



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

TRABALHO PRÁTICO EXERCÍCIO 3

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio

(2º semestre, 3º ano)

A78322 André Filipe Ferreira de Mira Vieira

A77048 Eduardo Gil Ribeiro Rocha

A78764 Ricardo André Araújo Neves

Data:

20 de maio de 2018

Braga,

20 de maio de 2018

Índice

Resumo	3
Introdução	4
Preliminares	4
Normalização dos Dados	5
Redes Neurais Artificiais.....	6
Implementação em R	7
Conclusões e Sugestões	15
Referências.....	16

Resumo

Este relatório serve como complemento ao terceiro exercício do trabalho prático da Unidade Curricular de **Sistemas de Representação de Conhecimento e Raciocínio**.

Aqui iremos expressar a nossa linha de pensamento e como realizamos o exercício proposto, seguida de uma breve conclusão crítica sobre o trabalho realizado pelo grupo.

Introdução

Este **terceiro exercício** do trabalho prático tem em vista a utilização de sistemas não simbólicos na representação de conhecimento e no desenvolvimento de mecanismos de raciocínio, nomeadamente, Redes Neurais Artificiais (RNAs) para a resolução de problemas.

Preliminares

O número do nosso grupo de trabalho é o **01**, logo o **dataset** utilizado foi o **Bank Marketing**. Neste trabalho, o grupo procedeu ao tratamento e análise do conhecimento descrito pelos dados, desenvolvendo uma solução baseada em RNAs, com recurso à **linguagem de programação R**.



Figura 1 – Logotipo da linguagem R

Normalização dos Dados

Depois de descarregar o ficheiro .csv que contém todas as informações necessárias, contatamos que os valores não se encontravam normalizados.

```
1 | "age";"job";"marital";"education";"default";"housing";"loan";"contact";"month";"day_of_week";"duration";"campaign";"pdays";"previous";"poutcome";"emp.var.rate";
2 | "cons.price.idx";"cons.conf.idx";"euribor3m";"nr.employed";"y"
3 | 56;"housemaid";"married";"basic.4y";"no";"no";"no";"telephone";"may";"mon";261;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
4 | 57;"services";"married";"high.school";"unknown";"no";"no";"telephone";"may";"mon";149;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
5 | 37;"services";"married";"high.school";"no";"yes";"no";"telephone";"may";"mon";226;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
6 | 40;"admin."; "married";"basic.6y";"no";"no";"no";"telephone";"may";"mon";151;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
7 | 56;"services";"married";"high.school";"no";"no";"yes";"telephone";"may";"mon";307;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
8 | 45;"services";"married";"basic.9y";"unknown";"no";"no";"telephone";"may";"mon";198;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
9 | 59;"admin."; "married";"professional.course";"no";"no";"no";"telephone";"may";"mon";139;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
10 | 41;"blue-collar";"married";"unknown";"unknown";"no";"no";"telephone";"may";"mon";217;1;999;0;"nonexistent";1.1;93.994;-36.4;4.857;5191;"no"
```

Figura 2 – Dados não normalizados

Posto isto, o grupo recorreu à ferramenta Excel para normalizar estes mesmos dados, obtendo o seguinte resultado.

```
1 | age;job;marital;education;default;housing;loan;contact;month;day_of_week;duration;campaign;pdays;previous;poutcome;emp.var.rate;cons.price.idx;cons.conf.idx;eur
2 | 0.481481481;housemaid;married;basic.4y;no;no;no;telephone;may;mon;0.053070354;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
3 | 0.49382716;services;married;high.school;unknown;no;no;telephone;may;mon;0.030296869;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
4 | 0.24691358;services;married;high.school;no;yes;no;telephone;may;mon;0.04595364;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
5 | 0.283950617;admin.;married;basic.6y;no;no;no;telephone;may;mon;0.030703538;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
6 | 0.481481481;services;married;high.school;no;no;yes;telephone;may;mon;0.062423749;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
7 | 0.345679012;services;married;basic.9y;unknown;no;no;telephone;may;mon;0.040260268;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
8 | 0.518518519;admin.;married;professional.course;no;no;no;telephone;may;mon;0.028263522;0;1;0;nonexistent;0.9375;0.698752923;0.60251046;0.957379279;0.85973535;no
```

Figura 3 – Dados normalizados

Para esta normalização, o grupo utilizou a seguinte fórmula.

$$z_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

Redes Neurais Artificiais

Com os dados normalizados, está agora na altura de implementar as RNAs.

Uma Rede Neuronal Artificial é um modelo computacional inspirado pelo sistema nervoso central, responsável por realizar o aprendizado de uma máquina e reconhecimento de padrões.

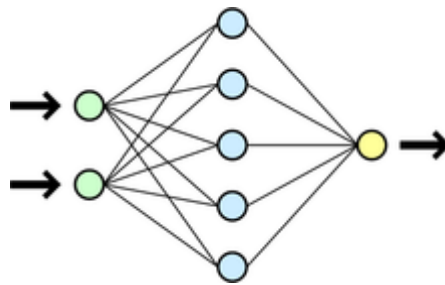


Figura 4 – Diagrama simplificado de uma rede neuronal

As RNAs têm várias aplicações possíveis, como o reconhecimento de caracteres, robótica, biometria, processamento de voz, entre outros exemplos.

Neste caso que foi trabalhado pelo grupo, os dados são relativos a uma campanha de marketing de um banco português. O objetivo principal é prever se um determinado cliente, com uma série de informações associadas, irá subscrever a um depósito com o banco respetivo.

Implementação em R

As bibliotecas importadas foram:

```
library(neuralnet)  
library(hydroGOF)  
library(arules)  
library(leaps)
```

Figura 5 – Bibliotecas importadas

De seguida, é necessário indicar onde se encontra o ficheiro .csv com todas as informações precisas.

```
# ler dataset do ficheiro csv  
dados <- read.csv("C:\\Users\\Ricardo\\Desktop\\Universidade\\SRCR\\TP3\\bank-additional\\bank-additional-full.csv", header=TRUE, sep=";")
```

Figura 6 – Indicação do ficheiro .csv

Podemos observar que o separador dos dados foi selecionado como um ponto e vírgula.

Algumas variáveis não são discretas, ou seja, não se tratam de números, mas sim de "strings". Assim, foi necessário transformar estas "strings" em outros números, para ser possível o cálculo da RNA.

```

dados$job <- as.numeric(dados$job)
dados$marital <- as.numeric(dados$marital)
dados$education <- as.numeric(dados$education)
dados$default <- as.numeric(dados$default)
dados$housing <- as.numeric(dados$housing)
dados$loan <- as.numeric(dados$loan)
dados$contact <- as.numeric(dados$contact)
dados$month <- as.numeric(dados$month)
dados$day_of_week <- as.numeric(dados$day_of_week)
dados$poutcome <- as.numeric(dados$poutcome)
dados$y <- as.numeric(dados$y)

```

Figura 7 – Discretização da informação

Antes de efetuar estas instruções, os dados não eram discretos, como é o caso da variável job, education, loan, entre muitas outras.

age	:	num	0.481	0.494	0.247	0.284	0.481	...								
job	:	Factor w/ 12 levels	"admin.",	"blue-collar",	...	4	8	8	1	8	8	1	2	10	8	...
marital	:	Factor w/ 4 levels	"divorced",	"married",	...	2	2	2	2	2	2	2	3	3	...	
education	:	Factor w/ 8 levels	"basic.4y",	"basic.6y",	...	1	4	4	2	4	3	6	8	6	4	...
default	:	Factor w/ 3 levels	"no",	"unknown",	...	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	...
housing	:	Factor w/ 3 levels	"no",	"unknown",	...	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3	...
loan	:	Factor w/ 3 levels	"no",	"unknown",	...	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	...
contact	:	Factor w/ 2 levels	"cellular",	"telephone",	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...
month	:	Factor w/ 10 levels	"apr",	"aug",	"dec",	...	7	7	7	7	7	7	7	7	7	...
day_of_week	:	Factor w/ 5 levels	"fri",	"mon",	"thu",	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...
duration	:	num	0.0531	0.0303	0.046	0.0307	0.0624	...								
campaign	:	num	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...		
pdays	:	num	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...		
previous	:	num	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	...		
poutcome	:	Factor w/ 3 levels	"failure",	"nonexistent",	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...	
emp.var.rate	:	num	0.938	0.938	0.938	0.938	0.938	...								
cons.price.idx	:	num	0.699	0.699	0.699	0.699	0.699	...								
cons.conf.idx	:	num	0.603	0.603	0.603	0.603	0.603	...								
euribor3m	:	num	0.957	0.957	0.957	0.957	0.957	...								
nr.employed	:	num	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	...								
y	:	Factor w/ 2 levels	"no",	"yes",	...	1	1	1	1	1	1	1	1	1	...	

Figura 8 – Dados não discretos

Com todos os comandos executados, podemos ver que todos estas variáveis já se encontram discretas, com todos os seus valores numéricos.


```

age : num 0.481 0.494 0.247 0.284 0.481 ...
job : num 4 8 8 1 8 8 1 2 10 8 ...
marital : num 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 ...
education : num 1 4 4 2 4 3 6 8 6 4 ...
default : num 1 2 1 1 1 2 1 2 1 1 ...
housing : num 1 1 3 1 1 1 1 1 3 3 ...
loan : num 1 1 1 1 3 1 1 1 1 1 ...
contact : num 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
month : num 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 ...
day_of_week : num 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
duration : num 0.0531 0.0303 0.046 0.0307 0.0624 ...
campaign : num 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
pdays : num 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...
previous : num 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 ...
poutcome : num 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
emp.var.rate : num 0.938 0.938 0.938 0.938 0.938 ...
cons.price.idx: num 0.699 0.699 0.699 0.699 0.699 ...
cons.conf.idx : num 0.603 0.603 0.603 0.603 0.603 ...
euribor3m : num 0.957 0.957 0.957 0.957 0.957 ...
nr.employed : num 0.86 0.86 0.86 0.86 0.86 ...
y : num 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 ...

```

Figura 9 – Dados discretos (numéricos)

Agora já é possível ao programa, mostrar a cabeça do dataset, dividindo os dados em casos para treino e casos para teste.

```

head(dados)

# dividir os dados iniciais em casos para treino
treino <- dados[1:700, ]

# dividir os dados iniciais em casos para teste
teste <- dados[701:41188, ]

```

Figura 10 – Apresentação e divisão dos dados

```

> head(dados)
  age job marital education default housing loan contact month day_of_week duration campaign pdays previous poutcome emp.var.rate
1 0.481481481 4 2 1 1 1 1 2 7 2 0.053070354 0 1 0 2 0.9375
2 0.493827160 8 2 4 2 1 1 2 7 2 0.030296869 0 1 0 2 0.9375
3 0.246913580 8 2 4 1 3 1 2 7 2 0.045953640 0 1 0 2 0.9375
4 0.283950617 1 2 2 1 1 1 2 7 2 0.030703538 0 1 0 2 0.9375
5 0.481481481 8 2 4 1 1 3 2 7 2 0.062423749 0 1 0 2 0.9375
6 0.345679012 8 2 3 2 1 1 2 7 2 0.040260268 0 1 0 2 0.9375
  cons.price.idx cons.conf.idx euribor3m nr.employed y
1 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1
2 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1
3 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1
4 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1
5 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1
6 0.698752923 0.60251046 0.957379279 0.85973535 1

```

Figura 11 – Apresentação da cabeça dos dados

A primeira fórmula, ou seja, a definição das camadas de entrada e saída da RNA, que o grupo usou foi a seguinte.

```
# definicao das camadas de entrada e saida da RNA
formulatp3 <- y ~ age + education + duration
```

Figura 12 – Primeira fórmula utilizada

Esta fórmula representa que a resposta final do cliente depende da sua idade, das suas habilitações e da duração do seu último contrato. O grupo chegou a esta fórmula depois de analisar todas as variáveis e escolhemos 3 delas que achamos que mais se adequavam à resposta final do cliente. Por exemplo, estas variáveis fazem mais sentido, ao nosso ver, do que o tipo de contacto da pessoa em questão ou do mês que ela foi contactada.

Depois de formulada, é tempo de treinar a rede neuronal com as variáveis age, education e duration como input e y como output, estabelecendo o número de nodos intermédios a 3,

```
rnabanco <- neuralnet( formulatp3, treino, hidden=c(3),lifesign = "full", linear.output = TRUE, threshold = 0.1)
```

Figura 13 – Treino da rede com o comando neuralnet

Com a rede neuronal treinada, podemos observar o desenho da mesma com o comando:

```
plot(rnabanco, rep = "best")
```

Figura 14 – Comando para desenho da RNA

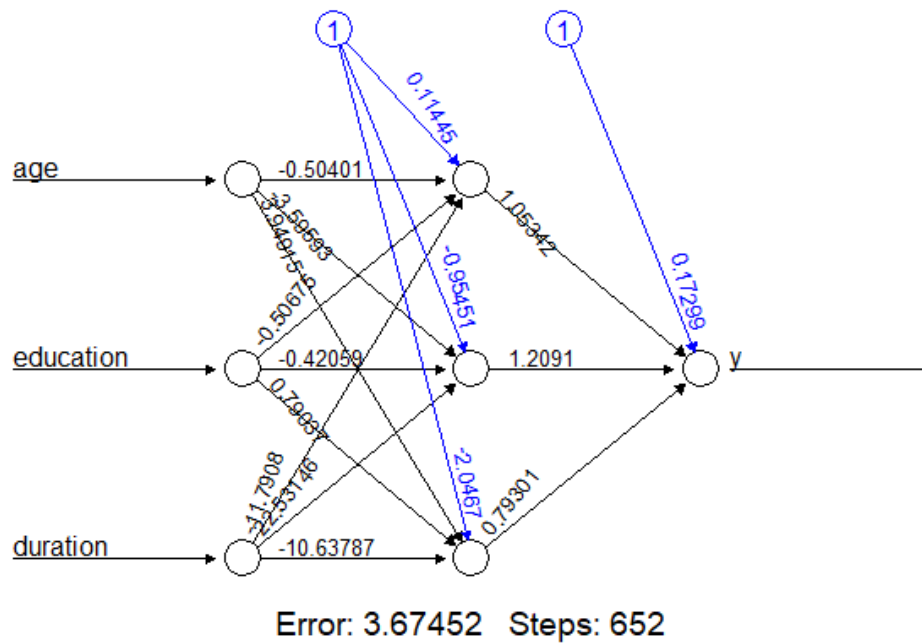


Figura 15 – Desenho da rede neuronal

Podemos observar acima que o erro desta rede reside em 3.67452. O próximo objetivo é minimizar ao máximo este erro, alterando a fórmula acima descrita, acrescentando e retirando algumas variáveis.

De seguida, o grupo definiu as variáveis de input para teste, as mesmas que já foram referidas acima, testando, logo a seguir, a rede com estes novos casos.

```
teste.01 <- subset(teste, select = c("age", "education", "duration"))

# testar a rede com os novos casos
rnabanco.resultados <- compute(rnabanco,| teste.01)

# imprimir resultados
resultados <- data.frame(atual = teste$y, previsao = rnabanco.resultados$net.result)

# imprimir resultados arredondados
resultados$previsao <- round(resultados$previsao, digits=0)
```

Figura 16 – Teste da rede

Com os dados atuais e os dados previstos para a rede, é possível agora calcular o root-means-square error (RMSE), que é frequentemente usado para medir as diferenças entre valores previstos e os valores atualmente observados.

```
rmse(c(teste$y),c(resultados$previsao))
```

Figura 17 – Cálculo do RMSE

Este valor, dados os valores acima calculados, é igual a 0.3109335141. Para além do erro determinado mais acima, também o RMSE deverá descer, de modo a ter uma RNA mais viável.

Agora está na altura de seleccionar as variáveis mais significativas, as variáveis que têm um maior impacto na resposta final do cliente: criar (ou não) um depósito no banco.

```
funcao <- y ~ age + education + duration + job + housing + marital + loan + month + day_of_week + previous
selecao <- regsubsets(funcao,dados,nvmax=3)
summary(selecao)

selecao <- regsubsets(funcao,dados,method="backward")
summary(selecao)
```

Figura 18 – Seleção das variáveis mais significativas

Desta vez, a função principal vai ser caracterizada por 10 variáveis, acima referidas.

Assim, no terminal do R Studio, podemos observar uma tabela que nos indica quais as variáveis mais impactantes da RNA.

```

> selecao <- regsubsets(funcao,dados,nvmax=4)
> summary(selecao)
Subset selection object
Call: regsubsets.formula(funcao, dados, nvmax = 4)
19 Variables (and intercept)
      Forced in Forced out
age            FALSE      FALSE
job            FALSE      FALSE
marital        FALSE      FALSE
education      FALSE      FALSE
default        FALSE      FALSE
housing        FALSE      FALSE
loan           FALSE      FALSE
contact        FALSE      FALSE
month          FALSE      FALSE
day_of_week    FALSE      FALSE
duration       FALSE      FALSE
campaign       FALSE      FALSE
pdays        FALSE      FALSE
previous       FALSE      FALSE
poutcome      FALSE      FALSE
emp.var.rate   FALSE      FALSE
cons.price.idx FALSE      FALSE
euribor3m      FALSE      FALSE
nr.employed    FALSE      FALSE
1 subsets of each size up to 4
Selection Algorithm: exhaustive
      age job marital education default housing loan contact month day_of_week duration campaign pdays previous poutcome emp.var.rate
1 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
2 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
3 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
4 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
      cons.price.idx euribor3m nr.employed
1 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
2 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
3 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
4 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "

> selecao <- regsubsets(funcao,dados,method="backward")
> summary(selecao)
Subset selection object
Call: regsubsets.formula(funcao, dados, method = "backward")
19 Variables (and intercept)
      Forced in Forced out
age            FALSE      FALSE
job            FALSE      FALSE
marital        FALSE      FALSE
education      FALSE      FALSE
default        FALSE      FALSE
housing        FALSE      FALSE
loan           FALSE      FALSE
contact        FALSE      FALSE
month          FALSE      FALSE
day_of_week    FALSE      FALSE
duration       FALSE      FALSE
campaign       FALSE      FALSE
pdays        FALSE      FALSE
previous       FALSE      FALSE
poutcome      FALSE      FALSE
emp.var.rate   FALSE      FALSE
cons.price.idx FALSE      FALSE
euribor3m      FALSE      FALSE
nr.employed    FALSE      FALSE
1 subsets of each size up to 8
Selection Algorithm: backward
      age job marital education default housing loan contact month day_of_week duration campaign pdays previous poutcome emp.var.rate
1 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
2 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
3 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
4 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
5 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
6 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
7 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
8 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
      cons.price.idx euribor3m nr.employed
1 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
2 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
3 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
4 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
5 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
6 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
7 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "
8 ( 1 ) " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " " "

```

Figura 19 – Tabelas de seleção das variáveis mais significantes

Depois de uma análise cuidada, constatamos que as 4 variáveis mais significativas são as month, duration, pdays e nr.employed, que representam, respetivamente, o último mês de contacto com o cliente, a duração do último contrato, o número de dias que passaram desde a última comunicação com o cliente e o número de empregados do banco em questão. Nenhuma das variáveis agora escolhidas estão presentes na primeira fórmula designada pelo grupo.

Assim, os testes aplicados anteriormente vão ser aplicados de novo a esta segunda fórmula.

```
formulatp3 <- y ~ month + duration + pdays + nr.employed
```

Figura 20 – Segunda fórmula da RNA

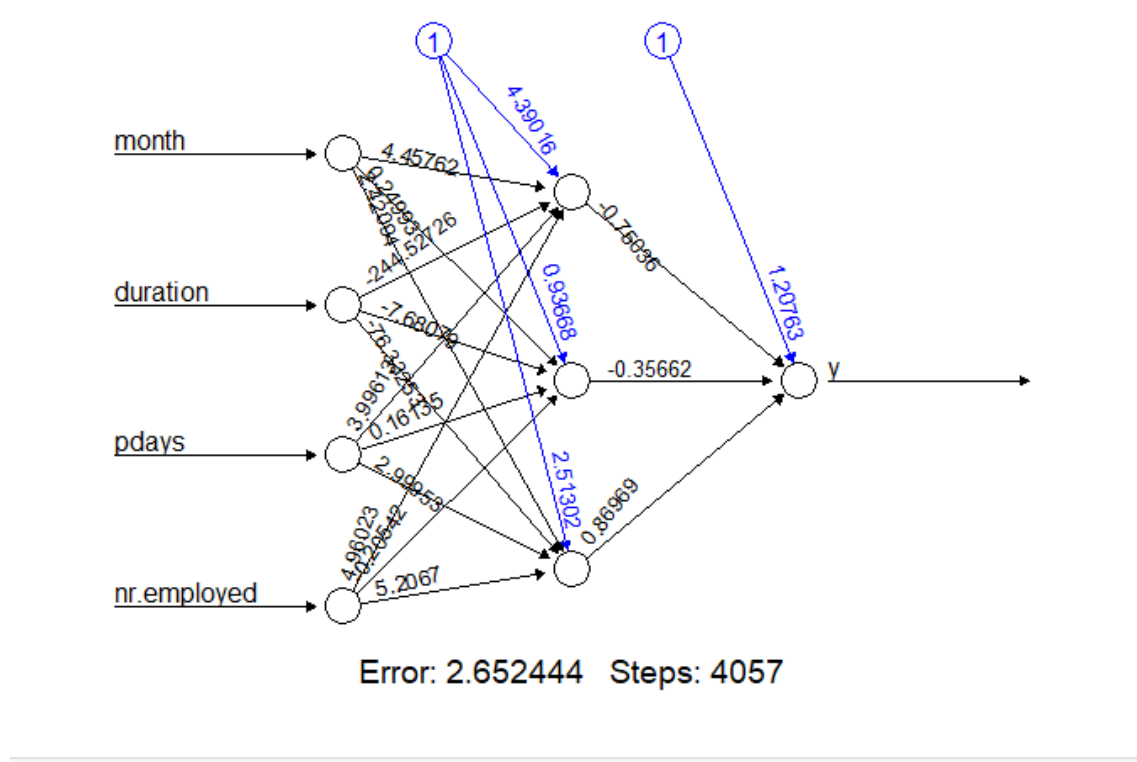


Figura 21 – Novo desenho da segunda rede neuronal

Podemos ver que, com esta nova fórmula e nova RNA, o erro desceu para 2.652, sensivelmente. O RNSE é agora igual a 0.31897171.

Analisaremos agora uma função objetivo com 5 variáveis, as 4 variáveis que já conhecemos, mais a variável euribor3m, que representa a Euribor a 3 meses atual.

Deste modo, aplica-se de novo os testes.

```
formulatp3 <- y ~ month + duration + pdays + nr.employed + euribor3m
```

Figura 22 – Terceira fórmula, com 5 variáveis

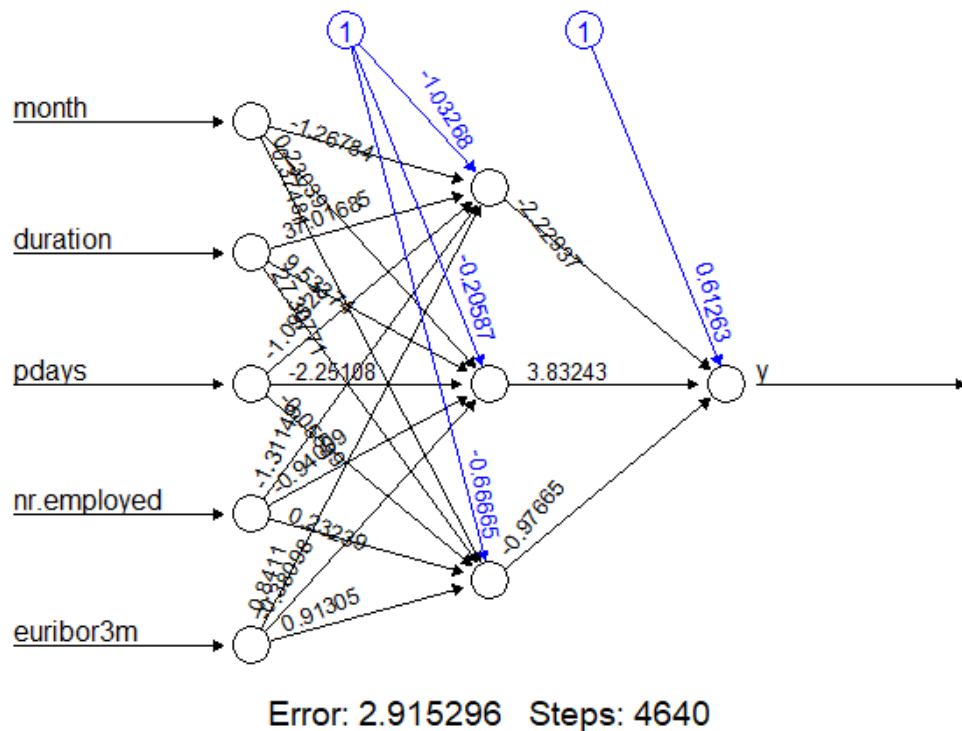


Figura 23 – Novo desenho da segunda RNA

Neste terceiro teste, o valor do erro é igual a 2.915296 e o RNSE é igual a 0.7781586831.

Concluindo estes três testes, constatamos que a rede neuronal artificial mais fiável foi a segunda, com a fórmula com 4 variáveis, que podemos observar mais acima. Esta opinião baseia-se na rede com menor erro e com menor RNSE.

Conclusões e Sugestões

Em conclusão, este trabalho permitiu aprofundar os nossos conhecimentos em relação à linguagem R e Redes Neurais Artificiais.

Podemos afirmar que surgiram algumas dificuldades ao longo da realização deste exercício, uma vez que nenhum dos elementos do grupo teve disponibilidade para ir à

primeira aula de RNAs e de R. No entanto, dedicamo-nos a perceber ao máximo como tudo funciona, com várias pesquisas na Internet e nos slides da disciplina.

De resto, concordamos que terminamos esta fase e todo o trabalho prático com sucesso.

Referências

[Leite, 1978] LEITE, J. A. Américo,
“Metodologia de Elaboração de Teses”,
McGraw-Hill do Brasil, São Paulo, 1978.

[Analide, 2001] ANALIDE, Cesar, NOVAIS, Paulo, NEVES, José,

“Sugestões para a Elaboração de Relatórios”,

Relatório Técnico, Departamento de Informática, Universidade do Minho,
Portugal, 2001.