

NEUROECONOMIA I EMPRESA: QUAN LA PRESA DE DECISIONS NO ÉS RACIONAL

Jordi Bernal Fiego

Tutora: Dra. Montserrat Vilalta

Data: 14 de Juny, 2014

Treball Final de Grau

MEMÒRIA FINAL DE TFG

Curs 2013–2014

ÍNDIX DE LA MEMÒRIA FINAL DEL TFG

1.	RESUM EXECUTIU.....	4
2.	EL TEMA, LA SEVA RELLEVÀNCIA CIENTÍFICA I MOTIVACIONS PERSONALS	5
3.	MARC TEÒRIC: ORIGEN I ANTECEDENTS DE LA NEUROECONOMIA	6
3.1.	Breu resum històric	6
3.2.	La presa de decisions. Recerques més rellevants	7
4.	JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS DEL TREBALL	10
4.1.	Justificació	10
4.2.	Objectius del treball	10
5.	HIPÒTESIS DEL TREBALL	11
6.	METODOLOGÍA.....	12
6.1.	Enquesta.....	12
6.2.	Experimentació	12
6.3.	Resum Metodologia	13
6.4.	Subjectes d'estudi	14
7.	RESULTATS.....	15
7.1.	Enquesta.....	15
7.2.	Experiment sobre el Sistema de Recompensa	16
7.3.	Experiment sobre el Sistema d'Aversió a la Pèrdua.....	18
8.	CONCLUSIONS I FUTURES RECERQUES	20
9.	VALORACIÓ I AGRAÏMENTS.....	21
10.	REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES.....	22
11.	ANNEX 1. Cronograma de treball.....	31

1. RESUM EXECUTIU

La Neuroeconomia és una disciplina científica jove que estudia els processos de presa de decisions en situacions de incertesa i risc. En l'actualitat, després de molts anys d'aportacions a aquesta àrea per part de l'economia, la psicologia cognitiva i la neurociència, existeix un raonable consens entre els investigadors i força evidència experimental de que la majoria de decisions que les persones prenen en les condicions esmentades poden ser considerades com a no racionals. La pràctica totalitat de fonts i referències consultades fan referència decisions de compra o de tipus financer per part de consumidors, però encara no s'han estudiat les decisions al sí de l'empresa des d'aquesta perspectiva neuroeconòmica.

Es pretén demostrar en aquest projecte que les decisions que es prenen en l'àmbit empresarial son majoritàriament no racionals. Per això, s'ha dissenyat un model experimental, amb un col·lectiu de subjectes d'estudi que han servit alhora de grup de prova i de control.

Els resultats han pogut demostrar que les decisions en situacions d'incertesa amb la influència d'incentivació, segueixen un patró no racional, mentre que el model no ha pogut demostrar el mateix patró en les decisions de risc. Es discuteixen, finalment, possibles alternatives al model, i futurs camps relacionats de recerca.

Paraules clau: Neuroeconomia, presa de decisions, empresa, incertesa i risc

Neuroeconomics is a young scientific discipline that studies decision making processes in situations of uncertainty and risk. At present, after many years of research in fields like economics, cognitive psychology and neuroscience, there is a reasonable consensus among researchers as well as experimental evidence that the majority of decisions that people take in the aforementioned conditions can be considered as not rational. Most of the sources and references found, deal with decisions of purchase or of financial type taken by consumers, but from this neuroeconomic perspective, decisions in the company environment don't seem to be assessed yet..

This project is aiming to demonstrate that the decisions taken in the business environment are mostly not rational. Therefore, an experimental model has been designed with a number of subjects of study that have behaved at the same time as a test group and as a control. The results have been able to show that the decisions in situations of uncertainty with the influence of incentivation, follow a not rational pattern, whereas the model has not been able to show the same pattern in the decisions of risk. Finally, possible alternatives to the model, and future related fields of research are discussed.

.Key words: Neuroeconomics, decision making process, company management, uncertainty and risk

2. EL TEMA, LA SEVA RELLEVÀNCIA CIENTÍFICA I MOTIVACIONS PERSONALS

Aquest treball és, en essència, una extraordinària oportunitat, la d'introduir-se en un àmbit de recerca jove, que trenca alguns dels paradigmes establerts i en la qual molts dels fonaments encara s'estan construint.

La neurofisiologia i l'economia s'han trobat en els darrers 15 anys en una nova disciplina: la Neuroeconomia. El seu àmbit de treball és la comprensió del procés de presa de decisions en les persones, en particular les decisions de tipus econòmic en situacions d'incertesa i risc.

Les neurociències es troben cada vegada en millors condicions de demostrar de manera experimental –es a dir, científica- els processos biològics, fisiològics i psicològics per els quals prenem decisions. Molts models econòmics convencionals es basen en la pretesa racionalitat de les decisions econòmiques. No obstant, avui dia és possible demostrar que una gran quantitat de decisions –tal vegada majoritària- que creiem que són racionals, reflexives i meditades, són en realitat emocionals, intuïtives i primàries.

La Neuroeconomia és una disciplina molt jove que sembla estar en condicions d'oferir respostes a preguntes que fins ara no les tenien. Tot just comença a estar present als plans d'estudi d'algunes universitats a Europa i els EUA en forma de postgraus i Màsters. Fins i tot ja existeix un grau de Neuroeconomia a la universitat de New York (http://www.neuroeconomics.nyu.edu/grad_prog.html)

Des d'un punt de vista personal, la Neuroeconomia i el Neuromarketing són disciplines particularment atractives per l'alumne des de fa uns 5 anys, quan va començar a seguir les investigacions de Dan Ariely, un expert que treballa a la universitat de Duke en economia conductual, considerada una disciplina origen dels actuals estudis neuroeconòmics. El 2008, Ariely va publicar un resum divulgatiu d'algunes de les seves recerques en el llibre *Predictably Irrational*. D'altra banda, el juliol del 2012 l'autor va fer un curs d'estiu de Neuroeconomia i Neuromarketing, impartit per la Asociación Española de Neuroeconomía (www.asocene.com). La majoria dels docents són neuròlegs interessats en l'aplicació pràctica de les darreres recerques en neurociència en àmbits com l'economia, el marketing o la política.

Fins ara, la Neuroeconomia s'ha focalitzat en l'estudi dels patrons i comportaments de presa de decisions dels consumidors. No s'ha pogut trobar cap tipus de recerca neuroeconòmica feta a Espanya sobre l'àmbit de l'estudi, en relació amb les decisions empresarials. No cal dir que és un terreny que sembla particularment atractiu i que pot ser objectivament útil. Es parteix de la hipòtesi de que una part de les decisions empresarials podrien ser incorrectes en la mesura en que no són preses de manera estrictament racional, en particular pel que fa a les decisions estratègiques i econòmiques. La cerca d'estudis internacionals, de moment tampoc no proporciona referències similars a l'objecte d'aquest treball.

Finalment, arrel de la molt nombrosa informació que s'ha generat en els darrers anys, es pot concloure que la Neuroeconomia no és una moda passatgera, si no que és més aviat una tendència que tindrà una rellevància creixent a nivell d'investigació, docència, titulacions oficials i especialitzacions laborals en els propers anys. Per això, l'autor considera que és un camp al qual voldria dedicar més temps d'aprenentatge i recerca en un futur proper.

3. MARC TEÒRIC: ORIGEN I ANTECEDENTS DE LA NEUROECONOMIA

La Neuroeconomia és en la actualitat el resultat de la hibridació de coneixements i de models experimentals entre l'economia -d'una banda- i les neurociències i la psicologia -de l'altra. Aquesta naturalesa híbrida genera un punt de complexitat i de necessària apertura en els investigadors que s'hi dediquen, ja que cal integrar no només coneixements sinó visions i formes de treballar que han estat fins ara desconnectades. Per dir-ho d'una manera simple, no ha estat gens habitual que els economistes tinguin coneixements de neurociència, i al contrari, no ha estat freqüent (tot i que comença a ser-ho) que els neurocientífics tinguin en la economia un dels seus àmbits d'estudi i interès. Els psicòlegs cognitius són potser els especialistes que s'han trobat en una posició més equidistant, i no pas per casualitat, les seves contribucions han estat decisives. A la Neuroeconomia s'arriba, per tant, des de àrees de la ciència diferents, i cal una aproximació integradora i plural per poder treure'n tot el profit del seu estudi.

3.1. Breu resum històric

La ciència econòmica durant la seva història tingué moments de relació més o menys estreta amb la psicologia. El mateix Adam Smith, probablement més conegut per les seves teories a través del llibre "An Inquiry into the Nature and Causes of The Wealth of Nations" va fer també una remarcable aportació a l'estudi de la conducta i la ètica econòmica en el seu llibre "The Theory of Moral Sentiments", publicat l'any 1759.

Durant el s. XIX i principis del s. XX, les aportacions de la psicologia a l'economia es van reflectir esporàdicament en els treballs d'economistes clàssics o Ricardians com el mateix Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus o John Stuart Mill i també en els d'economistes anomenats neoclàssics, com Francis Edgeworth, Vilfredo Pareto o John Maynard Keynes. En tots ells, una de les seves assumpcions fonamentals era la racionalitat dels individus i del seu comportament econòmic. Aquesta assumpció de racionalitat va continuar els anys posteriors amb els economistes de la nova escola clàssica, com els de l'Escola de Chicago (en especial, el premi Nobel Milton Friedman).

No va ser fins ben entrada la segona meitat del s.XX, quan es va començar a qüestionar aquesta assumpció. D'una part, alguns models utilitzats per analitzar la capacitat de predir l'evolució dels mercats, semblaven no encaixar prou be amb el pretès comportament racional de les persones. Però l'avenç més important, no va venir del terreny econòmic sinó de la psicologia cognitiva. Investigadors com Ward Edwards, Amos Tversky i particularment, Daniel Kahnemann van comparar els seus models cognitius de presa de decisions en situacions d'incertesa, amb els models de conducta racional que les escoles econòmiques defensaven. Un clar punt d'inflexió va tenir lloc amb la publicació l'any 1979 d'un article capital per part de Kahneman (Kahneman, D. & Tversky, A. "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk," *Econometrica*, XLVII (1979), 263–291). Es considera que aquell moment marca el naixement d'un nou corrent dins l'economia, anomenat Economia Conductual, referent i origen de l'actual Neuroeconomia.

Les aportacions de la psicologia van obrir la porta a l'entrada d'experts en altres àrees, en particular neuròlegs i neurofisiòlegs. Durant la dècada dels 90, una sèrie de troballes científiques van començar a donar una llum substancialment diferent a una disciplina que fins llavors havia evolucionat al marge de la ciència mèdica més convencional. Investigadors com Antonio Damasio, un neurofisiòleg que va avaluar com pacients que tenien un àrea cerebral (l'escorça prefrontal) danyada, mostraven enormes dificultats per realitzar activitats

econòmiques simples, prendre decisions o anticipar el resultat de les mateixes, també van qüestionar el paradigma que la presa de decisions seguia un patró racional, però aportant proves diagnòstiques objectives. Es va veure que les decisions econòmiques tenien un vincle estret i profund amb el funcionament de determinats circuits cerebrals, i es va encunyar un nou terme, la Neuroeconomia. Més endavant, a la fi dels 90 es van realitzar les primeres reunions sobre Neuroeconomia en les quals els assistents eren tant economistes, psicòlegs o neurocientífics. La Neuroeconomia, començava així a mostrar el seu origen híbrid, sinèrgic, integrador i plural. Finalment, la presa de consciència que una nova disciplina científica tenia carta de naturalesa va arribar en 2002, quan es va concedir el premi Nobel d'economia a Daniel Kahneman.

En els darrers 10 anys, les aportacions dels especialistes en neurociència en el camp de la Neuroeconomia han estat creixents. Aquest fet ha estat acompanyat de l'avenç en sistemes objectius de mesura com la Ressonància Magnètica Funcional, o els sistemes de Eye Tracking. Per aquest motiu, l'interès acadèmic i de recerca de la Neuroeconomia ha donat pas a través de l'experimentació aplicada, al desenvolupament de disciplines relacionades com el Neuromarketing, i la majoria de publicacions en aquest període són un reflex d'aquesta tendència.

3.2 La presa de decisions. Recerques més rellevants

La recerca de l'impacte de les decisions ens situacions d'incertesa i de risc, va trobar des del principi àmbits d'estudi amb un interès ampli. Així, la majoria de publicacions dels darrers 20 anys s'ha focalitzat en àrees com:

- Els comportaments en situacions d'incertesa i risc des d'un punt de vista genèric
- les decisions de compra per part dels consumidors
- les decisions d'inversió financera, en particular la borsa.
- els comportaments col·lectius en les decisions de vot (obrint de pas una nova disciplina: la neuropolítica)

No s'ha trobat informació en la bibliografia consultada sobre treballs que hagin estudiat l'entorn empresarial. No obstant, a continuació es presenta una selecció de treballs rellevants i de les seves conclusions més importants en els àmbits esmentats.

3.2.1. Kahneman, D. & Tversky, A. "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk," *Econometrica*, XLVII (1979), 263–291

Com s'ha comentat en el punt 3.2, la comunitat científica considera aquest treball com un punt d'inflexió en la psicologia cognitiva i l'inici de l'economia conductual, origen de la Neuroeconomia. Les seves conclusions més importants van ser:

- el desenvolupament d'una nova teoria que van anomenar Prospect Theory (teoria de les expectatives) com a alternativa a la teoria imperant fins aleshores (Utility Theory). El motiu essencial va ser que les eleccions que les persones feien en situacions de risc xocaven amb els principis fins a aquell moment acceptats en la Utility Theory
- La possibilitat o no de guanyar, determinava el sentit de l'elecció en decisions de risc.
- Les baixes probabilitats tenien una tendència a la sobreestimació
- La manera com es presentaven les eleccions podia determinar la decisió presa.

3.2.2. Ariely D et al. Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. Nat Rev Neurosci. 2010; 11: 284-92.

Des dels anys 90, les tècniques de neuroimatge van experimentar un avenç considerable en una direcció concreta : la possibilitat d'exploracions dinàmiques. Les tècniques precedents, com el TAC, ja van ser un avenç però tenien l'inconvenient de ser estàtiques. Les tecnologies posteriors, representades sobretot per la Ressonància Magnètica (RM) i especialment la Ressonància Magnètica Funcional (RMF), van permetre objectivar de manera molt precisa les àrees cerebrals involucrades en la presa de decisions. D'aquesta manera, els subjectes d'estudi podien ser avaluats en condicions molt avantatjoses. Dan Ariely va fer una avaluació ponderada d'avantatges i inconvenients de les tècniques d'imatge aplicades al Neuromarketing. Entre els avantatges en va destacar dos:

- El gradual abaratiment de fer aquestes proves
- La possibilitat d'obtenir informació objectiva que d'altra manera sols seria objecte d'especulació.

3.2.3. Ariely D. Las trampas del deseo: Cómo controlar los impulsos irracionales que nos llevan al error. Ariel, 2008. ISBN 9788434453678

Amb l'aspecte d'un llibre de divulgació, Dan Ariely va publicar el 2008 un recull de les seves principals troballes en el camp de l'economia conductual. Psicòleg cognitiu de formació, el Prof Ariely ha estat un dels científics més actius en l'estudi de la no racionalitat de les decisions de les persones. Una de les seves aportacions més importants, i que el llibre es dedica a aprofundir, és la constatació de que els comportaments no racionals en les decisions són perfectament previsibles per la seva regularitat i reproductibilitat. Així, descriu efectes moduladors típics en les decisions no racionals com l'efecte ancoratge, l'efecte esquer o la il·lusió de control, coneguda pels psicòlegs des de feia dècades.

3.2.4 Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. Cereb Cortex. 2000; 10 :295-307.

Aquest treball i d'altres relacionats dels mateixos autors, van suposar una confirmació del paper de determinades estructures en la presa de decisions. Feia dècades que se sabia que el cortex orbitofrontal, al lòbul frontal del cervell, juga un paper capital en la manera com les persones procesen les seves capacitats de decisió i autocontrol. Utilitzant pacients amb diferents lesions en aquesta estructura, els autors van aconseguir demostrar que la presa de decisions no racionals es veu considerablement invalidada en aquestes circumstàncies. Així, el paper de l'escorça orbitofrontal va començar a guanyar rellevància en els estudis neuroeconòmics. Els autors pretenen amb aquest treball donar suport a la "Teoria del Marcador Somàtic", una teoria que invocava la presència de marcadors neuronals en la gestió d'emocions i sentiments. Addicionalment van posar de manifest la fragilitat del procés de presa de decisions, donat que aquesta estructura no acaba de desenvolupar-se fins passada la segona dècada de vida i sovint sofreix alteracions en el seu desenvolupament.

3.2.5. Hsu M et al. Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. Science 2005; 310: 1680-3

De les dues variables externs principals que afecten les decisions (el risc i la incertesa), tradicionalment s'havia estudiat molt més en la teoria de decisions l'impacte del risc. En aquest treball, els autors aprofiten les tècniques d'imatge funcional per aïllar i identificar les estructures involucrades específicament a les decisions en situacions d'incertesa. Confirment dues coses :

- Que l'amígdala cerebral i el cortex orbitofrontal participen activament en les decisions en situació d'incertesa
- Que les persones amb lesions en el cortex orbitofrontal tenen dificultats per prendre decisions en situacions d'incertesa (cosa que havien observat anteriorment A. Bechara i A. Damasio)

3.2.6. Langer EJ. The illusion of control. Journal of Personality and Social Psychology 1975; 32: 311-28

El concepte d'il·lusió de control és conegut per la psicologia des de fa dècades. En aquest treball, la investigadora Ellen Langer va recollir els resultats de 6 estudis fets sobre més de 600 subjectes en total per tal d'elucidar aquest fenomen. Els participants eren estudiats en situacions de joc, habitualment d'atzar (loteries o cartes) per determinar la manera com anticipaven els resultats possibles. Les conclusions van ser que determinats factors que generen un sensació de familiaritat o acostumament en les persones amb la situació d'atzar, fan que les seves decisions estiguin esbiaixades en el sentit de creure erròniament que les seves possibilitats d'encertar la resposta correcta són molt més elevades del que són en realitat.

3.2.7. Volz, KG, Gigerenzer, G Cognitive Processes in Decisions Under Risk are not the Same as in Decisions Under Uncertainty. Front Neurosci. 2012; 6: 105

En el camp de la neurociència cognitiva, la distinció entre incertesa i risc rep cada cop més atenció, en particular pel fet d'identificar les diferents estructures cerebrals involucrades. Els autors aprofondeixen en aquesta distinció, degut a que el nostre cervell, evolutivament s'ha adaptat millor a la presa de decisions en situacions de risc, que a la presa de decisions en situacions d'incertesa. Per aquest motiu proposen una revisió dels models d'estudi i fan èmfasi en la necessitat de no extrapolar els resultats dels estudis fets en situacions de risc, a les situacions d'incertesa, ja que això podria portar a errors greus d'interpretació de resultats.

4. JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS DEL TREBALL

4.1 Justificació

Com hem vist, la totalitat de referències que s'han pogut trobar podrien encabir-se en àmbits de consum o de decisions de compra. Per aquest motiu, la recerca s'ha adreçat a un terreny que, fins allà on les cerques preliminars suggereixen, encara no ha estat objecte d'estudi profund malgrat el seu inqüestionable interès: la presa de decisions en situacions d'incertesa i de risc dins l'empresa. No deixa de ser sorprenent que un terreny en principi tan atractiu, aparentment no hagi estat investigat..

4.2 Objectius del treball

L'objectiu del treball és doble:

1. D'una banda, determinar si les decisions clau que pren un emprenedor o un directiu d'empresa poden ser qualificades com a racionals o no racionals.
2. Addicionalment, avaluar i mesurar algunes de les variables i circumstàncies que influeixen les decisions no racionals, i el seu impacte previsible en l'empresa o el seu negoci.

5. HIPÒTESIS DEL TREBALL

Des del punt de vista de la naturalesa o tipus d'hipòtesis possibles, el treball a realitzar és compatible amb una formulació i metodologia experimental. Per tant, definirem una hipòtesi experimental:

Es pot demostrar que a l'entorn empresarial, decisions – en particular decisions estratègiques i de negoci- que es prenen de manera -en aparença- racional, poden ser - en realitat- de tipus no racional.

Durant el decurs del treball de vegades s'empra la dualitat de conceptes racionalitat-emocionalitat. (en particular a les preguntes fetes als participants,). Cal dir, però que les respostes no racionals no sempre són emocionals. El contrari de *racional* és *no-racional*, no necessàriament *emocional*. Hi ha respostes no racionals que tenen més a veure amb el fet de que evolutivament s'han creat automatismes de resposta en les persones que no passen pel control conscient i que han afavorit en determinats moments la seva capacitat de supervivència.

D'altra banda, una de les dificultats que pot sorgir és aconseguir que la hipòtesi sigui quantificable. El motiu és que ens estem movent en un terreny subtil, amb fronteres de vegades difuses. Determinar la racionalitat o no racionalitat d'una decisió, tindria un resultat més objectiu, i addicionalment quantificable, si en l'experiment s'empessin proves objectives de mesura, com ara seria una ressonància magnètica funcional, que mostrés sens cap mena de dubte quina és la zona de l'escorça cerebral que està activa en el moment en que el subjecte pren una decisió.

Com que s'anticipa que no serà possible de moment usar aquests medis, la determinació es farà usant tècniques de psicologia cognitiva, experiments on es modificaran variables de l'entorn per deduir la seva influència en la decisió final del subjecte. Cal esperar que aquesta aproximació es demostrï suficient per demostrar la hipòtesi.

Concretant més a partir de la hipòtesi principal, s'aborden hipòtesis secundàries com les següents.

- Es pot demostrar que a l'entorn empresarial, un nombre per determinar de persones que prenen decisions no racionals, ho fan sense ser conscients, creient que les seves decisions són racionals.
- Es pot demostrar que la no racionalitat de les decisions en aparença racionals, pot tenir lloc tant en decisions d'incertesa com de risc.

6. METODOLOGÍA

El fet d'optar per unes hipòtesis de tipus experimental, condueix a que el model d'investigació sigui experimental. Això no exclou que de manera complementària a l'experiment, s'hagin usat altres formes de contrastar les hipòtesis, com ara l'enquesta.

6.1 Enquesta

Com a pas previ a l'experiment, s'ha realitzat una enquesta breu als propis subjectes d'experimentació (pregunta única), amb l'objectiu de conèixer la seva percepció sobre si les seves decisions en l'àmbit empresarial són racionals o emocionals. L'enquesta té un resultat propi, però l'interès d'aquesta prova és el de comparar el seu resultat amb el resultat de l'experiment.

Aquí, la hipòtesi de treball és que les persones que prenen decisions en l'àmbit empresarial creuen que, de manera majoritària, les seves decisions són racionals. Es pot preveure que l'enquesta confirmaria aquesta hipòtesi, i l'experiment demostraria just el contrari.

6.2 Experimentació

En la presa de decisions, hi ha una sèrie d'estructures neuronals que participen de forma directa i mesurable i que tenen com a resultat que les nostres respostes les qualifiquen de no racionals:

-Els circuits dopaminèrgics de recompensa. Són estructures vinculades a l'activitat del neurotransmissor dopamina (nucleus accumbens, escorça prefrontal medial), que s'estimulen quan el subjecte té la percepció de que pot obtenir un guany proper en el temps gràcies a la seva decisió. Així, aquesta percepció anticipatòria té una influència en la decisió que pren i els seus patrons de comportament es reforcen (decisions financeres, borsa...).

-Els circuits d'aversion al risc, vinculats sobretot a l'amígdala cerebral. Una estimulació d'aquesta estructura fa que el subjecte es senti molt incòmode si actua de manera contrària al grup al que pertany. D'aquesta manera els comportaments de risc s'apaivaguen.

- L'efecte de la serotonina, un neurotransmissor que afecta el nostre comportament social. El seu alliberament reforça els comportaments de grup, especialment els que són de tipus emocional, no reflexius (comportament de fan o de "hooligan")

- L'efecte "herd" o manada, a través de les estructures neuronals mirall. Ens fan mimetitzar el que hem vist fer a d'altres i assumir-ho com a comportament propi.

En essència es tracta d'experimentar amb un grup de subjectes la forma en que prenen decisions en dues situacions molt semblants però en les que hi ha una variable diferent. D'aquesta manera, tot el grup serveix alhora com a grup d'estudi i grup de control comparatiu. Per exemple, es genera una situació experimental (situació A), en forma de cas d'estudi que el subjecte ha de llegir o que li es explicat. El cas compta amb una sèrie de variables definides com ara:

- temps de resposta. Limitat però suficient.

- entorn de l'experiment. Lloc neutre (sala, aula) amb silenci.

- condicions individuals. Es fa l'experiment amb cada persona per separat
- condicions de competitivitat, motivació o incentivació. No hi ha cap referent extern que suggereixi al subjecte el temps adient per respondre, o les respostes que han donat altres persones expertes al mateix problema. Tampoc hi ha cap incentivació a respondre d'una manera o una altra

Es proposa una pregunta amb alternatives de resposta tancades i es demana la seva elecció. Al cap d'un temps (una o dues setmanes), es genera una situació B equivalent (on només canvia una de les variables) i es repeteix la prova, amb la mateixa pregunta i les mateixes alternatives com a resposta. Així, la possible diferència en la resposta és atribuïble al canvi de la variable concreta.

Es poden estudiar el efectes en les decisions de variables com:

- l'estrès. No cal generar situacions que siguin agressives. Simplement es pot fer que tinguin menys temps per respondre en la segona prova, o que responguin en un entorn sorollós.
- el nivell d'incertesa en una informació clau.
- saber o no el que pensen altres persones davant la mateixa decisió (és a dir, trobar-se sols o no en la seva convicció a l'hora de decidir).
- fer l'experiment en grup, en presència d'altres subjectes
- l'efecte d'una incentivació en la resposta. Es pot demanar que s'imaginin que una resposta en un determinat sentit (per exemple, quan es tracta de fer una previsió de vendes), portaria aparellada una incentivació en forma de bonus o incentiu variable.

Les variables que es modifiquen estan relacionades amb les estructures neuronals que hem mencionat. D'aquesta manera, encara que no es puguin usar proves de mesura directa com ara la ressonància magnètica funcional, sí que podríem de manera indirecta atribuir determinades respostes, a l'activació de determinades estructures, i per tant, concloure que les respostes són de tipus emocional.

Unes variables que serien molt interessants d'estudiar, però que finalment no s'han pogut incorporar a l'estudi, són:

- L'efecte gènere en la presa de decisions.
- L'efecte edat/experiència.

6.3 Resum Metodologia

H	Descripció	Metodologia
H0	Els decisors a l'empresa consideren que les seves decisions són majoritàriament racionals	Enquesta
H1	Es pot demostrar que a l'entorn empresarial, decisions que es prenen de manera -en aparença- racional, poden ser -en realitat- de tipus no racional en situacions d'incertesa	Experiment

H2	Es pot demostrar que a l'entorn empresarial, decisions que es prenen de manera -en aparença- racional, poden ser -en realitat- de tipus no racional en situacions de risc enfront el grup	Experiment
----	---	------------

6.4 Subjectes d'estudi

Els subjectes d'estudi presenten les següents característiques

- a- 19 subjectes avaluables
- b- Directius d'empresa (diferents empreses, de diferents sectors) treballant a l'àrea comercial (vendes o marketing), amb responsabilitat de decisió sobre previsions de vendes i sobre resultats. En la seva retribució hi ha una part de retribució variable vinculada a incentius
- c- Sexe i edat indiferent. S'ha intentat forçar la paritat de gènere, amb l'objectiu de poder estudiar l'efecte gènere en la presa de decisions, però finalment la mostra no ho ha permès.

Seguint la planificació expressada al cronograma, el mes de gener de 2014 es va dedicar a la posta a punt del primer experiment i a finals de febrer es va iniciar. Els passos donats han estat en essència:

- Disseny i avaluació del primer cas de prova
- Ajustaments i decisió final sobre el format de la prova
- Selecció dels subjectes d'estudi
- Modelització dels experiments
- Enquesta i Experiments

Dels tres mecanismes principals de resposta no racional esmentats a l'apartat 4 (sistema de recompensa, sistema d'aversion al risc i sistema de neurones mirall) finalment s'han intentat avaluar en l'experiment dos d'ells: el sistema de recompensa (situació d'incertesa) i el d'aversion a la pèrdua (situació de risc).

7. RESULTATS

7.1 Enquesta

S'ha preguntat als subjectes d'estudi la seva opinió sobre la racionalitat de les decisions preses a l'empresa de la següent manera:

En tu opinió, la toma de decisiones de negocio en una empresa es mayoritariamente: (marca con una x)

Emocional

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Racional

Figura 1. Pregunta de l'enquesta

S'ha assignat a cada quadre un valor correlatiu des de 0 (totalment emocional) fins a 10 (totalment racional). S'han dissenyat a propòsit 11 quadres, de manera que s'elimini l'efecte simetria i la probabilitat de donar una resposta equidistant entre les dues alternatives s'anul·li. Els resultats es presenten en la següent taula

Subject	Age	Sex (1M/2F)	Date	E/R
RP	37	1	03/03/2014	8
JBZ	43	1	04/03/2014	7
APA	48	1	04/03/2014	8
JMR	46	1	04/03/2014	8
AVT	40	1	04/03/2014	3
FDA	48	1	04/03/2014	8
JCVD	48	1	04/03/2014	9
PP	35	1	07/03/2014	7
ACa	41	2	21/03/2014	6
Acu	32	2	21/03/2014	8
AIG	48	2	21/03/2014	9
JAC	34	1	24/03/2014	5
JL	44	1	27/03/2014	8
PA	44	1	04/04/2014	8
DV	39	1	04/04/2014	8
EC	50	1	07/04/2014	7
JMo	35	1	15/05/2014	7
IM	49	2	22/05/2014	8
EP	36	1	23/05/2014	8
				AVG=7,37

Taula 1. Resultats de la pregunta de l'enquesta

Dos subjectes dels 19 han valorat la presa de decisions dins l'àrea preferentment emocional. En qualsevol cas, la mitja mostra que en conjunt, els subjectes d'estudi consideren que les decisions a l'empresa són fonamentalment racionals.

7.2 Experiment sobre el Sistema de Recompensa

La prova consistia en presentar el cas d'una empresa de la qual es coneixen unes dades bàsiques d'evolució recent del negoci, en comparació amb el seu mercat (vendes dels darrers 5 anys, creixement de l'empresa i creixement del mercat). Es disposa addicionalment d'una breu informació macroeconòmica. El model usat es mostra a continuació:

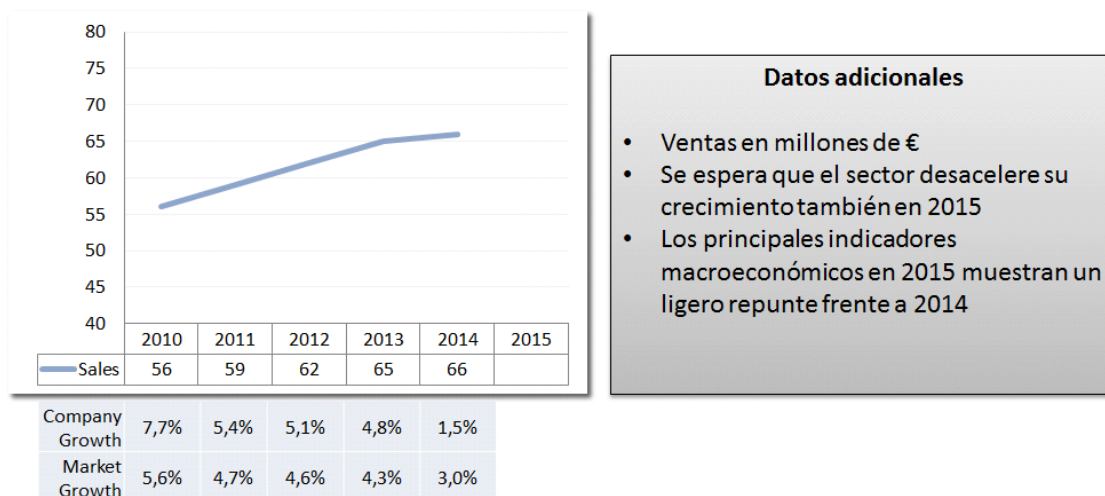


Figura 2. Dades per als subjectes a l'experiment

No es dona més informació al subjecte. La prova es realitza en un entorn sense interferències, i el temps emprat no pot superar els cinc minuts. L'objectiu és que faci una previsió de les vendes de l'empresa l'any 2015. En un primer moment, la pregunta se li planteja de la manera següent:

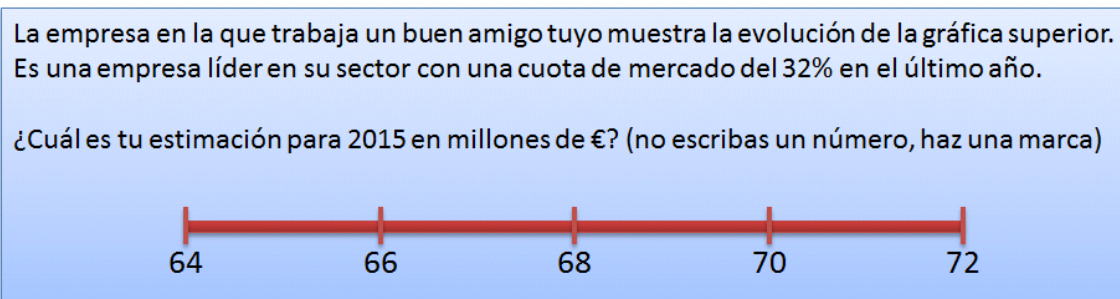


Figura 3. Pregunta 1 en l'experiment 1 (control)

Es concedeix una especial importància en el disseny d'aquesta prova al fet d'evitar que el subjecte d'estudi escrigui un número. Com ja ha esta comentat, investigadors com Dan Ariely han investigat l'anomenat **efecte ancoratge** (Ariely D. *Las trampas del deseo: Cómo controlar los impulsos irracionales que nos llevan al error*. Ariel, 2008. ISBN 9788434453678). Es manifesta quan en una decisió econòmica, la persona genera un vincle en la seva resposta amb una xifra que el condiona. Es pensa que escriure una xifra pot tenir un efecte de condicionament molt més gran que simplement fer una marca en una línia.

Un cop feta la prova, es deixa passar un temps i es convida el subjecte a repetir la prova. En aquesta ocasió, tot i que les dades són les mateixes, la pregunta canvia:

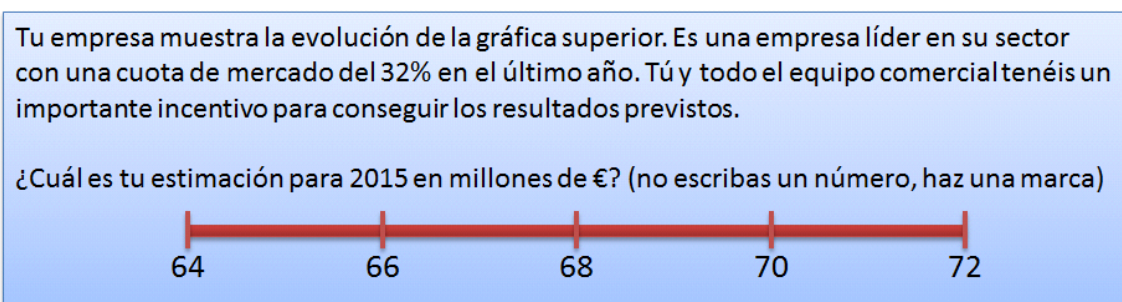


Figura 4. Pregunta 2 en l'experiment 1 (incentivació)

La variable que hem modificat perquè actui sobre el sistema de recompensa és que ja no és una empresa aliena, sinó que el subjecte assumeix que és la seva empresa i que té una incentivació per assolir la xifra de previsió per l'any 2015.

Si la decisió fos racional, la resposta no hauria de variar en els dos casos. Aquest fet no entra en contradicció amb l'efecte conegut de la incentivació en una feina. Veiem perquè:

- a- En l'entorn de treball dels subjectes d'estudi, la incentivació és una situació habitual. El que fóra extraordinari es que no existís.
- b- Encara que no s'explicita, el subjecte pot assumir que l'empresa del seu amic té un programa d'incentivació per assolir els seus resultats.
- c- La prova no avalua l'efecte de la incentivació sobre el resultat d'una feina. La prova avalua l'efecte d'unes expectatives d'incentivació sobre unes expectatives de resultat. I més concretament, la diferència entre el fet de que les expectatives d'incentivació afectin el subjecte d'estudi o no.

Els resultats finals es resumeixen en la taula que es mostra a continuació:

Subject	Age	Sex (1M/2F)	Date A	Rate A	Date B	Rate B	Diff	Diff (%)	A	B	(A- \bar{x}) ²	(B- \bar{x}) ²	(Diff- \bar{x}) ²
RP	37	1	03/03/2014	66,99	24/03/2014	66,99	0,00	0,00%	1,85	1,85	0,43	0,23	0,77
JBZ	43	1	04/03/2014	66,00	05/03/2014	68,00	2,00	3,03%	0,00	3,75	0,11	0,29	1,26
APA	48	1	04/03/2014	66,00	05/03/2014	67,92	1,92	2,91%	0,00	3,60	0,11	0,21	1,09
JMR	46	1	04/03/2014	66,48	05/03/2014	66,96	0,48	0,72%	0,90	1,80	0,02	0,25	0,16
AVT	40	1	04/03/2014	66,45	05/03/2014	67,39	0,93	1,40%	0,85	2,60	0,02	0,01	0,00
FDA	48	1	04/03/2014	65,31	05/03/2014	68,00	2,69	4,12%	2,45	3,75	1,05	0,29	3,30
JCVD	48	1	04/03/2014	66,67	05/03/2014	69,01	2,35	3,52%	1,25	5,65	0,11	2,40	2,16
PP	35	1	07/03/2014	67,92	11/03/2014	67,92	0,00	0,00%	3,60	3,60	2,53	0,21	0,77
ACa	41	2	21/03/2014	64,00	21/03/2014	66,96	2,96	4,62%	0,00	1,80	5,43	0,25	4,34
Acu	32	2	21/03/2014	66,00	21/03/2014	66,37	0,37	0,57%	0,00	0,70	0,11	1,19	0,25
AIG	48	2	21/03/2014	67,01	21/03/2014	67,23	0,21	0,32%	1,90	2,30	0,47	0,06	0,44
JAC	34	1	24/03/2014	67,01	24/03/2014	67,81	0,80	1,19%	1,90	3,40	0,47	0,12	0,01
JL	44	1	27/03/2014	67,49	27/03/2014	67,65	0,16	0,24%	2,8	3,1	1,35	0,04	0,51
PA	44	1	04/04/2014	66,00	04/04/2014	67,00	1,00	1,51%	0	1,87	0,11	0,22	0,01
DV	39	1	04/04/2014	66,27	04/04/2014	66,27	0,00	0,00%	0,5	0,5	0,00	1,43	0,77
EC	50	1	07/04/2014	66,00	07/04/2014	66,53	0,53	0,81%	0	1	0,11	0,87	0,12
JMo	35	1	15/05/2014	66,00	15/05/2014	66,00	0,00	0,00%	0	0	0,11	2,14	0,77
IM	49	2	22/05/2014	68,00	22/05/2014	68,00	0,00	0,00%	3,75	3,75	2,79	0,29	0,77
EP	36	1	23/05/2014	67,00	23/05/2014	67,50	0,50	0,75%	1,88	2,8125	0,45	0,00	0,14
				66,33		67,46	0,88	1,33%			0,95	0,77	0,36
				0,96		0,73							t=3,99

Taula 2. Resultats de l'experiment

L'experiment ha estat realitzat sobre 19 subjectes, que és el nombre mínim que es considera necessari per fer un contrast d'hipòtesi (mitja aritmètica). S'observen diferències sostingudes entre les dues fases de la prova. La mitja aritmètica de la prova A (empresa d'un amic, estimació sense incentiu) és de 66,33 i la de la prova B (empresa pròpia, estimació amb incentiu) és de 67,46.

Independentment de la magnitud de la diferència (com seria d'esperar, no és molt gran en termes absoluts), cal trobar la *t* d'*Student* per demostrar que la diferència té significació estadística. En l'experiment, la *t* ha estat de **3,99**, la qual cosa vol dir que amb un nivell de probabilitat del **99,5%**, les dues mitjanes són diferents.

Estem en condicions de concloure que la nostra hipòtesi principal en el treball queda demostrada. La interpretació que hauríem de donar a la diferència entre les dues mitjanes és que, si més no en el grup de subjectes d'estudi, la incentivació actua sobre la capacitat de fer una previsió i dona com a resultat una resposta no racional, en aquest cas modificant la previsió a l'alça.

7.3 Experiment sobre el Sistema d'Aversió a la Pèrdua

Els subjectes no són conscients si una resposta es pot considerar millor que una altra, en l'experiment 2. Per tant, no saben, un cop han fet la prova, si la seva postura coincideix amb la majoria o no.

Aquest experiment pretén avaluar si una persona, al saber que la seva resposta difereix de la de la majoria, se sent incòmoda fins al punt de plantejar-se canviar la seva resposta per adaptar-la a la del grup.

Aquest model experimental ha generat mots dubtes des del punt de vista metodològic, per la dificultat de generar una situació de pressió sobre el subjecte que fos percebuda de manera realista. D'entrada, per raons logístiques, la prova no s'ha pogut fer de manera col·lectiva, la

qual cosa seria l'escenari de treball ideal. Per tant, un cop tabulats els resultats de l'experiment 2, s'ha fet a cada subjecte d'estudi la pregunta següent:

¿Recuerdas el test que te pedí hace algún tiempo? En él debías hacer una estimación de ventas en una empresa en dos situaciones diferentes:

- Para la empresa de un amigo
- Para tu empresa, con un incentivo por resultados

Entre tus dos respuestas, la diferencia fue del **5,6%**

Este test se ha realizado a 124 personas y la diferencia media entre ambas respuestas ha sido del **0,5%**

Sabiendo este dato, si te volviera a pedir que hicieras el test: ¿modificarías tus estimaciones? (marca con una x)

Sí No

Figura 5. Pregunta en l'experiment 2 (aversió a la pèrdua, situació de risc)

En el model es pretén artificialment generar una sensació de minoria en el subjecte mitjançant dues informacions falses que no pot comprovar:

- Augmentat la dada del nombre de persones a les que s'ha fet la prova
- Canviant la mitjana dels resultats del grup, posant una xifra que sigui prou diferent a la obtinguda pel participant de l'estudi.

El resultat ha estat unànime i aclaparador. Tots els subjectes han respost (de manera anònima i privada, cal recalcar-ho) negativament a la pregunta. Per tant, hauríem de concloure que en aquest experiment, no ha estat confirmada la hipòtesi de treball, i pel que fa a les decisions de risc, els subjectes són capaços de mantenir el rigor de la seva resposta de manera racional, sense que en aparença, un parer diferent del grup al que pertanyen els afecti.

Veurem a continuació una sèrie de consideracions sobre aquests resultats a les conclusions del treball

8. CONCLUSIONS I FUTURES RECERQUES

El treball pretenia demostrar la possible no racionalitat de les decisions que es prenen en l'entorn empresarial, en particular les decisions estratègiques i de negoci. En les tres fases en les que s'ha distribuït l'experiment, les primeres conclusions que en podem extreure són les següents:

- L'enquesta ha mostrat, d'acord amb la primera hipòtesi plantejada, que les persones que prenen decisions a l'empresa consideren que aquestes són, fonamentalment racionals
- El primer experiment ha mostrat, d'acord amb la segona hipòtesi plantejada que les decisions a l'empresa (en situacions d'incertesa), en el grup d'estudi, no es poden considerar racionals, quan tenen a veure amb els circuits de recompensa i es veu involucrat un factor d'incentivació
- El segon experiment no ha pogut demostrar la hipòtesi de que les decisions no son racionals quan es veuen involucrats els circuits d'aversion a la pèrdua (en situació de risc). Per tant, semblaria que les persones poden prendre decisions racionals en situacions de risc, sense que estiguin afectades per la opinió (diferent) de la majoria.

L'aparent contradicció entre els resultats dels dos experiments mereix un comentari més detallat. Creiem de tota manera que el treball ha d'incloure aquests resultats de forma clara i explícita perquè siguin objecte d'anàlisi i validació per part de tercers.

Ja han estat esmentats els dubtes metodològics que el segon experiment va generar en el seu moment. Aquest dubtes tenien a veure sobretot amb el fet de que és possible que la resposta dels subjectes es manifesti de forma substancialment diferent, si es demana de manera privada i anònima o s'expressi de manera pública i col·lectiva. Dit d'altra forma: si cada un dels subjectes hagués estat convidat a modificar la seva resposta en públic, un cop demostrat que estava en minoria, també hauria estat negativa en tots els casos?. La nostra hipòtesi és que no, que la opinió pública de la majoria hagués tingut influència en un nombre de subjectes. Però per demostrar-la, òbviament, caldria repetir l'experiment. Lluny de ser un inconvenient, aquest interrogant obre noves portes, totes elles d'enorme interès.

Per tant, per acabar, els resultats d'aquest treball són un punt de partença de noves investigacions que, d'una banda confirmin el que s'ha conclòs i d'altra donin resposta a preguntes que han quedat sense ella. Per exemple:

- L'efecte del factor gènere en les decisions, tant de recompensa com de risc. Responen, pel que fa a la racionalitat, de manera diferent les dones i els homes?
- L'efecte de l'edat i l'experiència en les decisions d'empresa. Responen, pel que fa a la racionalitat, de manera diferent les persones sense experiència (empresaris joves) i els directius o empresaris amb anys d'experiència?
- L'efecte dels tipus de decisió. Es pot quantificar si la racionalitat o no racionalitat de les decisions és més intensa, en funció de que siguin decisions en les que intervinguin incentivacions o situacions de risc?
- L'efecte de la metodologia d'estudi. Es pot estandarditzar una metodologia que faciliti aquest tipus d'experimentació?

9. VALORACIÓ I AGRAÏMENTS

Com ja s'ha reiterat durant el decurs del projecte, aquest treball ha suposat una magnífica oportunitat per endinsar-se en un camp apassionant que trenca paradigmes i que en el futur pot contribuir a entendre millor, i tal vegada a optimitzar, la manera en com es prenen les decisions al sí de les empreses.

Es vol fer constar un especial agraïment:

- En primer lloc a la Dra Montserrat Vilalta, directora de l'EUM i tutora d'aquest treball, pel seu suport, ajuda i accessibilitat durant totes les fases del mateix. Un treball com aquest no fóra plantejable en cap cas sense una tasca de tutoria eficaç i compromesa con la que l'alumne ha rebut
- A la Dra. M^a Dolors Celma, pel seu estímul generós i permanent i els seu suggeriments sempre adients i constructius.
- Als membres dels tribunals, Dr Josep Raya, Dr Eduard Balbuena i Dra Carolina Luis per les seves aportacions i consells durant la defensa del projecte.

10. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

La bibliografia és, possiblement, prou extensa tenint en compte l'àmbit i la limitada pretensió del present projecte. Una de les raons és que la decisió de l'autor de treballar en Neuroeconomia, ve dels darrers anys. Per tant, des de l'inici ja disposava de més d'una setantena de referències. A més, alguns dels llibres referits (els de Damasio, Ariely i Bermejo) han estat objecte de lectura i anàlisi en les darrers anys.

Pel que fa a les fonts, donat el seu caire híbrid, les revistes on es publiquen articles rellevants en Neuroeconomia poden ser tant de caire econòmic, com psicològic o neurocientífic. Han estat consultades revistes de referència, com ara:

- Journal of Economic Psychology
- Journal of Cognitive Neuroscience
- Journal of Neuroscience
- Journal of Neuroscience Research
- Neuroscience and Behavioral Reviews
- Nature Neuroscience
- The American Economic Review
- Frontiers in Neuroscience
- Brain Research Bulletin
- Psychological Science

S'han usat aquestes publicacions directament per fer la cerca preliminar. També s'han usat Google Scholar i Scirus tal com se'ns va suggerir (de fet fa anys que l'alumne usa aquestes eines, especialment la segona des del 2009).

Durant el decurs del projecte, no s'han trobat publicacions que hagin incidit en el tema del treball. No obstant, es considera que algunes de les cites bibliogràfiques són particularment significatives, no només per aquest treball en concret, sinó per qualsevol recerca en l'àmbit neuroeconòmic. A destacar les nº 3,4,8,51,62,111, a part del ja conegut treball de Tversky i Kahneman de 1979 i que han estat analitzades amb una mica més de detall a l'apartat 3.

A continuació, la llista bibliogràfica complerta:

- 1 Allman JM et al. Two phylogenetic specializations in the human brain. *The neuroscientist* 2002; 8: 335-46.
- 2 Amin Z et al. Effects on estrogen variation on neural correlates of emotional response inhibition. *Neuroimage* 2006; 32: 457-64.
- 3 Ariely D et al. Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. *Nat Rev Neurosci.* 2010; 11: 284-92.
- 4 Ariely D. *Las trampas del deseo: Cómo controlar los impulsos irracionales que nos llevan al error.* Ariel, 2008. ISBN 9788434453678
- 5 Astolfi L et al. Neural basis for brain responses to TV commercials: a high-resolution EEG study. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng.* 2008;16: 522-31.
- 6 Baker M et al. Investor sentiment and the cross-section of stock returns. *The Journal of Finance* 2006; 61: 1645-80.
- 7 Banerjee A. A simple model of herd behavior. *Quarterly Journal of Economics* 1992; 107: 797-817.

- 8 Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cereb Cortex*. 2000; 10 :295-307.
- 9 Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Role of the amygdala in decision-making, *Ann N Y Acad Sci*. 2003; 985: 356-69.
- 10 Bechara A. The role of emotion in decision-making: evidence from neurological patients with orbitofrontal damage. *Brain Cogn*. 2004; 55: 30-40.
- 11 Benartzi S, Thaler RH. Risk aversion or myopia? *Management Science* 1999; 45: 364-81.
- 12 Bermejo PE, Castillo-Moreno L. Acalculia: clasificación, etiología y tratamiento clínico. *Rev Neurol*. 2006; 43: 223-7.
- 13 Bermejo PE, Izquierdo RJ. Cerebro rico, cerebro pobre. Una introducción a la Neuroeconomía. *Culturalibros*, 2011. ISBN: 978-84-9923-602-5
- 14 Bernal, J. *Pharma 2027: Evolucionada o Desaparece*. E. Bubok, 2012. ISBN: 84-616-2812-8
- 15 Bikhchandani S et al. Herd behavior in financial markets. *IMF Staff Papers* 2000; 47: 279-310.
- 16 Blanchard DC et al. Innate and conditioned reactions to threat in rats with amygdaloid lesions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 1972; 81: 281-90.
- 17 Bozarth MA, Pleasure systems in the brain, In Warburton DM, ed. *Pleasure: The Politics and The Reality*. New York: John Wiley & Sons, 1994: p. 5-14.
- 18 Braidot N. *Neuromarketing. ¿Por qué tus clientes se acuestan con otros si dicen que les gustas tú?* Editorial Puerto Norte-Sur, 2005 ISBN, 9788493436902
- 19 Breiter H et al. Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses. *Neuron* 2001; 30: 619-39.
- 20 Breiter HC et al. Acute effects of cocaine on human brain activity and emotion. *Neuron* 1997; 19: 591-611.
- 21 Breiter HC et al. Functional imaging of neural responses to expectancy and experience of monetary gains and losses. *Neuron* 2001; 30: 619-39.
- 22 Brickman P et al. Lottery winners and accident victims: is happiness relative? *Journal of Personality and Social Psychology* 1978: 36: 917-27.
- 23 Brown JW et al. Learned predictions of error likelihood in the anterior cingulate cortex. *Science* 2005; 307: 1118-21. Bush G et al. Dorsal anterior cingulate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2002; 99: 523-8.
- 24 Calder AJ et al. Neuropsychology of fear and loathing. *Nature Reviews Neuroscience* 2001; 2: 352-63.
- 25 Caldwell M. Careers in behavioral science. *Neuromarketing careers*. *Science*. 2007; 316: 1060-1.

- 26 Camerer C. Behavioral economics: reunifying psychology and economics. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1999; 96: 10575-7.
- 27 Canli T et al. Sex differences in the neural encoding of emotional experiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2002; 99: 10789-94.
- 28 Cardinal RN et al. Impulsive choice induced in rats by lesions of the nucleus accumbens core. *Science* 2001; 292: 2499-501.
- 29 Chen M et al. The neural and psychological basis of herding in purchasing books online: an event-related potential study. *Cyberpsychol Behav Soc Netw.* 2010; 13: 321-8.
- 30 Chen MK et al. How basic are behavioral biases? *Journal of Political Economy* 2006; 114: 517-37.
- 31 Chen MK, Lakshminarayanan V, Santos LR. How basic are behavioral biases? *J. Political Econ* 2006; 114: 517-37.
- 32 Christopoulos GI, Tobler PN, Bossaerts P, Dolan RJ, Schultz W. Neural correlates of value, risk, and risk aversion contributing to decision making under risk. *J Neurosci.* 2009; 29:12574-83.
- 33 Clark L, Bechara A, Damasio H, Aitken MR, Sahakian BJ, Robbins TW. Differential effects of insular and ventromedial prefrontal cortex lesions on risky decision-making. *Brain.* 2008; 131: 1311-22.
- 34 Coates JM et al. Endogenous steroids and financial risk taking on a London trading floor. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2008;105: 6167-72.
- 35 Cont R et al. Herd behavior and aggregate fluctuations in financial markets. *Macroeconomic Dynamics* 2000; 4: 170-96.
- 36 Coval JD et al. Do behavioral biases affect prices? *Journal of Finance* 2005; 60. Feb.
- 37 Davis D et al. Illusory personal control as a determinant of bet size and type in casino craps games. *Journal of Applied Social Psychology* 2000; 30: 1224-42.
- 38 Davis M et al. The amygdale. *Molecular Psychiatry* 2001; 6: 13-34. 128.
- 39 De Charms R et al. Control over brain activation and pain learned by using real-time functional MRI. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2005; 102: 18626-31.
- 40 De Martino B et al. Biases and rational decision-making in the human brain. *Science* 2006; 313: 684-7. Kahneman D et al. The psychology of preferences. *Scientific American* 1982; 246: 160-73.
- 41 Deppe M et al. Evidence for a neural correlate of a framing effect: bias-specific activity in the ventromedial prefrontal cortex during credibility judgments. *Brain Research Bulletin* 2005; 67: 413-21.
- 42 Dittrich D et al. Overconfidence in investment decisions: an experimental approach. *European Journal of Finance* 2005; 11: 471-91.

- 43 Dodd ML et al. Pathological gambling caused by drugs used to treat Parkinson disease. *Archives of Neurology* 2005; 62: 1377-81.
- 44 Elsbach KD et al. The effects of mood on individuals' use of structured decision protocols. *Organizational Science* 1999; 181: 185-94.
- 45 Fisher CE et al. Defining neuromarketing: practices and professional challenges. *Harv Rev Psychiatry*. 2010; 18: 230-7.
- 46 Gleason KC et al. Analysis of intraday herding behavior among the sector ETFs. *Journal of Empirical Finance* 2004; 11: 681-94.
- 47 Glimcher PW, Camerer CF, Fehr E, Poldrack RA. *Neuroeconomics. Decision making and the brain*. Elsevier; 2009. ISBN 978-0-12-374176-9.
- 48 Grinblatt M et al. Momentum investment strategies, portfolio performance and herding: a study of mutual fund behavior. *American Economic Review* 1995; 85: 1088-105.
- 49 Hammann S et al. Individual differences in emotion processing. *Current Opinion in Neurobiology* 2004; 14: 233-8.
- 50 Hirshleifer D et al. Good Day Sunshine: stock returns and the weather. *Journal of Finance* 2003; 58: 1009-32.
- 51 Hsu M et al. Neural systems responding to degrees of uncertainty in human decision-making. *Science* 2005; 310: 1680-3.
- 52 Jain A. Temptations in cyberspace: new battlefields in childhood obesity. *Health Aff (Millwood)*. 2010;29: 425-9.
- 53 Kamstra M et al. Winter blues: a sad stock market cycle. *American Economic Review* 2003; 93: 324-43.
- 54 Khan A et al. Magnitude of placebo response and drug-placebo differences across psychiatric disorders. *Psychological Medicine* 2005; 35: 743-9.
- 55 Knutson B et al. A region of mesial prefrontal cortex tracks monetarily rewarding outcomes: characterization with rapid event-related fMRI. *NeuroImage* 2003; 18: 263-72.
- 56 Knutson B et al. Neural predictors of purchases. *Neuron* 2007; 53: 147-56.
- 57 Knutson B, Adams CS, Fong GW Hommer D. Anticipation of monetary reward selectively recruits nucleus accumbens. *Journal of Neuroscience* 2001; 21: 159.
- 58 Knutson B, Fong GW, Bennett SM Adams CM, Hommer D. A region of mesial prefrontal cortex tracks monetarily rewarding outcomes: characterization with rapid event-related fMRI. *NeuroImage* 2003; 18: 263-72.
- 59 Krivelyova A et al. Playing the field: geomagnetic storms and the stock market. Working paper, Federal Reserve Bank of Atlanta, 2003.
- 60 Lane SD et al. Acute marijuana effects on human risk taking. *Neuropsychopharmacology* 2005; 30: 800-9.
- 61 Lane SD et al. Alcohol effects on human risk taking. *Psychopharmacology* 2004; 172: 68-77.

- 62 Langer EJ. The illusion of control. *Journal of Personality and Social Psychology* 1975; 32: 311-28.
- 63 Lauwereyns J et al. Feature-based anticipation of cues that predict reward in monkey caudate nucleus. *Neuron* 2002; 33: 463-73.
- 64 Leal-Campanario R et al. Electrical stimulation of the rostral medial prefrontal cortex inhibits reflex blinks and the expression of conditioned eyelid responses, but does not affect its acquisition, in behaving rabbits. *Proceedings of the National Academy of sciences of the U.S.A.* 2007; 104: 11459-64.
- 65 Lee N et al. What is "neuromarketing"? A discussion and agenda for future research. *Int J Psychophysiol.* 2007; 63: 199-204.
- 66 Lenzner R. John Meriwether, Former Salomon Brothers Traders. *Uses Leverage. Investing: Archimedes on Wall Street.* Forbes, 1998.
- 67 Liaño H. *Cerebro de hombre, cerebro de mujer.* Ediciones B, 1998.
- 68 List JA. Does market experience eliminate market anomalies? *Quarterly Journal of Economics* 2003; 118: 41-71.
- 69 Manes F, Sahakian B, Clark L, Rogers R, Antoun N, Aitken M et al. Decision-making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain.* 2002; 125: 624-39.
- 70 Manes F, Sahakian B, Clark L, Rogers R, Antoun N, Aitken M et al. Decision-making processes following damage to the prefrontal cortex. *Brain.* 2002; 125: 624-39.
- 71 Martínez-Salio A et al. Introducción. *Neuroeconomia. Nuevos campos de la Neurología.* *Neurología Supl* 2009; 5: 1-3
- 72 McGregor DG et al. Imagery, affect, and financial judgment. *Journal of Psychology and Financial Markets* 2000; 1: 104-10.
- 73 Merha R. The equity premium: a puzzle. *Journal of Monetary Economics* 1985; 15: 145-61.
- 74 Miller EK et al. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience* 2001; 24: 167-202.
- 75 Miller EK. The prefrontal cortex and cognitive control. *Nature: review of Neuroscience* 2000; 1: 59-65.
- 76 Monat A. Temporal uncertainty, anticipation time and cognitive coping under threat. *Journal of Human Stress* 1976; 2: 32-43.
- 77 Montague PR et al. Neural economics and the biological substrates of valuation. *Neuron* 2002; 36: 265-84.
- 78 Montague PR et al. Computational roles for dopamine in behavioral control. *Nature* 2004; 431: 760-7.
- 79 Morgan D et al. Social dominance in monkeys: dopamine D2 receptors and cocaine self-administration. *Nature Neuroscience* 2002; 5: 169-74.
- 80 Nofsinger JR et al. Herding and feedback trading by institutional and individual investors. *Journal of Finance* 1999; 54: 2263-95.

- 81 Novemsky N et al. How do intentions affect loss aversion? *Journal of Marketing Research* 2005; 42: 139-40.
- 82 O'Neal WJ. How to make money in stocks: a winning system in good times or bad. McGraw Hill, 2009. ISBN-10: 0972446249
- 83 Odean T et al. Boys will be boys: gender overconfidence and common stock investment. *Quarterly Journal of Economics* 2001; 116: 261-92.
- 84 Odean T et al. You are what you trade. *Bloomberg Personal Finance*, 2000. May.
- 85 Odean T. Are investors reluctant to realize their losses? *J Finance* 1998; 5:1775-98.
- 86 Olds J et al. Positive reinforcement produced by electrical stimulation of septal area and other regions of rat brain. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 1954; 46: 419-27.
- 87 Ouazzani Touhami Z et al. Neuromarketing: When marketing meet neurosciences. *Rev Neurol (Paris)*. 2011; 167: 135-40.
- 88 Peterson R. Buy on the rumor: anticipatory affect and investor behavior. *Journal of Psychology and Financial markets* 2002; 3: 218-26.
- 89 Peterson RL. Inside the investor's brain: The power of mind over money. John Wiley and sons, 2007. ISBN-13: 978-0-470-06737-6
- 90 Phan L et al. Functional neuroanatomy of emotion. *NeuroImage* 2002; 16: 331-48.
- 91 Polezzi D, Sartori G, Rumiati R, Vidotto G, Daum I. Brain correlates of risky decision-making. *Neuroimage*. 2010; 49: 1886-94.
- 92 Politzer P. *Neuroeconomics: a guide to the new science of making choices*. Oxford University Press, 2008. ISBN-10-0195305825
- 93 Presson P et al. Illusion of control: a metaanalytic review. *Journal of Social Behavior and Personality* 1996; 3: 493-510.
- 94 Rolls ET, Grabenhorst F. The orbitofrontal cortex and beyond: from affect to decision-making. *Prog Neurobiol*. 2008; 86: 216-44.
- 95 Rolls ET, Grabenhorst F. The orbitofrontal cortex and beyond: from affect to decision-making. *Prog Neurobiol*. 2008; 86: 216-44.
- 96 Russo JE et al. Managing overconfidence. *Sloan Management Review* 1992; 33: 7-17.
- 97 Sanfey AG et al. The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science* 2003; 300: 1755-8.
- 98 Schultz W et al. A neural substrate of prediction and reward. *Science* 1997; 275: 1593-9.
- 99 Schultz W. Predictive reward signal of dopamine neurons. *Journal of neurophysiology* 1998; 80: 1-27.
- 100 Shansky RM et al. The effects of sex and hormonal status on restraint-stress-induced working memory impairment. *Behavior and Brain Function* 2006; 7: 8.

- 101 Shiv B, Loewenstein G, Bechara A, Damasio H, Damasio AR. Investment behavior and the negative side of emotion. *Psychol Sci* 2005; 16: 435-9.
- 102 Sias RW. Institutional herding. *Review of Financial Studies* 2004; 17: 165-206.
- 103 Statman M. A century of investors. *Financial Analysts Journal* 2003: 59. May/June
- 104 Stotz O et al. The perception of control and the level of overconfidence: evidence from analysts earnings estimates and Price targets. *Behavioral finance* 2005; 6 (3).
- 105 Thaler R et al. Gambling with the house money and trying to break even: the effects of prior outcomes on risky choice. *Management Science* 1990; 36: 643-60.
- 106 Torngren G et al. Worse than change? Performance and confidence among professionals and laypeople in the stock market. *Behavioral Finance* 2005; 5 (3).
- 107 Tversky A, Kahneman D. Rational choice and the framing of decisions. *J.Business* 1986; 59: 251-78.
- 108 Vecchiato G et al. On the use of EEG or MEG brain imaging tools in neuromarketing research. *Comput Intell Neurosci*. 2011;2011:643489.
- 109 Vecchiato G et al. The issue of multiple univariate comparisons in the context of neuroelectric brain mapping: an application in a neuromarketing experiment. *J Neurosci Methods*. 2010; 191: 283-9.
- 110 Vergano D. Study: ask with care: emotion rules the brain's decisions. *USA Today* 2006; August 7: D4.
- 111 Volz, KG, Gigerenzer, G Cognitive Processes in Decisions Under Risk are not the Same as in Decisions Under Uncertainty. *Front Neurosci*. 2012; 6: 105.
- 112 Wager TD et al. Placebo-induced changes in fMRI in the anticipation and experience of pain. *Science* 303: 1162-7.
- 113 Walter H et al. Motivating forces of human actions. Neuroimaging reward and social interaction. *Brain Res Bull*. 2005 Nov 15; 67: 368-81.
- 114 Wang C et al. Responses of human anterior cingulate cortex microdomains. *The Journal of Neuroscience* 2005; 25: 604-13.
- 115 Welch I. Herding among security analysts. *Journal of Financial Economics* 2000; 58: 369-96.
- 116 Weller JA, Levin IP, Shiv B, Bechara A. The effects of insula damage on decision-making for risky gains and losses. *Soc Neurosci*. 2009; 4: 347-58.
- 117 Westegaard GC, Liv C, Chavanne TJ, Suomi SJ. Token mediated tool-use by a tufted capuchin monkey [*Cebus apella*]. *Animal Cogn*. 1998; 1: 101-6.

- 118 Whalen PJ et al. Masked presentation of emotional facial expressions modulates amygdala activity without explicit knowledge. *The Journal of Neuroscience* 1998; 18: 411-8.
- 119 Wierenga, B. Managerial decision making in marketing: The next research frontier, *International Journal of Research in Marketing*, Volume 28, Issue 2, June 2011, Pages 89-101,
- 120 Xue G, Lu Z, Levin IP, Bechara A. The impact of prior risk experiences on subsequent risky decision-making: The role of the insula. *Neuroimage*. (in Press).
- 121 Zacharakis AL et al. The nature of information and venture capitalists' overconfidence. *Journal of Business Venturing* 2001; 16: 311-32.
- 122 Zak PJ et al. Oxytocin is associated with human trustworthiness. *Hormones and Behavior* 2005; 48; 522-7.
- 123 Zweig J. *Your money and your brain*. Simon and Schuster paperbacks, 2007 ISBN-10: 0743276698

11. ANNEX 1. Cronograma de treball

