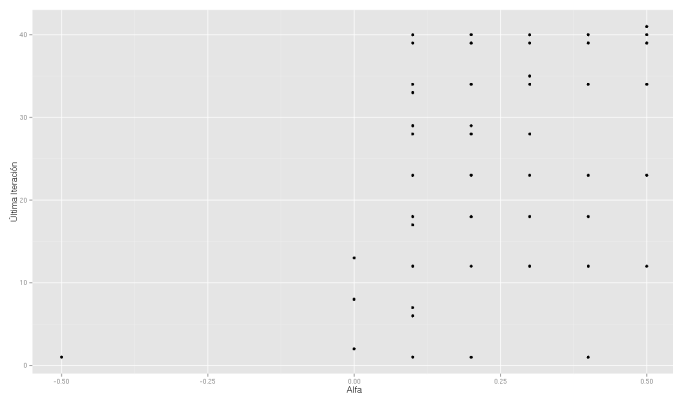


La hoja de cálculo denominada "clima\_numerico" contiene los mismos patrones representados por sus valores numéricos originales (en el caso de los atributos humedad y temperatura) o por valores enteros asociados a la categoría correspondiente (0=falso y 1= verdadero; 0=lluvioso, 0.5=nublado; 1=soleado). Utilice los patrones de la hoja "clima\_numerico" para entrenar un perceptrón que permita predecir, a partir de una condición climática dada, si se jugará al golf o no

## 1 Analice si se producen variantes con respecto a los parámetros del algoritmo de entrenamiento.

Se realizó la ejecución de 50 iteraciones por cada alfa, modificando la cantidad máxima de iteraciones de forma incremental, el ejercicio por tener pocos número de filas (patrones) convergió a la solución sin llegar al máximo número de iteraciones sólo para los alfa -0.5, 0.3, 0.4, 0.5. Es importante mencionar que los datos no se encontraban normalizados, el promedio de los resultados puede visualizarse en la Tabla 1 y los datos se pueden obtener en el siguiente enlace: <http://bit.ly/15xcRzx>. La figura 1 muestra la relación entre el valor alfa y el número de iteraciones que le toma llegar a la solución que permita discriminar.

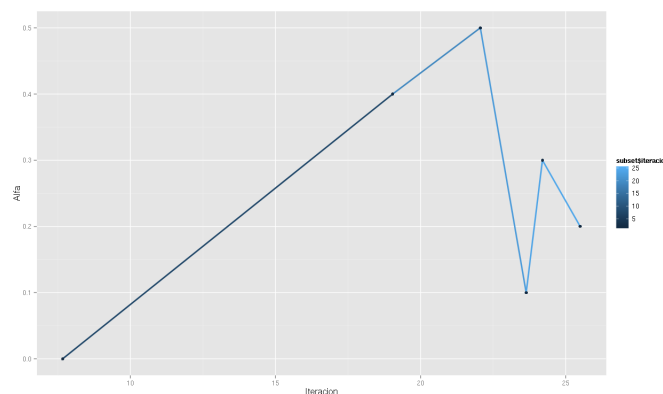


**Fig. 1** Comparación entre el valor del parámetro Alfa y el número de Iteraciones que realiza para llegar a la solución

**Table 1** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
2	0.2	50/50	25.5
2	0.3	50/50	24.2
2	0.1	50/50	23.64
2	0.5	50/50	22.06
2	0.4	50/50	19.04
2	-0.5	1/50	1
1.54	-0.1	0/50	2550
1.6	-0.2	0/50	2550
1.46	-0.3	0/50	2550
1.42	-0.4	0/50	2550

La figura 2 muestra un promedio de 50 iteraciones por cada valor de alfa, se muestra el sub conjunto donde el perceptron converge a la solución y el número de iteraciones es menor que el valor máximo estipulado como parámetro inicial. Para valores cercanos a 0 de alfa tienen un menor número de iteración, donde el valor mínimo es 7.66 y su máximo valor 25.5 para valores de alfa sobre 0.3 a 0.4.



**Fig. 2** Comparación entre el valor del parámetro Alfa y el número de Iteraciones que realiza para llegar a la solución

En todas las variaciones de alfa desde 0.1 a 0.5 el perceptron obtiene la solución antes de llegar a la máxima iteración. La tercera columna muestra el número de iteraciones que realizó sin llegar a la máxima iteración. La última columna muestra la iteración promedio por lo que se puede afirmar que sin escalar los datos, el algoritmo realizará aproximadamente desde 19 hasta 26 iteraciones. A diferencia de utilizar los datos escalados, se observa que se reducen drásticamente el número de iteraciones promedio pasando a tener un mínimo de 3 hasta 11 iteraciones. Esto se puede observar mejor en la siguiente sección.

## 2 Analice si es necesario escalar los datos de entrada.

Luego de haber escalado los datos a un intervalo  $[0, 1]$  comparando los resultados anteriores. se puede observar que: Se reduce el número de iteraciones un 50% si los datos estan escalados, por lo tanto el tiempo de cómputo es menor. El número de Aciertos se ve afectado, reduciendo un poco la cantidad de aciertos para todos los alfas. sin embargo el número de patrones es pequeño para afirmar alguna premisa

sobre este punto.

**Table 2** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
1.1	0.5	50/50	11.96
1.0476	0.4	21/50	8.4285
1.4615	0.3	13/50	2.8461
1.5384	0.1	13/50	3.8461
0.8333	0.2	12/50	3.25
1	-0.4	1/50	1
1.5	-0.1	4/50	1.5
1.46	-0.3	3/50	1.333
1.02	-0.2	1/50	1
1	-0.5	0/50	2550

### 3 Es posible clasificar todos los patrones correctamente ingresando todos los de una clase primero y luego todos los de otra clase?

No, además el perceptron utiliza un tiempo mayor al promedio. %

En la tabla 3 se puede observar como varía con respecto a los diferentes parámetros, además visualizamos que alfa es más conveniente utilizar para obtener una buena relación entre la mayor cantidad de aciertos y el menor número de iteraciones.

En todas las iteraciones se detiene antes de llegar al máximo número de iteraciones, y en función de esto podemos comprobar que el parámetro alfa nos indicará el porcentaje de aprendizaje. Un alfa con valores alto podría llegar a la solución de forma más rápida o puede generar mayor número de iteraciones al excederse en el diferencial, que con un alfa más pequeño.

Para valores de alfa negativos es menor la frecuencia con la que el perceptron obtiene la solución antes de alcanzar el número máximo de iteraciones. Por lo cual la selección del parámetro alfa depende de los datos y debe realizarse N ejecuciones para obtener la mejor relación entre el número de iteraciones que realiza y el porcentaje de aprendizaje alfa, En este caso los valores de alfa donde converge a una solución sin igualar el máximo valor de número de iteraciones tiene el rango

$$[0.1, 0.5]$$

**Table 3** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
0.14	0.5	50/50	1.88
0.06	0.4	50/50	1.88
0.08	0.3	50/50	4.0476
0.08	0.1	13/50	3.8461
0.08	0.2	12/50	3.25
1	-0.5	8/50	1
1	-0.4	13/50	1.4615
1.46	-0.3	21/50	4.0476
1.5	-0.1	50/50	2.36
1.02	-0.2	50/50	2.7

### 4 A partir de los pesos del perceptron entrenado, indique cual es la función discriminante obtenida.

Tomando en cuenta el menor número de iteraciones y mayor número de aciertos, seleccionamos este perceptron:  
i, nrow, alfa, Max.It, b, W(1), W(2), W(3), W(4), Ite, Aciertos  
0.501,0.5,100,-0.42337,0.10824,0.89026,-0.64481,-  
0.77112,6,2

$$X1 (0.10824) + X2 (0.89026) + X3(-0.64481) + X4(-0.77112) \\ Ambiente(0.10824) + Temperatura(0.89026) + Humedad(-0.64481) + Viento(-0.77112)$$

### 5 seleccione dos patrones y calcule manualmente, para cada uno de ellos la respuesta del perceptron entrenado.

$$\text{Patron 1: fila5: } 0,1,57,0,1 \\ = 0(0.10824) + 1 (0.89026) + 57(-0.64481) + 0(-0.77112) \\ = 35.86$$

sí

$$35.86 \geq 0$$

entonces Y = 1 OK

otro caso Y = 0

$$\text{Patron 2: Fila6: } 0,9,75,1,0 \\ = 0(0.10824) + 9 (0.89026) + 75(-0.64481) + 1(-0.77112) \\ = 8.01234 - 48.36075 - 0.77112 \\ = -41.119530000000005$$

sí

$$-41.119530000000005 \geq 0$$

entonces Y=1

otro caso Y=0 OK

El archivo Adult\_Parte1.xls contiene 11029 registros de empleados de una empresa. Para cada uno de ellos se ha registrado su edad, nivel educativo, cantidad de horas semanales que trabaja y si gana o no ms de 50000 dólares al año. Entrene un Perceptrón que, a partir de una muestra formada por los tres primeros atributos permita decidir si gana más de 50000 dólares al año o no. Para ello utilice el 80% de las muestras para hacer el entrenamiento y el 20% restante para realizar el testeo

## 6 Resolución del problema, Sin escalar los datos de entrada y distintos valores de alfa.

En la siguiente tabla se muestra el valor promedio de: Alfa, Iteración final que es menor al máximo valor de iteración y Cantidad de Aciertos promedio, para datos no escalados el número de aciertos no varía fuertemente con el parametro alfa y se mantiene estable en 2202 a 2203. Sin embargo el número de iteraciones promedio con respecto al valor del parámetro alfa varía fuertemente teniendo su mínimo valor en el *alfa*

[0.2,0.3]

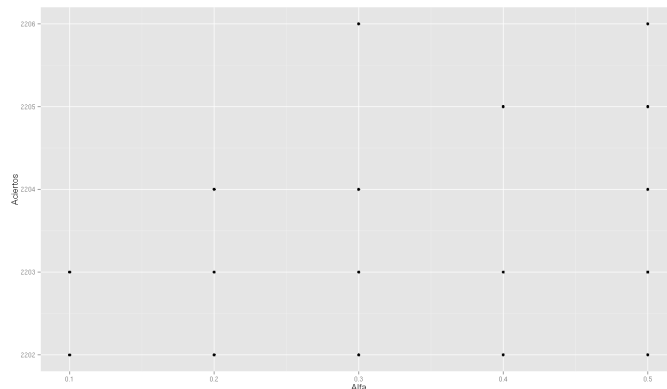
**Table 4** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
2203.75	0.5	16/20	2893.25
2202.9	0.4	10/20	2582.7
2203.31	0.3	16/20	1704.688
2203	0.2	9/20	987.222
2202.10	0.1	10/20	3350.2

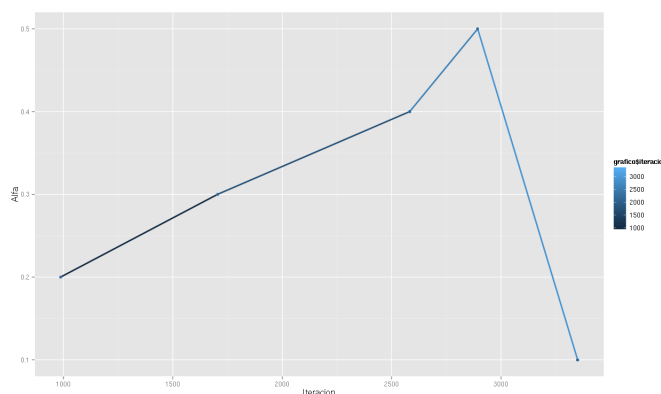
El resto de los valores alfa se pueden consultar ac: <http://bit.ly/1bfJwJ6> , En el gráfico de puntos se puede observar que el mayor número de aciertos se obtiene para los valores de alfa 0.3 y 0.5. Además el valor mínimo de iteraciones está asociado a un valor bajo en el parámetro alfa. A menor valor de alfa menor número de iteraciones, por lo que se podría decir que se debería iniciar con parámetros de alfa pequeños e ir luego aumentando de acuerdo a la comparacion de las iteraciones, en la figura 3 la tonalidad más oscura de azul representa valores bajos en cuanto a cantidad de iteraciones.

## 7 Resolución del problema, Escalando los datos linealmente y distintos valores de alfa.

De nuevo como en el ejercicio anterior al realizar el escalado de datos se reduce el número de iteraciones, de aproximadamente 2000 a 133 iteraciones como mínimo valor, esto puede mejorar el desempeño del perceptrón en casos de tener conjunto de datos con gran número de patrones. ya que a medida que poseemos más patrones tenderá a demorar por el orden de complejidad del algoritmo si bien no es catalogado como un algoritmo NP-hard ya que tiene un orden de complejidad



**Fig. 3** Comparación entre el valor del parámetro Alfa y el número de Aciertos



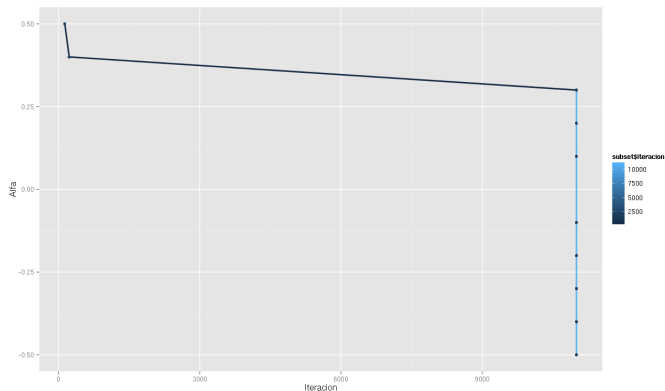
**Fig. 4** Comparación entre el valor del parámetro Alfa y el número de Iteraciones

polinomial, el proceso de selección de pesos se puede hacer más largo a medida que incremente el número de patrones. Un aspecto importante es que a pesar que en algunos valores de alfa no llegaron a discriminar completamente todos los patrones el número de aciertos es bastante cercano a los valores de alfa que si discriminaron completamente los patrones. Y el número de aciertos va decreciendo mientras más se acerca a valores negativos de alfa.

Se puede visualizar mejor lo comentado anteriormen en la figura 5.

**Table 5** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
2202.1	0.5	10/10	227.8
2202.1	0.4	10/10	133.2
2181.8	0.3	0/10	11000
2161	0.2	0/20	11000
2118	0.1	0/20	11000
971	-0.1	0/20	11000
971	-0.2	0/20	11000
971	-0.3	0/20	11000
971	-0.4	0/20	11000
971	-0.5	0/20	11000



**Fig. 5** Comparación entre el valor del parámetro Alfa y el número de Iteraciones

**8 Resolución del problema, Orden de Ingreso de Muestras, muestras de una misma clase, y muestras alternadas y distintos valores de alfa.**

Cuando los patrones se encuentran alternados por clase se mantienen el número de iteraciones bajo, a diferencia de colocar todos los patrones que pertenecen a una clase primero, esto lo que genera es incrementar el número de iteraciones haciendo que resuelve de forma más rápida y sencilla.

**Table 6** Alfas, Promedio de Iteraciones, Cantidad de Aciertos (promedios)

Aciertos (Promedio)	alfa	Ite < Max.It	Ite (Promedio)
2200	0.5	20/20	166.4
2200	0.4	20/20	218.9
2166	0.3	0/10	3000
2148	0.2	0/10	3000
2079	0.1	0/10	3000
375	-0.1	0/20	3000
375	-0.2	0/20	3000
375	-0.3	0/20	3000
375	-0.4	0/20	3000
375	-0.5	0/20	3000