visualizan los resultados obtenidos en base a tres pruebas del sistema de un total de 100 huevos procesados en un tiempo de dos minutos, es interesante destacar que el sistema es bastante veloz.

Figura 6
Resultados de Ovoscopia

	Primera prueba	Segunda prueba	Tercera prueba
Huevos seleccionados por el sistema como fértiles	63	78	49
Huevos seleccionados por el sistema como no fértiles	37	22	51
Huevos fértiles eclosionados	61	75	45
Huevos no fértiles eclosionados	3	2	3

Fuente: (Navas y Vargas, 2014)

En la figura 6 se observan los resultados del sistema a nivel de fotografía, se aprecian 4 resultados:

- Ruptura lineal
- Corregido de útero.
- Marcas de jaula
- Aspecto normal (saludable).

Figura 7
Resultados de Ovoscopia

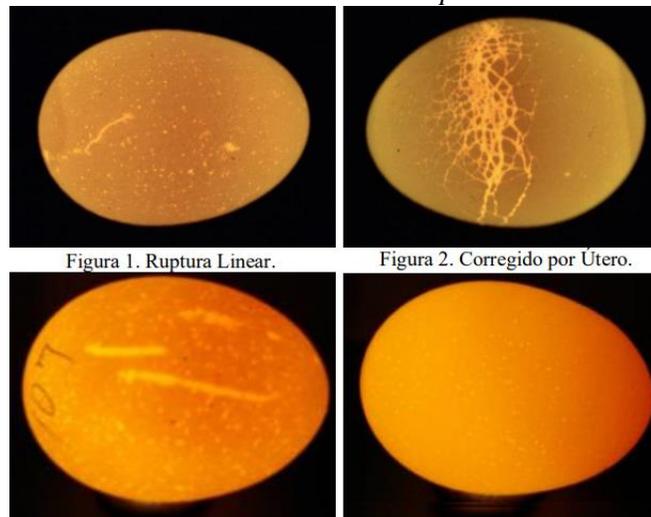


Figura 1. Ruptura Linear.

Figura 2. Corregido por Útero.

Figura 3. Marcas de Jaula.

Figura 4. Aspecto Normal (Saludable).

Fuente: (Navas y Vargas, 2014)

CONCLUSIONES

Luego de analizar toda la información obtenida por medio de la documentación bibliográfica se puede concluir que la Ovoscopia desarrollada y automatizada con inteligencia artificial ya ha sido investigada y desarrolla arrojando resultados favorables, obteniendo mejoras en el tiempo de procesamiento y eliminando los problemas de salud derivados de la falta de ergonomía de la Ovoscopia manual.

En la investigación realizada se pudo observar que hay pocos trabajos documentados sobre la Ovoscopia automatizada con inteligencia artificial.

La Ovoscopia permite mejorar la efectividad de las incubadoras artificiales, este proceso se aplica aproximadamente en la primera semana de incubación, de encontrar muerte embrionaria sería por la mala calidad de la carga de la incubadora; a pocos días de finalizar la incubación se realiza una nueva Ovoscopia, de encontrar muerte embrionaria supondría que la incubadora hizo mal el trabajo, por lo tanto, sería necesario revisar el equipo a nivel técnico en busca de fallos. A pequeña escala la Ovoscopia no supondría mayores complicaciones, pero al manejar altos volúmenes de incubación si, debido al tiempo que se debe invertir, por lo tanto, se concluye que la Ovoscopia automatizada con inteligencia artificial permite reducir los tiempos de inspección de huevos aportando así un mayor rendimiento a las incubadoras, por ende, aumentando la rentabilidad de las granjas avícolas.

Luego de haber realizado esta investigación se puede concluir que la mejor manera de aplicar inteligencia artificial al proceso de Ovoscopia es por medio de un sistema programado en Python con la librería de OpenCV dado la facilidad de estas dos herramientas de software para crear visión artificial basada en redes neuronales usando machine learning, además de utilizar en conjunto con un sistema de bandas transportadoras, motores, actuadores, y sensores fotoeléctricos y cámaras digitales, adaptados a la escala y tamaño del equipo, como controlador se puede utilizar una computadora convencional o un sistema embebido como lo es la tarjeta de desarrollo Raspberry Pi4.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, G. (2021). Desarrollo embrionario y postnatal de los sistemas visual y esquelético en aves precociales y altriciales. Estudio comparado. España: Trabajo especial de grado de la Universidad de Extremadura.
- Argüezo, L. (2020). Tasa de fertilidad del huevo de gallinas ponedoras de la línea Hy Line Brown en diferentes edades mediante el sistema de incubación artificial – Trujillo 2018. Lima, Perú: Trabajo especial de grado de la Universidad de la UNHEVAL.
- Arias, J., & Ruíz, J. (2019). Definición de un modelo de evaluación de riesgos en seguridad de la información bajo los lineamientos de la Norma ISO 27001, utilizando técnicas de redes neuronales. Pereira: Trabajo especial de grado de la Universidad Tecnológica de Pereira para optar al título de Magister en Ingeniería de Sistemas y Computación.
- Domínguez, C. (2018). FacesDetector: Aplicación práctica de machine learning sobre imágenes para un contexto de seguridad. Trabajo especial de grado de la Escuela Politécnica UEX Cáceres para optar al grado de Ingeniería Informática en Ingeniería del Software.
- Fontalvo, T., De la Hoz, E., & De la Hoz, E. (2018). Método Análisis Envolvente de Datos y Redes Neuronales en la Evaluación y Predicción de la Eficiencia Técnica de Pequeñas Empresas Exportadoras. *Información Tecnológica* 29(6) .
- Forzoo. (2018). La incubación adecuada de los huevos de gallina. Los principales períodos de incubación de huevos de gallina. Recuperado el 05 de Enero de 2022, de <https://forzoo.ru/es/proper-incubation-of-chicken-eggs-the-main-periods-of-incubation-of-chicken-eggs.html>
- Garden. (2018). Características del procedimiento para la ovoscopia de huevos de gallina por día. Recuperado el 07 de Julio de 2022, de <https://garden-es.desigusxpro.com/kury/soderzhanie/ovoskopirovanie-kurinyh-yaits.html>
- Martín, S., & Lafuente, V. (2017). Referencias bibliográficas: indicadores para su evaluación en trabajos científicos. *Investigación bibliotecológica* 31(71) , 151-180.
- Navas, M., & Vargas, R. (2014). Diseo e implementación de un sistema de ovoscopia con visión artificial para la detección de huevo fértiles para INCUBANDINA. Ecuador: Trabajo especial de grado de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE.
- Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia artificial. Madrid: Alienta Editorial.

- Saura, J., Reytez-Menendez, A., & Palos-Sanchez, P. (2018). Un Análisis de Sentimiento en Twitter con Machine Learning: Identificando el sentimiento sobre las ofertas de# BlackFriday. *Revista Espacios*, 39(42) , 16.
- Troyano, J., Fermín, M., & Vallejo, M. (2018). Introducción a la Programación con Python, Computación Interactiva y Aprendizaje Significativo. *Actas de las Jenui 3* , 223-230.
- Vargas, R., Ruiz, L., & Navas, M. (2018). Combinando la ovoscopia manual y automática: una solución segura y socialmente responsable. *Enfoque UTE* 9(2) .
- Walker, J. (2018). Python: La Guía Definitiva para Principiantes para Dominar Python. Recuperado el 05 de Enero de 2022, de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=T15tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Walker,+J.+S.+\(2018\).+Python:+La+Gu%C3%ADa+Definitiva+para+Principiantes+para+Dominar+Python.+Babelcube+Inc.&ots=EQQjVGwcfO&sig=e1Iwlpef2UNb5mUPT0v0Ancquas#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=T15tDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Walker,+J.+S.+(2018).+Python:+La+Gu%C3%ADa+Definitiva+para+Principiantes+para+Dominar+Python.+Babelcube+Inc.&ots=EQQjVGwcfO&sig=e1Iwlpef2UNb5mUPT0v0Ancquas#v=onepage&q&f=false)