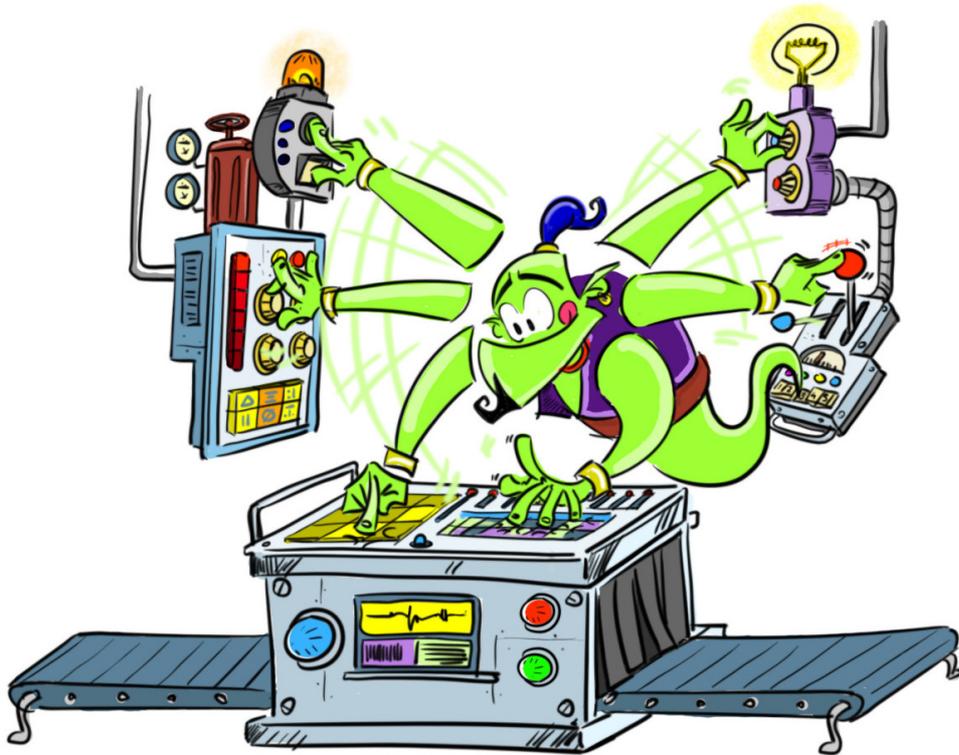


LearningML

Manual de usuario



Autor: Juan David Rodríguez

Versión: 1.3

Fecha: noviembre 2021

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
DESCRIPCIÓN	3
EL EDITOR DE MODELOS DE MACHINE LEARNING	4
Menú principal	4
Creación de una cuenta	6
Reconocimiento de textos.	6
Reconocimiento de imágenes.	11
Reconocimiento de conjuntos numéricos	12
La colección “mis proyectos”	16
La colección “proyectos compartidos”	17
El modo avanzado	18
LA PLATAFORMA DE PROGRAMACIÓN	22
Bloques para el reconocimiento de textos	23
Bloques para el reconocimiento de imágenes	24
APÉNDICE A: EJEMPLO DE CONJUNTO NUMÉRICO TABULAR	26

Introducción

LearningML es una plataforma web para la enseñanza y aprendizaje del *Machine Learning*¹ o *Aprendizaje Automático*, como se traduce en español, una de las técnicas de Inteligencia Artificial más exitosas y utilizadas en la actualidad. Esta plataforma constituye una herramienta completa para construir modelos de Machine Learning y programar aplicaciones que utilizan dichos modelos. “Aprender haciendo” es la base pedagógica sobre la que se ha diseñado *LearningML*.

Descripción

La plataforma *LearningML* está compuesta por 3 partes:

- Una página web destinada a la difusión y descripción de la propia herramienta y de cuestiones relacionadas con el Machine Learning y su aprendizaje. Se accede a través de la url: <https://learningml.org>.
- Una aplicación para la construcción de modelos de Machine Learning (el editor de ML). Se accede a través de la url: <https://learningml.org/editor/>.
- Una plataforma de programación por bloques para construir aplicaciones que utilizan los modelos elaborados con la anterior aplicación. Se accede a ella desde el editor de ML o directamente a través de la url: <https://learningml.org/scratch/>.

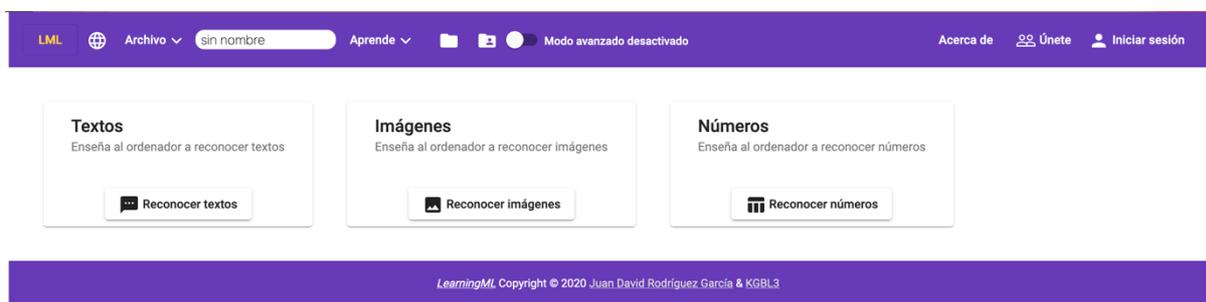
¹ En la web del proyecto <https://learningml.org> puedes encontrar recursos para aprender sobre Machine Learning e Inteligencia Artificial.

El editor de modelos de Machine Learning

El editor de modelos de Machine Learning, cuya versión on-line es accesible a través de la URL <https://learningml.org/editor>, es la herramienta con la que se construyen los modelos de Machine Learning mediante recopilación de ejemplos etiquetados.

Menú principal

Se entra a través de la url: <https://learningml.org/editor/>. Y el aspecto es el siguiente:



La barra superior muestra los siguientes menús:

- **LearningML.** Este botón te lleva a la pantalla de inicio desde cualquier lugar de la aplicación en que te encuentres.
- **Archivo,** desde donde se puede:
 - Crear nuevos proyectos.
 - Guardar proyectos localmente en el ordenador.
 - Guardar proyectos en la cuenta de *LearningML*.
 - Cargar proyectos localmente desde el ordenador.
 - Cargar proyectos desde la cuenta de *LearningML*.

- Guardar como una copia en la cuenta de LearningML.
- Una **caja de textos** para indicar el nombre del proyecto que se está guardando o cargando.
- Menú **“Aprende”**, con enlaces a tutoriales y al manual.
- Acceso a **“mis proyectos”** en la cuenta de LearningML
- Acceso a **“proyectos compartidos”** en la cuenta de LearningML.
- **Activación/Desactivación del “Modo avanzado”**. El modo avanzado permite visualizar algunos interesantes gráficos para entender mejor cómo funcionan los algoritmos de Machine Learning.
- Botón **“Únete”**, para crear una cuenta de LearningML.
- Botón de inicio de sesión.
- **Inicio de sesión**. Para abrir sesión una vez que has creado tu cuenta.

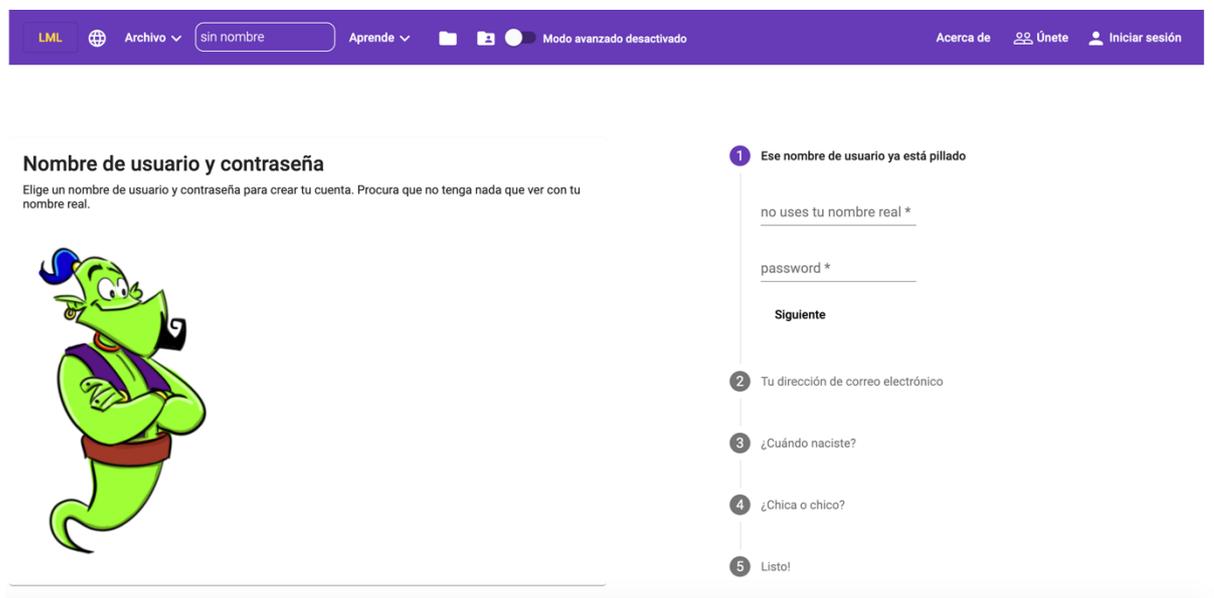
Puedes crear tres tipos de modelos de Machine Learning:

- De reconocimiento de textos.
- De reconocimiento de imágenes.
- De reconocimiento de conjuntos numéricos.

La herramienta es completamente funcional sin necesidad de crear una cuenta. La única limitación es que sin cuenta solo se pueden guardar y cargar los proyectos localmente en el ordenador. Si quieres guardar una copia de tus proyectos en la nube de LearningML o usar los proyectos compartidos, debes crearte una cuenta.

Creación de una cuenta

Para crear una cuenta se hace clic en “Únete a LearningML”. También se puede crear desde la web del proyecto <https://learningml.org>. La aplicación te pedirá un nombre de usuario, un password, una dirección de correo electrónico, tu fecha de nacimiento y tu género. Se recomienda que **el nombre de usuario no tenga nada que ver con tu nombre real**. Por otro lado, el correo electrónico es necesario para poder activar la cuenta y poder avisarte de posibles problemas o cuestiones que tengan que ver con tu cuenta. Finalmente, los datos sobre la edad y el género se solicitan únicamente por motivos de investigación de uso de la herramienta.

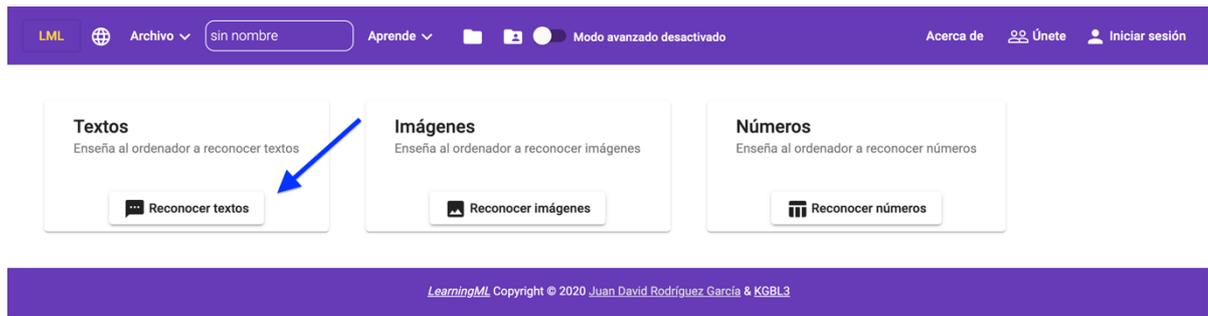


The screenshot shows the registration interface of LearningML. At the top, there is a purple navigation bar with the LML logo, a search bar containing 'sin nombre', and links for 'Aprende', 'Modo avanzado desactivado', 'Acerca de', 'Únete', and 'Iniciar sesión'. The main content area is white and features a cartoon character on the left. The title 'Nombre de usuario y contraseña' is followed by instructions: 'Elige un nombre de usuario y contraseña para crear tu cuenta. Procura que no tenga nada que ver con tu nombre real.' The registration steps are listed on the right: 1. 'Ese nombre de usuario ya está pillado' (with sub-inputs 'no uses tu nombre real *' and 'password *'), 2. 'Tu dirección de correo electrónico', 3. '¿Cuándo naciste?', 4. '¿Chica o chico?', and 5. 'Listo!'. A 'Siguiete' button is located below the password input.

Una vez que te hayas registrado, podrás guardar y cargar proyectos en la nube desde tu cuenta y utilizar todas las funcionalidades de la aplicación.

Reconocimiento de textos.

Para construir un modelo de reconocimiento de texto, debes hacer clic en el botón “Reconocer textos” de la pantalla principal.



Y llegarás a la siguiente pantalla:



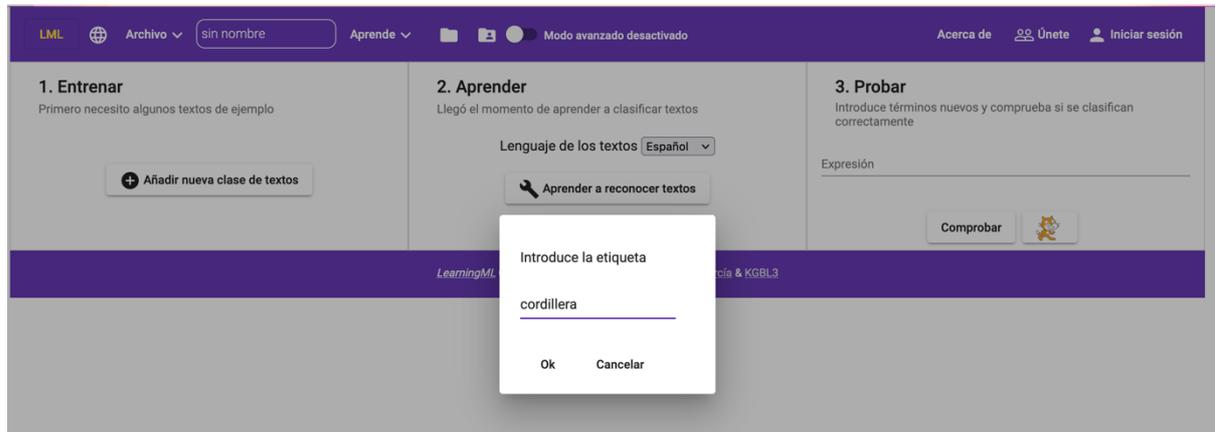
La herramienta está organizada en tres secciones que se corresponden con las tres fases de la generación de modelos en el Machine Learning supervisado:

1. Entrenar
2. Aprender
3. Probar

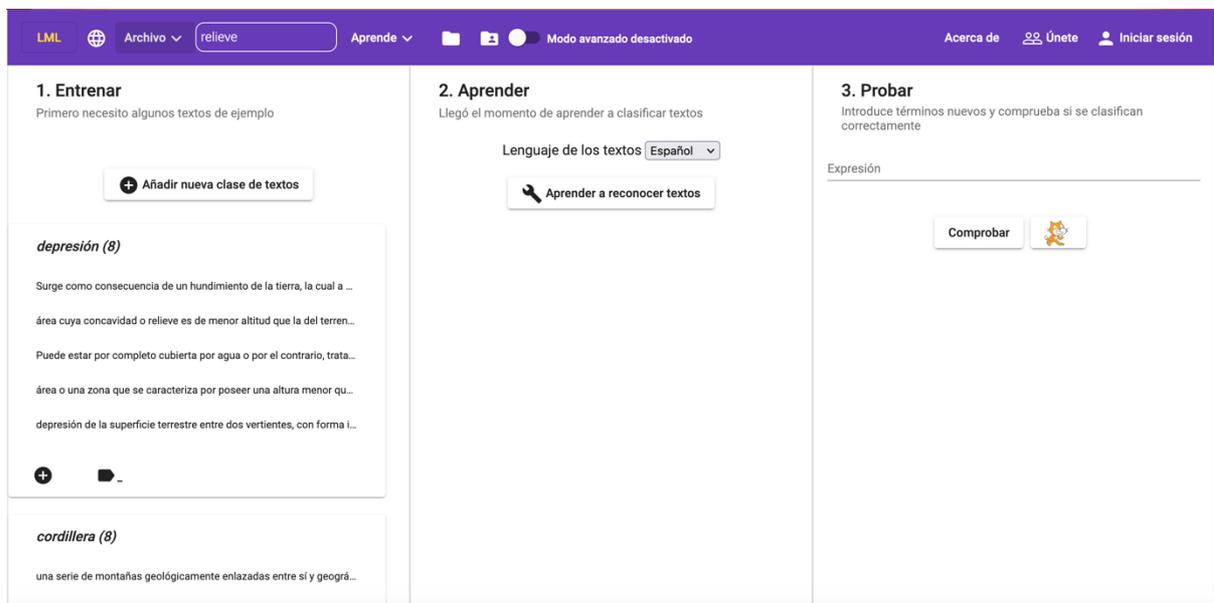
Entrenar

Entrenar significa recopilar ejemplos de textos que quieras reconocer. Es lo primero que debes hacer para crear un modelo de Machine Learning. Desde aquí puedes añadir nuevas etiquetas o clases, es decir, los nombres de los tipos de cosas que quieres reconocer. Por ejemplo, si estás haciendo un modelo para reconocer definiciones de accidentes

geográficos, las clases podrían ser: *cordillera*, *meseta* y *depresión*. Para crear nuevas clases (o etiquetas, es lo mismo) basta con pulsar en el botón “Añadir nueva clase de texto”:



Cuando hayas creado todas las clases de tu problema, debes añadir ejemplos de textos pertenecientes a cada una ellas. Así construirás un conjunto de ejemplos etiquetados que la aplicación utilizará para aprender a clasificar textos distintos pero similares a los empleados en la fase de entrenamiento.

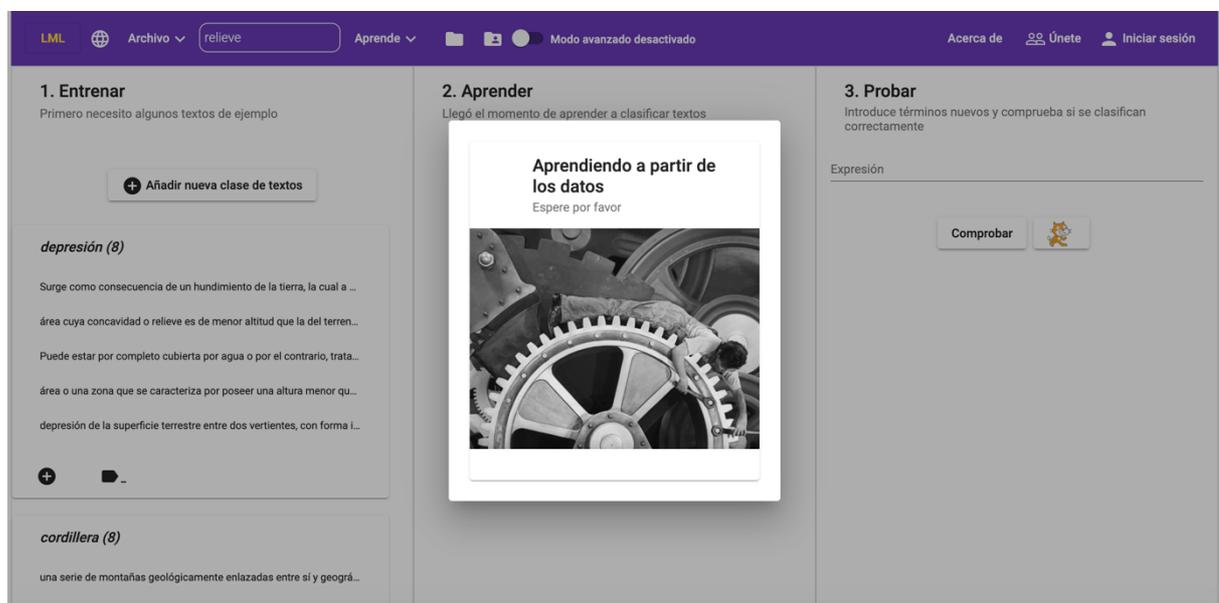


Se recomienda añadir 10 ejemplos de cada clase como mínimo para que el algoritmo de Machine Learning construya un buen modelo.

Puedes eliminar los textos que has introducido simplemente picando sobre ellos y confirmando el borrado.

Aprender

Cuando tengas un número suficiente de textos de ejemplo, hay que ejecutar el algoritmo de Machine Learning que enseñará al ordenador a reconocer textos similares a los que has introducido como ejemplo. Sólo tienes que pulsar en el botón “Aprender a reconocer textos” para que esto tenga lugar. Puede que tarde un ratito en ejecutarse este proceso, pues es muy intensivo computacionalmente hablando. Mientras el aprendizaje está teniendo lugar aparecerá una animación que indica que el proceso se está llevando a cabo. Cuando el aprendizaje finalice la aplicación te lo notificará.



Probar

Llegados a este punto la aplicación ya ha construido un modelo capaz de clasificar textos similares pero distintos a los usados en el entrenamiento. Ahora puedes probar cómo de bien funciona. Basta con que introduzcas un nuevo texto en la caja de texto de la sección

“Probar” y pulsar en el botón “Comprobar”. La herramienta te propondrá una clasificación y mostrará las distintas probabilidades de que el texto pertenezca a cada una de las etiquetas.

The screenshot shows the LML interface with a purple header. The main content is divided into three columns:

- 1. Entrenar:** "Primero necesito algunos textos de ejemplo". Includes a button "Añadir nueva clase de textos" and a list of labels with descriptions. Visible labels include "depresión (8)" and "cordillera (8)".
- 2. Aprender:** "Llegó el momento de aprender a clasificar textos". Includes a language selector set to "Español" and a button "Aprender a reconocer textos".
- 3. Probar:** "Introduce términos nuevos y comprueba si se clasifican correctamente". Includes an input field with the text "conjunto de montañas en línea", a "Comprobar" button, and a list of results:
 - Probablemente pertenezca a la clase cordillera
 - cordillera (80.73 %)
 - acantilado (8.54 %)
 - depresión (6.41 %)
 - meseta (4.32 %)

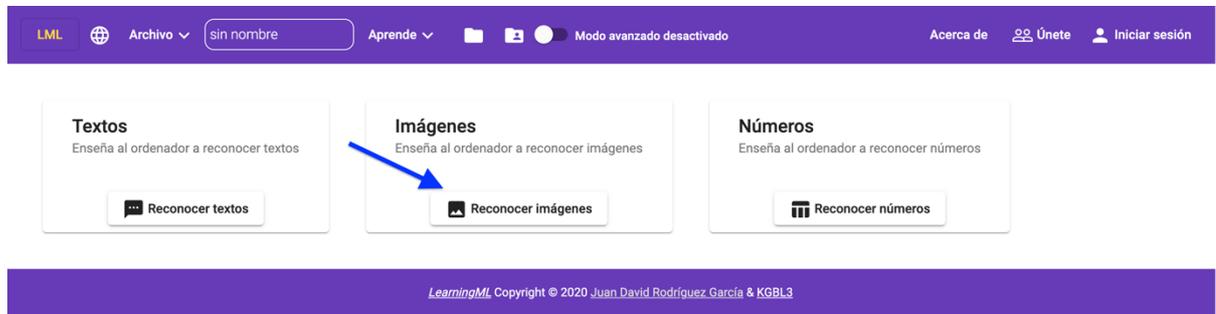
Y con esto ya tienes listo tu modelo de reconocimiento de textos. Siempre puedes mejorarlo añadiendo nuevos textos a las etiquetas que has creado y volviendo a ejecutar el proceso de aprendizaje. Entonces, debes volver a probar para ver si el modelo ha mejorado. Puedes repetir este proceso todas las veces que quieras.

Para no perder los datos que has añadido puedes guardar el proyecto tanto localmente en tu ordenador, como en la nube en tu cuenta de *LearningML*. Una vez guardado puedes recuperarlo cuando quieras y continuar mejorándolo.

Una vez llegados a este punto puedes construir un programa que utilice el modelo que acabas de crear. Aunque es algo opcional, es muy recomendable pues la experiencia resultará más completa. Te contamos cómo hacerlo en la sección “*La plataforma de programación*”.

Reconocimiento de imágenes.

Podemos crear modelos para el reconocimiento de imágenes pulsando en el botón “Reconocer imágenes” de la pantalla principal.

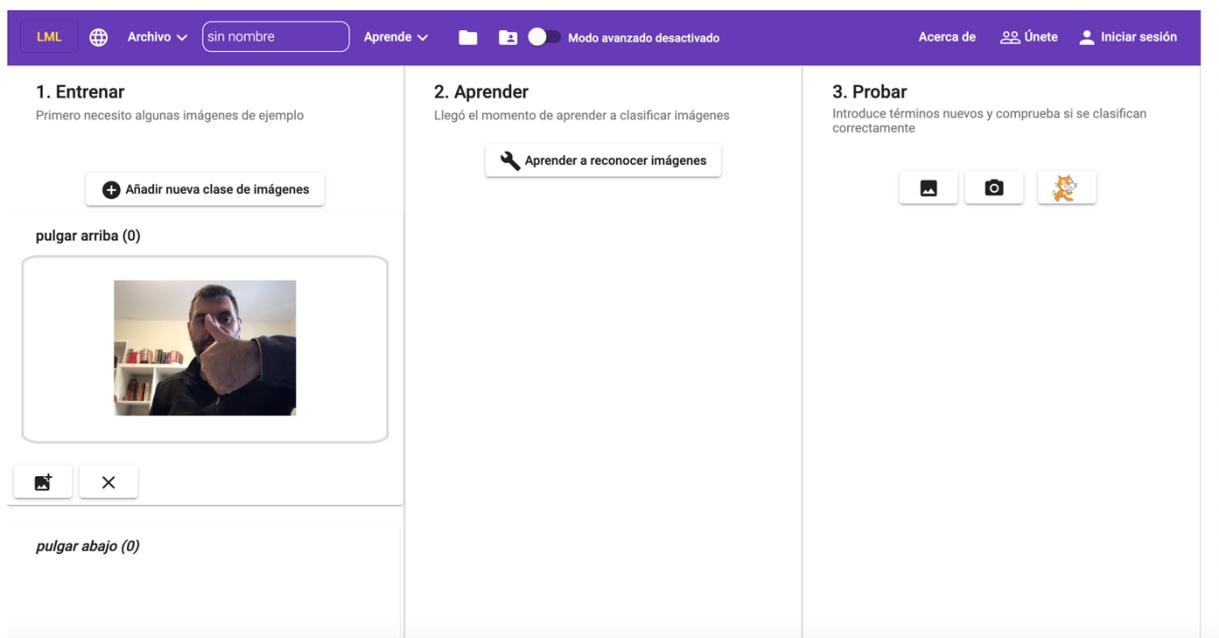


La creación de modelos para reconocer imágenes es análoga a la de reconocimiento de texto y consta de las mismas fases: entrenar, aprender y probar. La única diferencia es que los ejemplos que añadimos son imágenes en lugar de textos.

Puedes añadir nuevas imágenes a las etiquetas de dos maneras: subiendo archivos

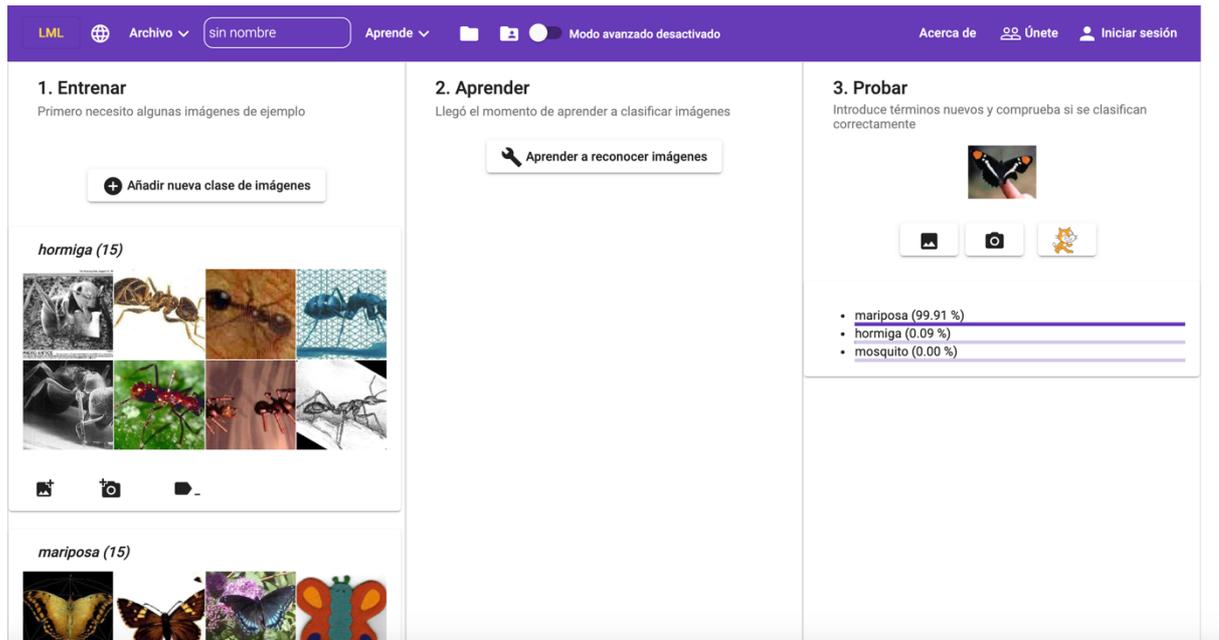
mediante el botón  y/o usando la webcam, mediante el botón 

Puedes usar ambos tipos de entrada para añadir imágenes en una misma etiqueta.



Una vez que tengas todas tus imágenes de ejemplo, comprobarás que la fase de aprendizaje tarda más en completarse. Es normal, el proceso aprendizaje para imágenes es aún más costoso que para textos.

Por último, puedes probar el modelo generado con nuevas imágenes que obtengas desde un fichero o desde la webcam.



Como en el caso del reconocimiento de textos, puedes mejorar el modelo añadiendo más imágenes y volviendo a ejecutar el proceso de aprendizaje. Finalmente, puedes programar una aplicación que haga uso de este modelo.

Reconocimiento de conjuntos numéricos

Los conjuntos numéricos son datos tabulados al estilo de una hoja de cálculo. Podemos crear un modelo para el reconocimiento de este tipo de datos haciendo clic en el botón "Reconocer números" de la pantalla principal.



El procedimiento es exactamente igual que en los tipos de modelos anteriores, esto es: primero se introducen ejemplos (entrenamiento), después se ejecuta el algoritmo de Machine Learning (aprendizaje) y, finalmente, se prueba el modelo (probar). Opcionalmente, se puede construir un programa con Scratch.

Para introducir datos de ejemplos, en primer lugar, tenemos que indicar el número de números que contendrá cada conjunto, es decir, el nº de columnas de la tabla que recogerá los datos. Veámoslo con un ejemplo.

Supongamos que queremos reconocer flores que pertenecen a tres especies distintas que se llaman: “iris virginica”, “iris versicolor” e “iris setosa”. Para ello, se han realizado medidas sobre la longitud del sépalo, la anchura del sépalo, la longitud del pétalo y la anchura del pétalo de 150 ejemplares distintos. Es decir, cada conjunto numérico consta de 4 números. En el apéndice A mostramos el conjunto completo. Échale un vistazo antes de continuar con el ejemplo.

Comenzamos indicando el nº de columnas en la sección “Entrenar”.

The screenshot shows the LML interface with three main sections: 1. Entrenar (Train), 2. Aprender (Learn), and 3. Probar (Test). In the 'Entrenar' section, the 'Número de columnas' (Number of columns) is set to 4, indicated by a blue arrow. Below it is a button '+ Añadir nueva clase de números'. In the 'Probar' section, there is a 'Comprobar' button and a small cat icon. The footer contains the text 'LearningML Copyright © 2020 Juan David Rodríguez García & KGBL3'.

Ahora añadimos las 3 clases de especie:

This screenshot shows the 'Entrenar' section updated with three species classes. Each class is represented by a card with the species name and a count of 0: 'iris setosa (0)', 'iris versicolor (0)', and 'iris virginica (0)'. Each card has a plus sign and a minus sign icon. The 'Número de columnas' remains at 4. The 'Aprender' and 'Probar' sections are identical to the previous screenshot.

Y, finalmente, añadimos los ejemplares según aparecen en la tabla:

This screenshot shows a modal dialog box over the 'Entrenar' section. The dialog prompts the user to 'Introduce el conjunto de números separado por comas' (Introduce the set of numbers separated by commas). The input field contains the text '7,7,2,8,6,7,2,0'. A blue arrow points from the text 'primer ejemplar de iris setosa' to the input field. The dialog has 'Ok' and 'Cancelar' buttons. The background interface is dimmed.

Es imprescindible que todos los conjuntos numéricos que se añadan en la distintas clases tengan el mismo número de números. O dicho desde el punto de vista tabular, que tengan el mismo número de columnas.

Una vez que introduzcamos todos los datos, nos quedará algo así:

1. Entrenar
Primero necesito algunos números de ejemplo

Número de columnas
4

+ Añadir nueva clase de números

Iris-setosa (48)

5.0000,3.3000,1.4000,0.2000
5.3000,3.7000,1.5000,0.2000
4.6000,3.2000,1.4000,0.2000
5.1000,3.8000,1.6000,0.2000
4.8000,3.0000,1.4000,0.3000

Una vez que hayamos construido el modelo haciendo clic en “Aprender a reconocer números”, podemos probarlo introduciendo en “Probar” nuevos conjuntos numéricos:

3. Probar
Introduce términos nuevos y comprueba si se clasifican correctamente

Números
5.1,3.6,1.5,0.4

Comprobar

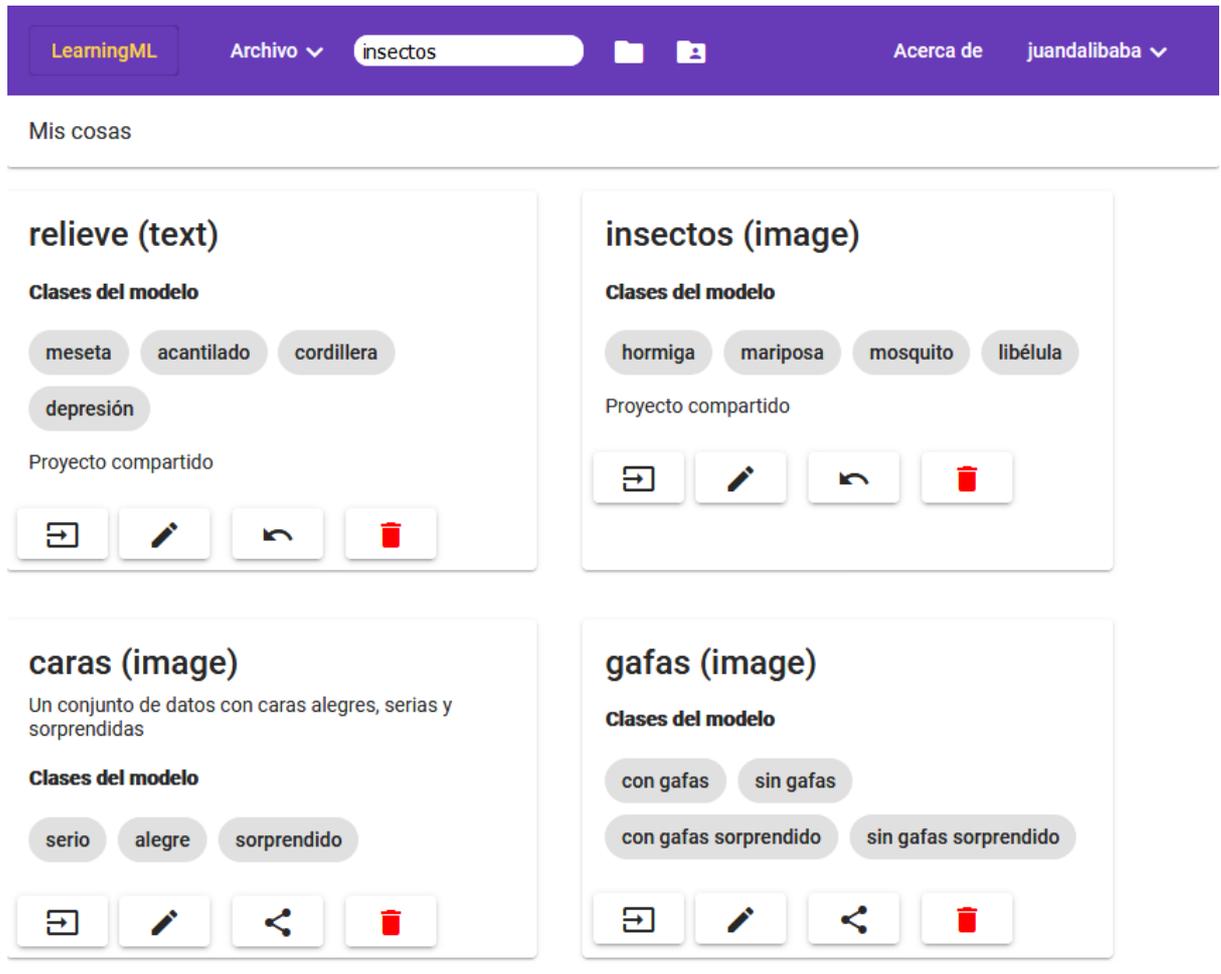
Estoy prácticamente segura de que pertenece a la clase Iris-setosa

- Iris-setosa (99.82 %)
- Iris-versicolor (0.18 %)
- Iris-virginica (0.00 %)

La colección “mis proyectos”

Si te has registrado y dispones de una cuenta de *LearningML*, puedes guardar tus proyectos en la nube y acceder a ellos desde cualquier ordenador. Para ello debes pulsar

en el icono de la carpeta  y verás la colección de tus proyectos.



LearningML Archivo insectos Acerca de juandalibaba

Mis cosas

relieve (text)
Clases del modelo: meseta, acantilado, cordillera, depresión
Proyecto compartido

insectos (image)
Clases del modelo: hormiga, mariposa, mosquito, libélula
Proyecto compartido

caras (image)
Un conjunto de datos con caras alegres, serias y sorprendidas
Clases del modelo: serio, alegre, sorprendido

gafas (image)
Clases del modelo: con gafas, sin gafas, con gafas sorprendido, sin gafas sorprendido

Cada proyecto se presenta en una tarjeta y puedes ver su nombre, tipo, descripción y las clases de cosas (textos, imágenes, o números, según el tipo de proyecto) que reconoce.

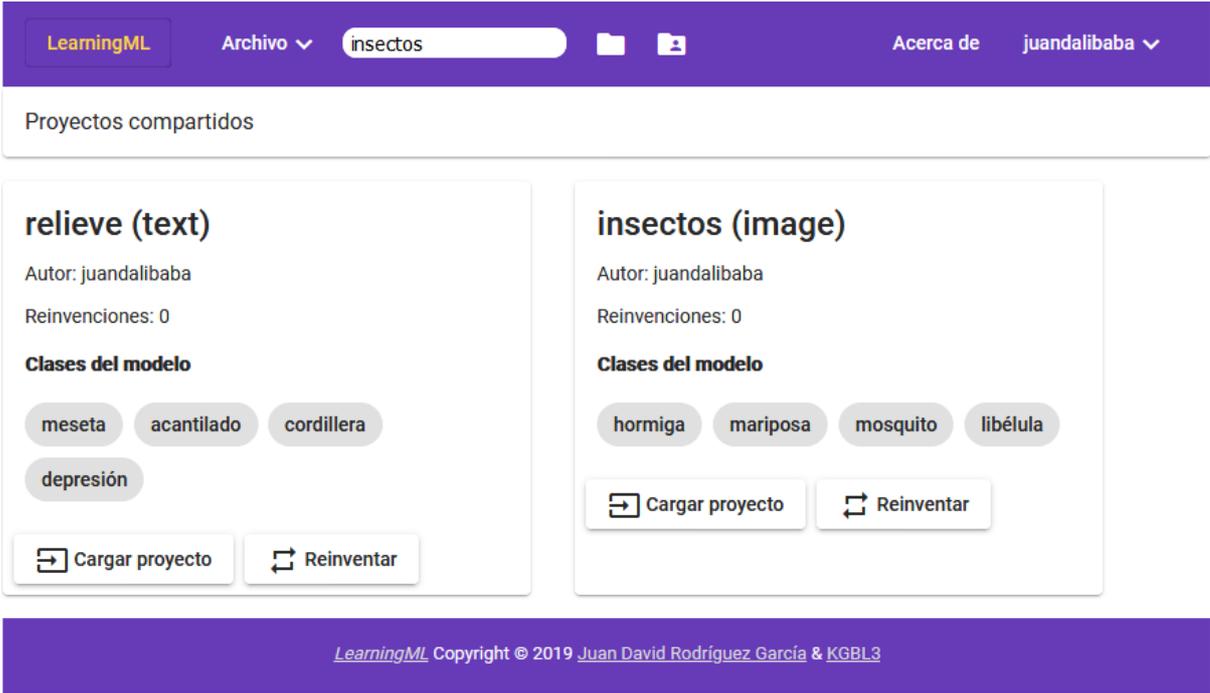
Cada proyecto ofrece 4 operaciones:

- Cargar el proyecto 
- Editar las propiedades del proyecto (nombre y descripción) 

- Compartir  o, si está compartido, dejar de compartir  . Esto te permite compartir con todos los usuarios de *LearningML* tus proyectos. Los usuarios que quieran usarlo podrán hacer una copia del mismo, de manera que tus proyectos no corren el riesgo de ser modificado por otros cuando los compartes.
- Borrar  .

La colección “proyectos compartidos”

Si te has registrado y dispones de una cuenta de *LearningML*, puedes acceder a los proyectos que otros usuarios hayan compartido pulsando el botón .



The screenshot shows the LearningML interface. At the top, there is a purple header with the LearningML logo, a search bar containing 'insectos', and a user profile icon. Below the header, the text 'Proyectos compartidos' is displayed. Two project cards are shown side-by-side. The left card is titled 'relieve (text)' and lists classes: 'meseta', 'acantilado', 'cordillera', and 'depresión'. The right card is titled 'insectos (image)' and lists classes: 'hormiga', 'mariposa', 'mosquito', and 'libélula'. Both cards have 'Cargar proyecto' and 'Reinventar' buttons. At the bottom, a purple footer contains the text: 'LearningML Copyright © 2019 Juan David Rodríguez García & KGBL3'.

Pulsando el botón “Cargar proyecto”, cargarás el proyecto en la herramienta y, después siempre podrás modificarlo y guardarlo localmente o en tu cuenta. También puedes hacer una copia directamente en tu cuenta pulsando el botón “Reinventar”.

El modo avanzado

El botón de tipo interruptor del menú principal nos dice si el modo avanzado esta activado o no. Basta con hacer clic en él para activarlo o desactivarlo:



En modo normal, es decir, con el modo avanzado desactivado, la ejecución del algoritmo de Machine Learning en la fase de “Aprendizaje” ocurre en una caja negra, es decir, el algoritmo se ejecuta, pero no tenemos ningún control sobre él ni tampoco ninguna información sobre su calidad. La finalidad del modo avanzado es, precisamente, ofrecernos cierto control sobre la ejecución del algoritmo, así como información sobre el resultado.

Cuando se activa el modo avanzado comprobarás que en la sección “Aprender” aparecen más controles:

Selección del algoritmo de Machine Learning

En primer lugar, se encuentra el desplegable “Elige el algoritmo de ML para construir el modelo”, el cual es autodescriptivo y sirve para seleccionar el algoritmo de ML que se usará para aprender a partir de los datos. Puedes elegir entre “Red neuronal” y “KNN” (K - vecinos más próximos). En el futuro pretendemos añadir más tipos de algoritmos.

Cada algoritmo de Machine Learning utiliza una serie de parámetros clave que determinan el funcionamiento de estos. Puedes probar a cambiar estos parámetros para estudiar como afectan en la construcción del modelo. En el caso de seleccionar “KNN”, el único parámetro a definir es el “número de vecinos más próximos”.

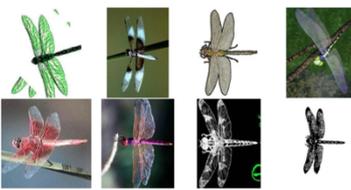
LML Archivo insectos Aprende Modo avanzado activado Acerca de Únete Iniciar sesión

1. Entrenar

Primero necesito algunas imágenes de ejemplo

+ Añadir nueva clase de imágenes

libélula (15)



mosquito (15)



2. Aprender

Llegó el momento de aprender a clasificar imágenes

Elige el algoritmo de ML para construir el modelo
KNN

Porcentaje de ejemplos para validación 0

Nº de vecinos 5

Aprender a reconocer imágenes

3. Probar

Introduce términos nuevos y comprueba si se clasifican correctamente



Y en el caso de seleccionar “Red neuronal” los parámetros ajustables son:

- Épocas,
- Tamaño del lote,
- Ritmo de aprendizaje.

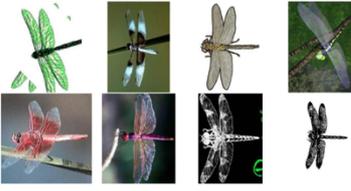
LML Archivo insectos Aprende Modo avanzado activado Acerca de Únete Iniciar sesión

1. Entrenar

Primero necesito algunas imágenes de ejemplo

+ Añadir nueva clase de imágenes

libélula (15)



mosquito (15)



2. Aprender

Llegó el momento de aprender a clasificar imágenes

Elige el algoritmo de ML para construir el modelo
Red neuronal

Porcentaje de ejemplos para validación 0

Épocas 20

Tamaño del lote 10

Ritmo de aprendizaje 0.001

Aprender a reconocer imágenes

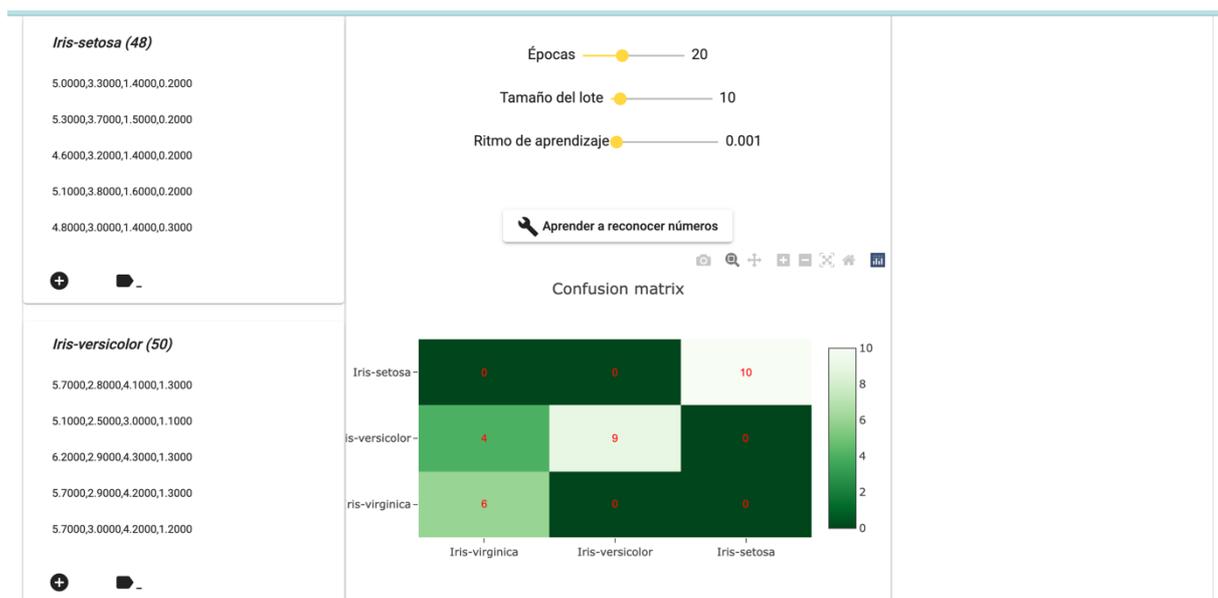
3. Probar

Introduce términos nuevos y comprueba si se clasifican correctamente

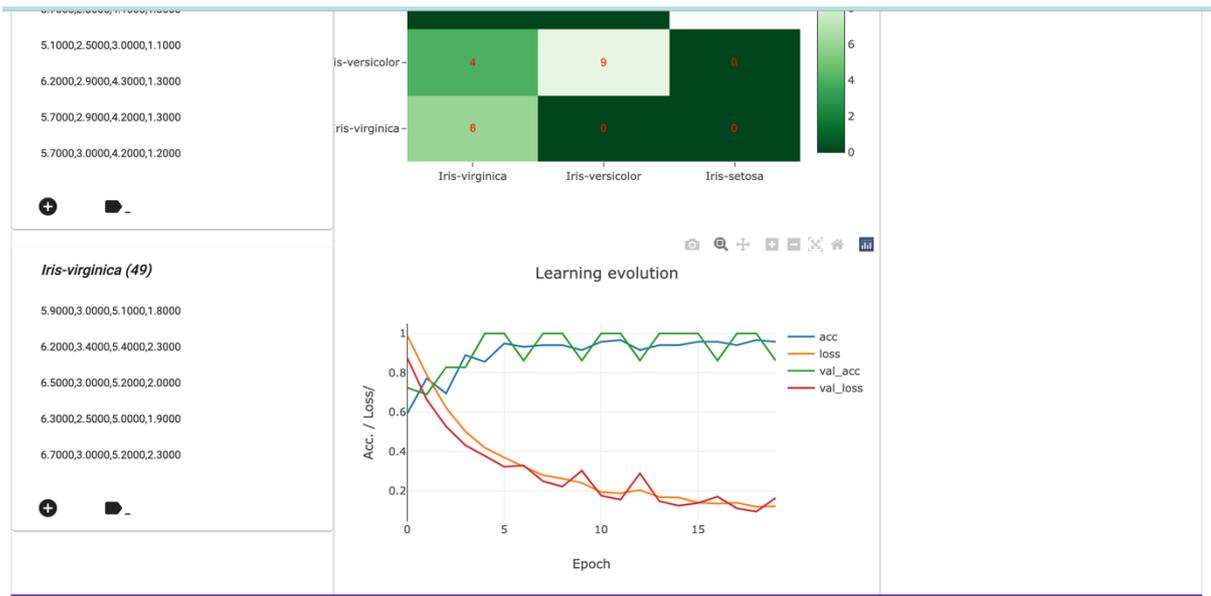


El significado de estos parámetros cae fuera del alcance de este manual pero puedes encontrar información sobre ellos en los tutoriales y recursos de <https://learningml.org>.

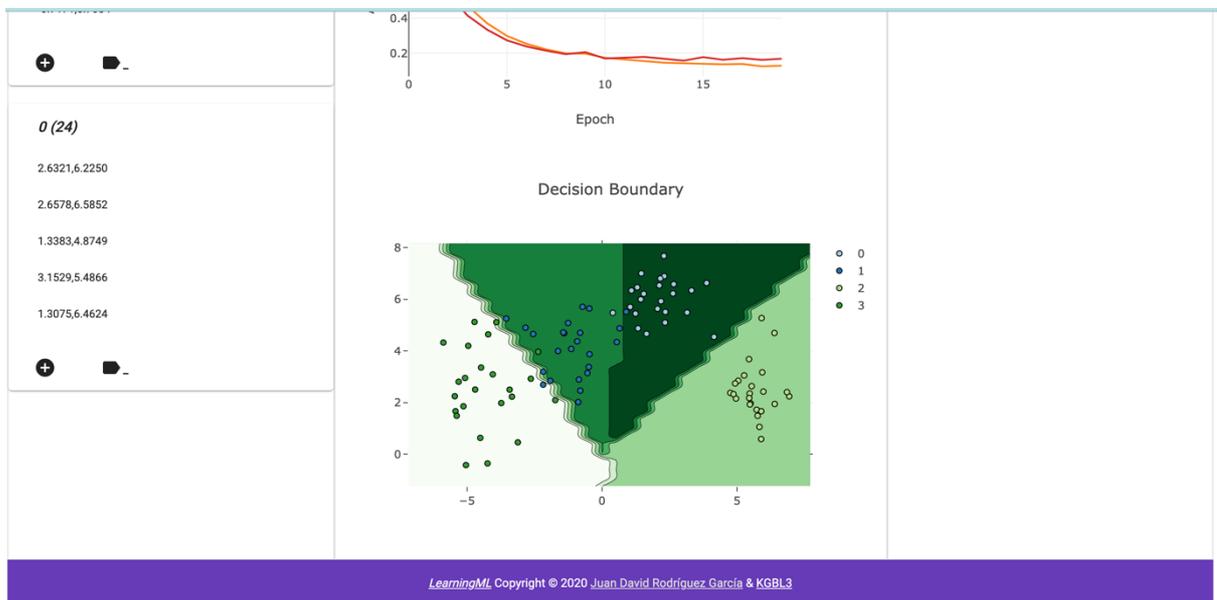
En el modo avanzado, cuando hacemos clic en “Aprender a reconocer [textos | imágenes | números]”, al igual que en el modo normal se ejecutará el algoritmo de Machine Learning para construir el modelo. La diferencia es que se hará según lo especificado por el usuario en los controles ofrecidos por el modo avanzado. Además, cuando finalice el proceso, y si se ha definido un valor mayor que 0 en el “porcentaje de ejemplos para la validación”, podremos ver en la propia sección “Aprender” un gráfico que ayuda a evaluar lo bueno que es el modelo: la matriz de confusión.



Además, si el algoritmo seleccionado es “Red neuronal”, también aparece un nuevo gráfico que representa la evolución del proceso de aprendizaje.



Por último, si el modelo a construir es de reconocimiento de números, y el número de columnas es 2, se ofrece también un interesante gráfico que representa los límites de decisión del modelo obtenido junto con los puntos que se han usado para construir dicho modelo.



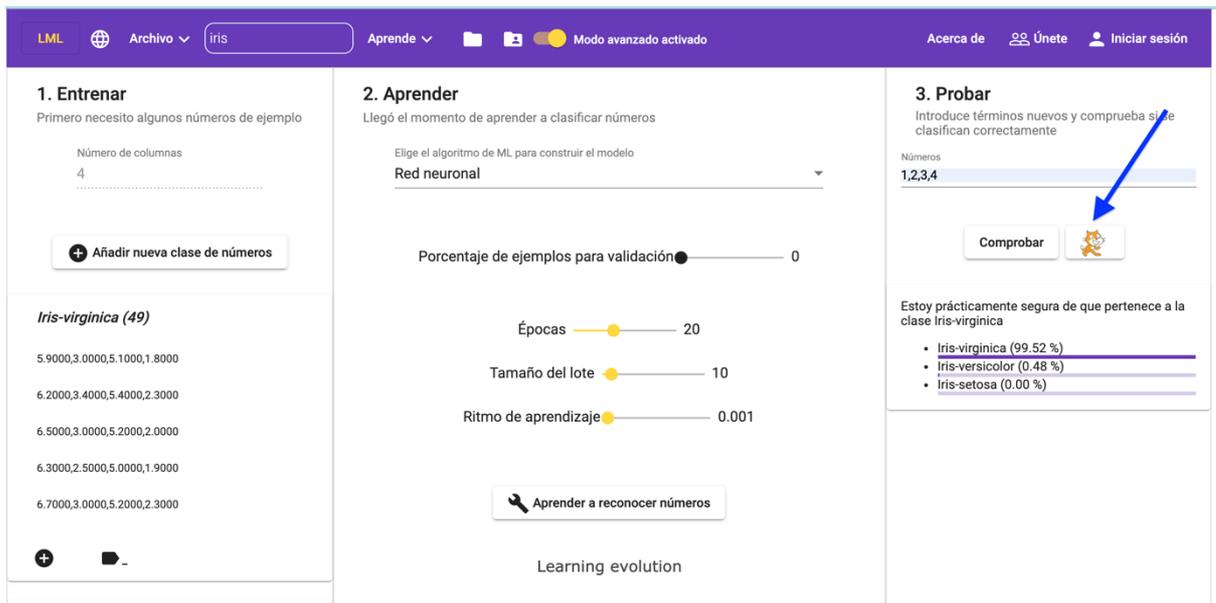
Los parámetros ajustables del modelo, la matriz de confusión, la evolución del aprendizaje y el contorno de decisión de modelos bidimensionales, caen fuera del alcance de este manual, pero diremos que son elementos que ayudan a entender el

funcionamiento de los algoritmos de Machine Learning y remitimos a los tutoriales de la web <https://learningml.org> si te interesa conocerlos en profundidad.

La plataforma de programación

La plataforma de programación es una modificación de *Scratch* (<https://scratch.mit.edu/>)

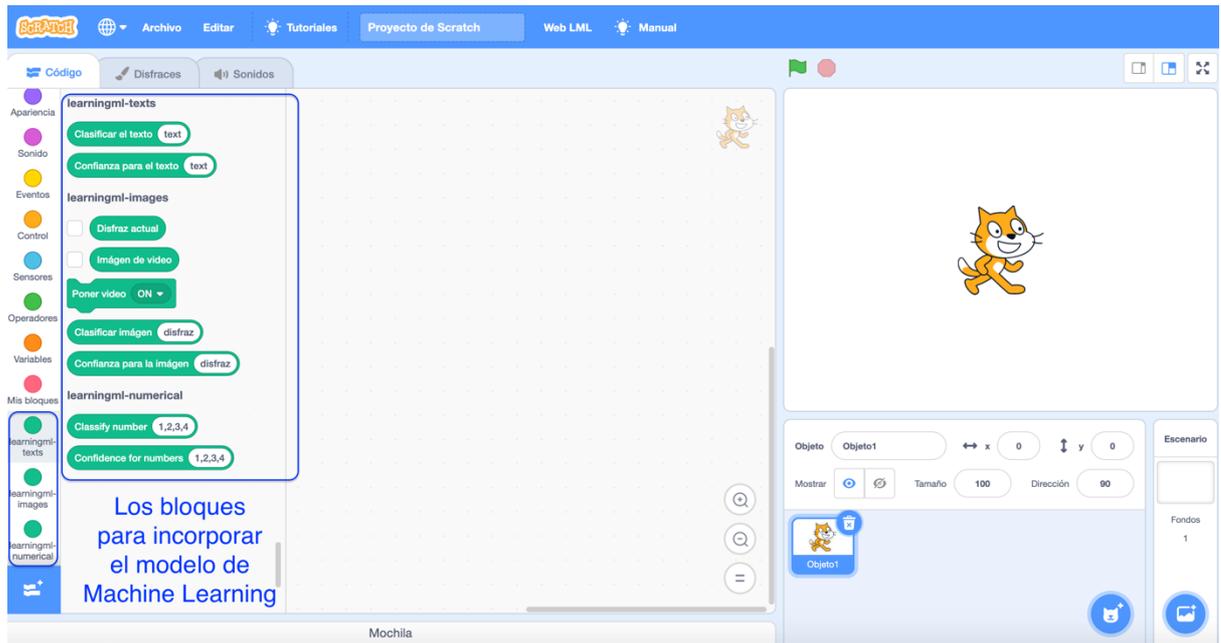
a la que hemos añadido algunos bloques nuevos para utilizar el modelo creado con el editor de LearningML. Así que podrás programar todo lo que se puede programar con *Scratch* y, además, incorporar inteligencia artificial con Machine Learning a tus proyectos. El acceso a la plataforma de programación se hace desde el editor una vez que el modelo está construido. Para ello basta pulsar sobre el botón  :



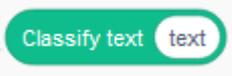
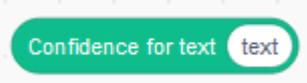
The screenshot displays the LearningML interface, which is divided into three main sections: 1. Entrenar (Train), 2. Aprender (Learn), and 3. Probar (Test). The top navigation bar includes the LML logo, a search bar with 'Iris' entered, and options for 'Aprende', 'Archivo', and 'Modo avanzado activado'. The '1. Entrenar' section shows a list of example numbers for the Iris dataset. The '2. Aprender' section allows selecting a neural network algorithm and adjusting parameters like validation percentage, epochs, batch size, and learning rate. The '3. Probar' section shows the test results for the Iris dataset, with a blue arrow pointing to the 'Comprobar' button.

Clase	Porcentaje
Iris-virginica	99.52 %
Iris-versicolor	0.48 %
Iris-setosa	0.00 %

En otra ventana se abrirá la plataforma de programación con el modelo de Machine Learning que se haya elaborado en el editor junto con los bloques necesarios para utilizarlo.



Bloques para el reconocimiento de textos

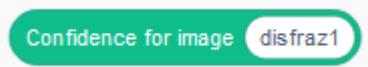
Bloque	Descripción
	<p>Es un bloque de tipo “reporter”. Devuelve la etiqueta clasificada como más probable del texto que se introduzca como argumento.</p>
	<p>Es un bloque de tipo “reporter”. Devuelve la probabilidad de la clasificación propuesta por el modelo.</p>

Ejemplo

A continuación, mostramos un ejemplo de programa muy sencillo con reconocimiento de textos.



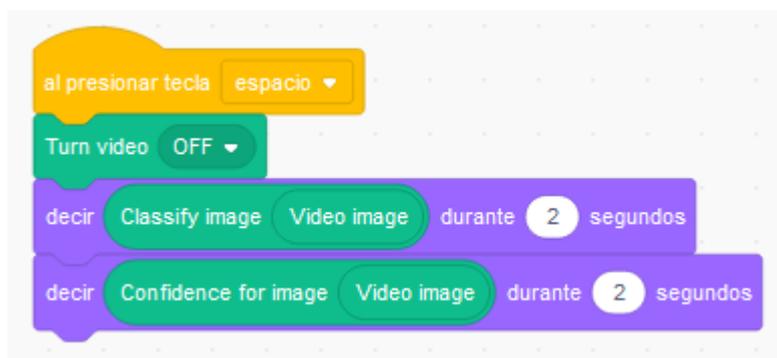
Bloques para el reconocimiento de imágenes

Bloque	Descripción
	<p>Este reporter devuelve el valor de la clasificación dada por el modelo de Machine Learning a la imagen que se aporta como primer argumento. Dicho argumento puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El nº de disfraz cuya imagen se quiere clasificar • El disfraz actual dado por el reporter  • La imagen tomada por la webcam y representada por el reporter 
	<p>Este reporter devuelve la probabilidad asignada por el modelo a la clasificación más probable (es decir a la que devuelve el reporter anterior) de la imagen que se aporta en su argumento, que igual que antes puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El nº de disfraz cuya imagen se quiere clasificar • El disfraz actual dado por el reporter  • La imagen tomada por la webcam y representada por el reporter

	
	<p>Un comando con el que se puede:</p> <ul style="list-style-type: none"> • activar la webcam • activar la webcam en modo invertido • desactivar la webcam
	<p>Un reporter que devuelve el disfraz actual activo.</p>
	<p>Un reporter que devuelve la imagen tomada por la webcam</p>

Ejemplo

A continuación, mostramos un ejemplo de programa muy sencillo con reconocimiento de imágenes.



Apéndice A: Ejemplo de conjunto numérico tabular

La siguiente tabla es un ejemplo de un conjunto de entrenamiento numérico muy conocido en el mundo de la estadística y el Machine Learning y conocido como *iris dataset*. Se trata de la caracterización de 150 ejemplares de tres especies de flores. Cada fila representa un ejemplar de flor a la que se le ha medido:

- la longitud del sépalo (columna 1)
- la anchura del sépalo (columna 2)
- la longitud del pétalo (columna 3)
- la anchura del pétalo (columna 4)

La última columna especifica la clase a la que pertenece el ejemplar.

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
5.1	3.5	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.9	3.0	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.7	3.2	1.3	0.2	<i>I. setosa</i>
4.6	3.1	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.6	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
5.4	3.9	1.7	0.4	<i>I. setosa</i>
4.6	3.4	1.4	0.3	<i>I. setosa</i>
5.0	3.4	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
4.4	2.9	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
4.9	3.1	1.5	0.1	<i>I. setosa</i>
5.4	3.7	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
4.8	3.4	1.6	0.2	<i>I. setosa</i>
4.8	3.0	1.4	0.1	<i>I. setosa</i>
4.3	3.0	1.1	0.1	<i>I. setosa</i>
5.8	4.0	1.2	0.2	<i>I. setosa</i>
5.7	4.4	1.5	0.4	<i>I. setosa</i>
5.4	3.9	1.3	0.4	<i>I. setosa</i>
5.1	3.5	1.4	0.3	<i>I. setosa</i>
5.7	3.8	1.7	0.3	<i>I. setosa</i>
5.1	3.8	1.5	0.3	<i>I. setosa</i>
5.4	3.4	1.7	0.2	<i>I. setosa</i>
5.1	3.7	1.5	0.4	<i>I. setosa</i>
4.6	3.6	1.0	0.2	<i>I. setosa</i>
5.1	3.3	1.7	0.5	<i>I. setosa</i>
4.8	3.4	1.9	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.0	1.6	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.4	1.6	0.4	<i>I. setosa</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
5.2	3.5	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
5.2	3.4	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.7	3.2	1.6	0.2	<i>I. setosa</i>
4.8	3.1	1.6	0.2	<i>I. setosa</i>
5.4	3.4	1.5	0.4	<i>I. setosa</i>
5.2	4.1	1.5	0.1	<i>I. setosa</i>
5.5	4.2	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
4.9	3.1	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.2	1.2	0.2	<i>I. setosa</i>
5.5	3.5	1.3	0.2	<i>I. setosa</i>
4.9	3.6	1.4	0.1	<i>I. setosa</i>
4.4	3.0	1.3	0.2	<i>I. setosa</i>
5.1	3.4	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.5	1.3	0.3	<i>I. setosa</i>
4.5	2.3	1.3	0.3	<i>I. setosa</i>
4.4	3.2	1.3	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.5	1.6	0.6	<i>I. setosa</i>
5.1	3.8	1.9	0.4	<i>I. setosa</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
4.8	3.0	1.4	0.3	<i>I. setosa</i>
5.1	3.8	1.6	0.2	<i>I. setosa</i>
4.6	3.2	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
5.3	3.7	1.5	0.2	<i>I. setosa</i>
5.0	3.3	1.4	0.2	<i>I. setosa</i>
7.0	3.2	4.7	1.4	<i>I. versicolor</i>
6.4	3.2	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.9	3.1	4.9	1.5	<i>I. versicolor</i>
5.5	2.3	4.0	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.5	2.8	4.6	1.5	<i>I. versicolor</i>
5.7	2.8	4.5	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.3	3.3	4.7	1.6	<i>I. versicolor</i>
4.9	2.4	3.3	1.0	<i>I. versicolor</i>
6.6	2.9	4.6	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.2	2.7	3.9	1.4	<i>I. versicolor</i>
5.0	2.0	3.5	1.0	<i>I. versicolor</i>
5.9	3.0	4.2	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.0	2.2	4.0	1.0	<i>I. versicolor</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
6.1	2.9	4.7	1.4	<i>I. versicolor</i>
5.6	2.9	3.6	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.7	3.1	4.4	1.4	<i>I. versicolor</i>
5.6	3.0	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
5.8	2.7	4.1	1.0	<i>I. versicolor</i>
6.2	2.2	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
5.6	2.5	3.9	1.1	<i>I. versicolor</i>
5.9	3.2	4.8	1.8	<i>I. versicolor</i>
6.1	2.8	4.0	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.3	2.5	4.9	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.1	2.8	4.7	1.2	<i>I. versicolor</i>
6.4	2.9	4.3	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.6	3.0	4.4	1.4	<i>I. versicolor</i>
6.8	2.8	4.8	1.4	<i>I. versicolor</i>
6.7	3.0	5.0	1.7	<i>I. versicolor</i>
6.0	2.9	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
5.7	2.6	3.5	1.0	<i>I. versicolor</i>
5.5	2.4	3.8	1.1	<i>I. versicolor</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
5.5	2.4	3.7	1.0	<i>I. versicolor</i>
5.8	2.7	3.9	1.2	<i>I. versicolor</i>
6.0	2.7	5.1	1.6	<i>I. versicolor</i>
5.4	3.0	4.5	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.0	3.4	4.5	1.6	<i>I. versicolor</i>
6.7	3.1	4.7	1.5	<i>I. versicolor</i>
6.3	2.3	4.4	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.6	3.0	4.1	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.5	2.5	4.0	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.5	2.6	4.4	1.2	<i>I. versicolor</i>
6.1	3.0	4.6	1.4	<i>I. versicolor</i>
5.8	2.6	4.0	1.2	<i>I. versicolor</i>
5.0	2.3	3.3	1.0	<i>I. versicolor</i>
5.6	2.7	4.2	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.7	3.0	4.2	1.2	<i>I. versicolor</i>
5.7	2.9	4.2	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.2	2.9	4.3	1.3	<i>I. versicolor</i>
5.1	2.5	3.0	1.1	<i>I. versicolor</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
5.7	2.8	4.1	1.3	<i>I. versicolor</i>
6.3	3.3	6.0	2.5	<i>I. virginica</i>
5.8	2.7	5.1	1.9	<i>I. virginica</i>
7.1	3.0	5.9	2.1	<i>I. virginica</i>
6.3	2.9	5.6	1.8	<i>I. virginica</i>
6.5	3.0	5.8	2.2	<i>I. virginica</i>
7.6	3.0	6.6	2.1	<i>I. virginica</i>
4.9	2.5	4.5	1.7	<i>I. virginica</i>
7.3	2.9	6.3	1.8	<i>I. virginica</i>
6.7	2.5	5.8	1.8	<i>I. virginica</i>
7.2	3.6	6.1	2.5	<i>I. virginica</i>
6.5	3.2	5.1	2.0	<i>I. virginica</i>
6.4	2.7	5.3	1.9	<i>I. virginica</i>
6.8	3.0	5.5	2.1	<i>I. virginica</i>
5.7	2.5	5.0	2.0	<i>I. virginica</i>
5.8	2.8	5.1	2.4	<i>I. virginica</i>
6.4	3.2	5.3	2.3	<i>I. virginica</i>
6.5	3.0	5.5	1.8	<i>I. virginica</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
7.7	3.8	6.7	2.2	<i>I. virginica</i>
7.7	2.6	6.9	2.3	<i>I. virginica</i>
6.0	2.2	5.0	1.5	<i>I. virginica</i>
6.9	3.2	5.7	2.3	<i>I. virginica</i>
5.6	2.8	4.9	2.0	<i>I. virginica</i>
7.7	2.8	6.7	2.0	<i>I. virginica</i>
6.3	2.7	4.9	1.8	<i>I. virginica</i>
6.7	3.3	5.7	2.1	<i>I. virginica</i>
7.2	3.2	6.0	1.8	<i>I. virginica</i>
6.2	2.8	4.8	1.8	<i>I. virginica</i>
6.1	3.0	4.9	1.8	<i>I. virginica</i>
6.4	2.8	5.6	2.1	<i>I. virginica</i>
7.2	3.0	5.8	1.6	<i>I. virginica</i>
7.4	2.8	6.1	1.9	<i>I. virginica</i>
7.9	3.8	6.4	2.0	<i>I. virginica</i>
6.4	2.8	5.6	2.2	<i>I. virginica</i>
6.3	2.8	5.1	1.5	<i>I. virginica</i>
6.1	2.6	5.6	1.4	<i>I. virginica</i>

Largo de sépalo	Ancho de sépalo	Largo de pétalo	Ancho de pétalo	Especies
7.7	3.0	6.1	2.3	<i>I. virginica</i>
6.3	3.4	5.6	2.4	<i>I. virginica</i>
6.4	3.1	5.5	1.8	<i>I. virginica</i>
6.0	3.0	4.8	1.8	<i>I. virginica</i>
6.9	3.1	5.4	2.1	<i>I. virginica</i>
6.7	3.1	5.6	2.4	<i>I. virginica</i>
6.9	3.1	5.1	2.3	<i>I. virginica</i>
5.8	2.7	5.1	1.9	<i>I. virginica</i>
6.8	3.2	5.9	2.3	<i>I. virginica</i>
6.7	3.3	5.7	2.5	<i>I. virginica</i>
6.7	3.0	5.2	2.3	<i>I. virginica</i>
6.3	2.5	5.0	1.9	<i>I. virginica</i>
6.5	3.0	5.2	2.0	<i>I. virginica</i>
6.2	3.4	5.4	2.3	<i>I. virginica</i>
5.9	3.0	5.1	1.8	<i>I. virginica</i>