



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

TREBALL FI DE GRAU
Grau en Enginyeria Biomèdica

**REALITZACIÓ D'UN PLA DE NEGOCIS I ESTUDI
DE VIABILITAT SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE
ROBOTS D'ASSISTÈNCIA I ENTRETENIMENT EN LA
UNITAT GERIÀTRICA D'AGUTS DE L'HOSPITAL
CLÍNIC DE BARCELONA**



Memòria

Autor: Ariadna Pi Cervera
Director: Susana Velazquez
Co-Director: Ferran Rodríguez Omedes
Convocatòria: Juny de 2018



Resum

L'estructura d'aquest TFG engloba, justificadament, l'objectiu d'iniciar en termes generals la primera etapa d'un pla de negocis a través de l'estudi de viabilitat tècnica, ètica, legal i econòmica per la implementació de robòtica social d'entreteniment i/o assistència en les instal·lacions de la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona.

L'envelliment de població és un fet actual i amb tendència a créixer en un futur pròxim, provocant un conjunt de problemes polítics, econòmics i socials en tot el món. Les principals carències que pateixen les persones de tercera edat corresponen a la manca de comunicació, companyia, entreteniment i ajuts assistencials, tan domèstics com en la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic, necessitats detectades rere el treball d'investigació durant tres mesos en la mateixa unitat. És per aquest motiu que s'impulsa la realització d'un projecte que busca solucionar aquestes carències plantejant la introducció de robòtica hospitalària. S'inicia una cerca de mercat que desemboca en una anàlisi comparativa entre les diferents opcions de mercat per obtenir el dispositiu amb més capacitats socials i, en termes secundaris, assistencials.

Donada l'opció adient, s'inicia un estudi de viabilitat per estudiar la possibilitat d'adaptació i implementació del dispositiu en l'entorn hospitalari d'interès, obtenint un conjunt de resultats positius que permeten la realització d'una planificació robòtica d'alt nivell per abastir les diferents tasques principals dels robots a la unitat i realitzar una sèrie de propostes en l'àmbit tècnic, econòmic, d'acceptació, per millorar la coordinació robòtica durant la seva planificació d'accions i per presentar un conjunt de possibles millores referents al hardware i software del robot.

Paraules clau: Unitat Geriàtrica d'Aguts, Hospital Clínic de Barcelona, robòtica, hospital, pacients, personal, entreteniment, comunicació, companyia, assistència.

Resumen

La estructura de este TFG abarca, justificadamente, el objetivo de iniciar en términos generales la primera etapa de un plan de negocios mediante el estudio de viabilidad técnica, ética, legal y económica para la implementación de robótica social de entretenimiento y/o asistencia en las instalaciones de la Unidad Geriátrica de Agudos del Hospital Clínico de Barcelona.

El envejecimiento de la población es un echo actual y con tendencia a crecer en un futuro próximo, provocando un conjunto de problemas políticos, económicos y sociales en todo el mundo. Las principales carencias que sufren las personas de tercera edad corresponden a la falta de comunicación, compañía, entretenimiento y ayudas asistenciales, tanto en ámbito doméstico como en la Unidad Geriátrica de Agudos del Hospital Clínico, necesidades detectadas tras el trabajo de investigación durante tres meses en la misma unidad. Es por este motivo que se impulsa la realización de un proyecto que busca solucionar estas carencias planteando la introducción de robótica hospitalaria. Se inicia una búsqueda de mercado que desemboca en un análisis comparativo entre las diferentes opciones de mercado para obtener el dispositivo con más capacidades sociales y, en términos secundarios, asistenciales.

Una vez obtenida la opción adecuada, se inicia un estudio de viabilidad para estudiar la posibilidad de adaptación e implementación del dispositivo en el entorno hospitalario de interés, obteniendo un conjunto de resultados positivos que permiten la realización de una planificación robótica de alto nivel para abastecer las diferentes tareas principales de los robots en la unidad y realizar una serie de propuestas técnicas, económicas, de aceptación relacionada con el personal y los pacientes, para mejorar la coordinación robótica durante su planificación de acciones y presentar un conjunto de posibles mejoras referentes al hardware y software del robot.

Palabras clave: Unidad Geriátrica de Agudos, Hospital Clínico de Barcelona, robótica, hospital, pacientes, personal, entretenimiento, comunicación, compañía, asistencia.

Abstract

The structure of this Final Degree Project, includes, justifiably, the aim of starting fist stage of a business plan, in general terms, through a technical, ethical, legal and economical viability study for the implementation of social robotics for entertainment and/or assistance in the facilities of the *Unitat Geriàtrica d'Aguts* from *Hospital Clínic de Barcelona*.

Population aging is a current and growing trend in the near future, causing a set of political, economic and social problems around the world. The main deficiencies that elderly people suffer correspond to the lack of communication, company, entertainment and healthcare, both domestic and in the *Unitat Geriàtrica d'Aguts* of the *Hospital Clínic*, needs detected after the research work for three months in the same unit.

For this reason this project is boosted to solve these deficiencies, proposing the introduction of hospital robotics. A market search begins that results in a comparative analysis between the different market options to obtain the device with more social capabilities and, in secondary terms, care.

Once the appropriate option is choosen, a feasibility report is begun to study the possibility of adaption and implementation of the device in the hospital environment of interest, obtaining a set of positive results that allow the realization of a robotic planning of high level to supply the main tasks of robots in the unit and carry out a series of proposals in the technical, economic, acceptance, to improve robotic coordination during their planning of actions and to present a set of possible improvements regarding the hardware and software of the robot.

Key words: Unitat Geriàtrica d'Aguts, Hospital Clínic de Barcelona, robotics, hospital, patients, personal, entertainment, comunicacion, company, care.

Agraïments

*Agrair al meu tutor de l'Hospital Clínic de Barcelona, cap del Departament d'Enginyeria Biomèdica i Infraestructures, **Ferran Rodríguez Omedes** per la oportunitat de participar en aquest projecte i la seva confiança en mi.*

*Gràcies a la meva tutora de la Universitat Politècnica de Catalunya, **Susana Adriana Velazquez Lerma** per la seva constància, consells i seguiment.*

Agrair al conjunt del personal present a la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic per la seva hospitalitat i col·laboració per la finalització del projecte.

Als meus pares, sense els quals no hagués arribat a acabar la carrera, al meu germà per creure en mi i als meus amics per el seu suport.

Índex

Resum	3
Resumen	4
Abstract	5
Agraïments	7
1. Introducció	15
1.1. Objectius del treball	15
1.2. Abast del treball	16
1.3. Estat actual i futur de la tercera edat	18
1.3.1. El món	18
1.3.2. Europa	19
1.3.3. Espanya	20
1.3.4. Catalunya	21
1.4. Unitat Geriàtrica d'Aguts	22
1.4.1. Geriatria	22
1.4.2. Unitat Geriàtrica d'Aguts	22
2. Treball de camp	24
2.1. Pacients	24
2.1.1. Comunicació e interacció	25
2.1.2. Capacitats mentals	26
2.1.3. Capacitats físiques	28
2.2. Personal	31
2.3. Familiars i/o acompanyants	32
2.4. Solució actual a les necessitats observades	32
2.4.1. Entreteniment	33
2.4.2. Comunicació i companyia	33
2.4.3. Assistència	34
2.5. Propostes adjuntes al Pla d'Equipament per la nova obra	34
2.5.1. Entreteniment, comunicació i companyia	34
2.5.2. Assistència	35
2.5.3. Mètodes d'interès	36

3. L'Hospital Clínic de Barcelona	37
3.1. Unitat Geriàtrica d'Aguts a l'Hospital Clínic de Barcelona	37
3.2. Anàlisi de la futura unitat física de la UGA	42
3.2.1. Plànol	43
4. Estudi i anàlisi de la robòtica hospitalària destinada a la UGA	44
4.1. Introducció a la robòtica	44
4.1.1. Robots	44
4.1.2. Mercat	46
4.1.3. Robòtica sanitària	47
4.1.4. Robòtica d'interès	48
4.1.4.1. Robòtica assistencial	49
4.1.4.2. Robòtica de telepresència	49
4.1.4.3. Robòtica social i/o entreteniment	50
4.2. Estudi i anàlisi	51
4.2.1. Paràmetres d'interès	51
4.2.2. Cerca de mercat	54
4.2.3. Fitxa tècnica òptima	57
4.2.4. Comparació i decisió	59
4.2.5. Robot Pepper	67
5. Estudi de viabilitat	73
5.1. Viabilitat tècnica	74
5.1.1. Representació 2D	74
5.1.2. Estació de càrrega	78
5.1.3. Connectivitat i adaptació d'instal·lacions	81
5.2. Viabilitat ètica	82
5.2.1. Referències	82
5.2.1.1. Àmbit no hospitalari	83
5.2.1.2. Àmbit hospitalari	83
5.2.1.3. Interacció amb la gent de tercera edat	85
5.2.2. Acceptació	87
5.2.2.1. Interacció entre el robot social i el pacient	87
5.2.2.2. Interacció entre el robot social i el personal de la unitat	88
5.3. Viabilitat legal	90
5.3.1. Seguretat i perills	91
5.3.2. Privadesa i protecció de dades	93

5.3.3.	Introducció d'innovacions tecnològiques en l'àmbit legislatiu	95
5.4.	Viabilitat econòmica	97
5.4.1.	Softbank Robotics	99
5.4.2.	Hospital Clínic de Barcelona	101
5.4.3.	Analogia	103
6.	Planificació robòtica	105
6.1.	Moments d'intervenció	107
6.1.1.	Planificació d'acció	108
6.2.	Coordinació de situació	110
6.2.1.	Planificació d'acció	110
6.3.	Restriccions del sistema	112
7.	Anàlisi de l'impacte ambiental	113
8.	Visió futura	114
8.1.	Hospital Clínic de Barcelona	114
8.2.	Softbank Robotics	114
8.3.	Societat actual	114
9.	Propostes	116
9.1.	Propostes tècniques	116
9.2.	Propostes econòmiques	118
9.3.	Propostes d'introducció del robot en l'àmbit hospitalari	118
9.4.	Propostes per fomentar la planificació i coordinació robòtica	118
9.5.	Propostes robòtiques	119
9.5.1.	Hardware	119
9.5.2.	Software	120
10.	Conclusions	123
10.1.	Moment del tancament	125
10.2.	En un futur	126

11. Pressupost	128
11.1. Pressupost informàtic	128
11.2. Pressupost de mà d'obra	128
11.3. Pressupost de material d'oficina	129
11.4. Pressupost total	129
12. Bibliografia	130
12.1. Referències bibliogràfiques	130

Índex de figures i taules

Índex de figures

Figura 1. Factors que influeixen a l'envelliment de la població	18
Figura 2. Població mundial de tercera edat projectada	19
Figura 3. Percentatge de població dividida en franges d'edat en la Unió Europea durant els anys	20
Figura 4. Esperança de vida mundial	21
Figura 5. Piràmide de població a Catalunya en els pròxims anys	21
Figura 6. Representació del percentatge de soledat en els pacients de la unitat. Càlcul del pro-mig	25
Figura 7. Representació del percentatge de demandes d'atenció innecessàries	26
Figura 8. Prevalença de la demència entre la població de la tercera edat	27
Figura 9. Model funcional que representa els factors que indueixen a la sarcopènia	29
Figura 10. Relació entre el risc d'infermetat crònica i l'activitat física	30
Figura 11. Representació de les diferents interaccions amb el pacient a la UGA	37
Figura 12. Divisió del plànol de la nova obra	38
Figura 13. Plànol de la futura nova obra	43
Figura 14. Cronologia referent als robots hospitalaris	45
Figura 15. Rols dels robots socials	46
Figura 16. Creixement de mercat	46
Figura 17. Camps robòtics en l'àmbit sanitari actual	48
Figura 18. Robot de telepresència robòtic RP-Vita	50
Figure 19. Creació d'un robot social	50
Figura 20. Distincions dins l'àmbit robòtic social	51
Figura 21. Pepper robot	67
Figura 22. Situació dels 4 micròfons direccionals i els dos altaveus del robot Pepper	68
Figura 23. Rang de visió a través de les dues càmeres 2D	68
Figura 24. Obtenció d'imatges a través del sensor 3D als ulls	69
Figura 25. Rang d'operació i situació dels sensors làser	70
Figura 26. Situació dels dos sensors d'infrarojos	70
Figura 27. Situació i abast dels sensors sonar	70
Figura 28. Representació del llenguatge creuat de NAOqi	71
Figura 29. Llenguatges especialitzats del robot òptim	71
Figura 30. Dimensions robot Pepper	75
Figura 31. Simulació 2D	75
Figura 32. Mesures crítiques de les seccions generals	76
Figura 33. Mesures d'una habitació individual	77
Figura 34. Representació de les dimensions bàsiques de les habitacions dobles	77
Figura 35. Localització de l'estació de càrrega per el robot Pepper	79
Figura 36. Punts de càrrega	80
Figura 37. Representació de les estacions de càrrega	81
Figura 38. Pepper at Palomar US College Campus	83
Figura 39. Pepper a l'Hospital Humber River de Canadà	84

Figura 40. Pepper a l'Hospital AZ Damiaan	84
Figura 41. Introducció del robot Pepper en espais domèstics japonesos	85
Figura 42. Robot Pepper a la residència de tercera edat, Tokio	86
Figura 43. Taula d'experiments	86
Figura 44. Costos d'adquisició del robot Pepper	98
Figura 45. Adaptació d'una pantalla informativa	107
Figura 46. Aplicacions actuals del robot Pepper destinades al camp mèdic	120
Figura 47. Cronograma	127

Index de Taules

Taula 1. Estudis que analitzen les relacions establertes entre la soledat dels pacients i la demència a la tercera edat	28
Taula 2. Estudis on és relacionen els problemes en l'estat anímic i la soledat amb problemes cognitius	30
Taula 3. Representació de la importància del moviment físic per millorar la qualitat de vida i la independència	31
Taula 4. Horari diari d'un pacient a la unitat	41
Taula 5. Temps màxim i mínim d'interacció dels diferents pacients de la unitat	41
Taula 6. Cerca de robòtica d'interès	55
Taula 7. Primer descart i motius	57
Taula 8. Robòtica d'interès	61
Taula 9. Repartició de puntuació sobre les característiques tècniques	63
Taula 10. Puntuacions referides a la robòtica social i/o assistencial dinàmica	64
Taula 11. Puntuacions referides a la robòtica social estàtica	65
Taula 12. Puntuacions referides a la robòtica de telepresència	66
Taula 13. Diferenciació en la puntuació estètica i funcional	66
Taula 14. Característiques tècniques dels elements d'interacció	68
Taula 15. Especificacions tècniques del sensor sonar	70
Taula 16. Representació del nombre d'hores de soledat per tipus d'habitació	73
Taula 17. Càlcul de les distribucions robòtiques a la unitat	74
Taula 18. Voltatge referent a l'estació de càrrega	78
Taula 19. Connectivitat. Especificacions	81
Taula 20. Teoria Kotter	89
Taula 21. Avaluació econòmica i les aplicacions de l'estudi	101
Taula 22. Nomenclatura dels diferents requisits	107
Taula 23. Intervenció horària dels robots	108
Taula 24. Pressupost dels elements informàtics empleats durant el projecte	128
Taula 25. Pressupost del personal en funció de les hores destinades a cada treball	128
Taula 26. Pressupost referent al material d'oficina	129
Taula 27. Pressupost total de realització del projecte	129

1. Introducció

Després de realitzar tres mesos de pràctiques en la Unitat Geriàtrica d'Aguts a l'Hospital Clínic de Barcelona, per posteriorment fer un Pla d'Equipaments, es detecten certes necessitats i carències que es consideren importants tenint en compte el futur augment de població envellida durant els pròxims anys. Considerant la relació, posteriorment argumentada, entre la salut dels pacients i una millora de l'estat anímic, es determinen els aspectes socials una de les necessitats més importants i menys tingudes en compte actualment. Per altra banda, la manca d'assistència física potencia l'atròfia muscular i la dependència dels pacients, considerat segon punt d'interès.

El treball s'inicia amb un marc històric on es presenten dades del futur de la societat mundial. Posteriorment s'avaluen els resultats obtinguts en les pràctiques, tenint en compte tota la documentació de l'estudi personal que s'ha realitzat durant l'estança, per representar finalment com van anar sorgint els principals punts d'interès que determinen la importància del treball. S'inicia un estudi de mercat relacionat amb els robots socials o d'entreteniment i assistència, que finalitza en un estudi de viabilitat tècnica, econòmica, legal i ètica demanat per al departament d'Enginyeria Biomèdica de l'Hospital Clínic de Barcelona, ajustat a la seva estructura i necessitats. Dedicat a la viabilitat econòmica, s'analitzen els beneficis inquantificables per determinar si la introducció robòtica es assumible per a l'hospital i relacionat amb la viabilitat estructural del projecte davant la infraestructura exposada de la planta d'interès es realitza una representació 2D. Posteriorment un «*robot planning*» per determinar la interacció dels diferents robots davant alguna tasca determinada, que consisteix en el tracte i rotació davant dels diferents pacients per abastir la seva manca de distracció durant les hores de funcionament de la planta.

1.1. Objectius del treball

Els objectius del treball marcaran tot el recorregut del projecte fins a obtenir els resultats i les conclusions. El principal objectiu és la realització de l'estudi de viabilitat tècnica, econòmica, ètica i legal que comporta una sèrie d'objectius secundaris per poder obtenir uns paràmetres que determinin la viabilitat del treball en l'Hospital Clínic. Es poden determinar els següents objectius:

- ✓ Obtenir els coneixements i fonaments necessaris per poder desenvolupar el treball.
- ✓ Sintetitzar totes les observacions i tasques realitzades a les pràctiques per poder obtenir les principals necessitats i saber exposar-les.
- ✓ Aprofundir en l'enteniment de plànols e infraestructures hospitalàries, així com la dinàmica d'una Unitat Geriàtrica d'Aguts.
- ✓ Especialització en robòtica hospitalària, principalment robòtica d'entreteniment i assistència.

- ✓ Entendre el mercat robòtic actual per la realització del estudi de viabilitat.
- ✓ Entendre els aspectes a tindre en compte per la implementació de la robòtica en un unitat hospitalària amb pacients de tercera edat.
- ✓ Saber determinar les limitacions i aspectes importants per realitzar la classificació robòtica.
- ✓ Aprendre els aspectes importants a implementar dins d'un estudi de viabilitat robòtic.
- ✓ Entendre la dinàmica de la planta suficientment per poder determinar les interaccions necessàries entre la robòtica i el personal, i la planificació robòtica.
- ✓ Adquirir i adjuntar tots els coneixements obtinguts per realitzar una sèrie de propostes d'implementació i visió futura.

1.2. Abast del treball

Es realitza una breu explicació del contingut present i la trajectòria principal que aporten els diferents capítols. S'ha estructurat de manera que primer es puguin obtenir les dades que ens porten a entendre la importància del treball i posteriorment anar analitzant les possibles solucions actuals i futures, adaptant-les a l'Hospital Clínic de Barcelona, tant en conceptes tècnics, econòmics, ètics, legals.

En el primer capítol s'inicia la introducció, on s'obté informació sobre com sorgeix el treball i la seva importància, remarcant clarament el camí del treball que porta als resultats finals i d'interès per l'Hospital Clínic de Barcelona. S'adjunta el marc històric, on es troben les dades que permeten entendre el greu problema social del futur, la importància que conté obtenir solucions i la informació necessària per entendre els diferents conceptes generals que posteriorment es van utilitzant.

En el segon capítol s'adjunta el treball de camp realitzat durant el període de pràctiques a l'Hospital Clínic de Barcelona per remarcar els motius i observacions que van impulsar el treball i que representen, amb exemples, la seva necessitat real. Es divideix en tres grans esglaons que representen la Unitat Geriàtrica d'Aguts i es consideren importants, a tindre en compte en tots els canvis presentats per la unitat. Es determinen els mètodes actuals que utilitza l'Hospital per solucionar les necessitats principals observades i s'adjunten les propostes realitzades per la nova obra de la unitat, adjuntades al Pla d'Equipament presentat al final de les pràctiques introduint la necessitat de robòtica a la unitat.

En el tercer capítol s'avalua detingudament cada factor determinant de l'Hospital Clínic de Barcelona que cal tindre en compte per una posterior implementació de tecnologia d'entreteniment, companyia, comunicació i/o assistència. S'explica la dinàmica de treball personalitzada de la Unitat

Geriàtrica d'Aguts i tota la informació recollida durant l'estada de pràctiques a l'hospital. Es destaquen els punts que s'han de tractar abans de decidir quin és el tipus de tecnologia que pot abastir les necessitats nomenades anteriorment i s'exposen els plànols per observar detingudament les característiques mínimes i espai útil es té per portar endavant el projecte.

En el quart capítol s'exposa l'explicació i introducció de la robòtica hospitalària, tecnologia d'especial interès per l'hospital i en actual creixement de mercat. S'endinsa en el camp d'interès, la robòtica d'entreteniment i/o assistència. S'inicia una cerca de mercat i posterior procés de selecció. S'especifiquen els diferents paràmetres d'interès a avaluar i s'especifiquen per cada robot cercat, per iniciar una classificació general rere la qual es realitza la fitxa tècnica òptima que permet la realització d'anàlisi per puntuació, determinant així el robot òptim per la unitat.

El cinquè capítol representa l'estudi de viabilitat tècnic, econòmic, ètic i legal. S'estudia el nombre de robots necessaris per a l'abastiment equitatiu de pacients en la unitat. La viabilitat tècnica tracta els plànols i comprova la coordinació de les mesures del robot i l'espai, junt amb les modificacions o adaptacions necessàries per a la seva implementació. La viabilitat econòmica destaca les actuacions empresarials i hospitalàries, exposant les diferents possibilitats econòmiques. La viabilitat ètica proposa mètodes d'introducció del robot a la unitat per obtenir una major acceptació per part de totes les persones presents. La viabilitat legal exposa els conflictes de regulació presents en la societat actual relacionats amb els robots socials en àmbits hospitalaris.

El sisè capítol defineix la planificació robòtica. Determina els criteris necessaris per tractar les coordinacions horàries dels diferents robots així com la interacció amb les persones i la connexió entre els diferents membres robòtics per abastir i obtenir el màxim dinamisme de la unitat. S'exposen exemples d'execució d'accions que mostren els mètodes d'interacció entre robots.

En el setè capítol s'avalua impacte medi ambiental referent al funcionament normal com erroni, adjuntant possibles problemes, avaries i accidents que poguessin derivar rere les propostes d'aquest projecte. En el vuitè capítol es contempla que s'espera en un futur rere la implementació de la robòtica social hospitalària, des del moment de l'entrega d'aquest projecte. S'estudia l'horitzó temporal en una sèrie d'espais temporals establerts en vers l'hospital i el fabricant.

En el novè capítol s'inicia l'apartat d'aportacions pròpies. S'exposen els criteris personals obtinguts rere l'especialització en aquest camp i posterior a l'observació de les necessitats reals. S'exposen propostes, tant en àmbit actual com futur.

En el desè capítol s'analitzen les conclusions obtingudes durant la realització tancament del projecte, en diferents espais temporals. Para acabar, en el desè capítol s'estudien les analogies presents entre la informació obtinguda d'altres fonts que difereixen amb les conclusions obtingudes d'aquest projecte.

1.3. Estat actual i futur de la tercera edat

Per conèixer el motiu principal del treball, es realitza una introducció dedicada a l'estat actual que comporta la població actual davant dels canvis demogràfics que s'esperen en un futur, des de l'àmbit mundial fins a l'autonòmic.

En l'actualitat es concentra un descens de la natalitat que es combina amb la disminució de la mortalitat infantil i juvenil, la millora de la qualitat de vida i els avanços científics, relacionats amb la millora i el control de les malalties infeccioses, entre d'altres, provoca un progressiu envelliment de la població, augmentant el nombre de població anciana, juntament amb un augment de l'esperança de vida. Aquest procés augmenta, a part de la població vella, la població amb discapacitats, traduït en un augment del patiment personal, social i de costos assistencials. També comporta un altre factor, si la població anciana segueix creixent, el conjunt de població activa anirà disminuint amb el pas del temps. Per tant, es pot considerar un problema social, econòmic i polític.



Figura 1. Factors que influeixen a l'envelliment de la població
(Font: Eurostat)

Els principals factors que comporten un envelliment de la població ve determinat pels avenços relacionats amb la salut i l'augment en la qualitat de vida, que desenvolupen la vida de la població, augmentant l'esperança de vida, fet que presenta un augment de població dèbil més propensa a contactar amb diferents tipus de malalties. (Figura 1)

1.3.1. El món

L'envelliment de la població està a punt de convertir-se en una de les transformacions socials més significatives del segle XXI a l'àmbit mundial, per tant, cal tindre en compte l'evolució que es presentarà, en termes numèrics, pel que fa al creixement de població durant els pròxims anys.

En 2017, segons l'informe de «*Perspectives de la Població Mundial*» [1] es calcula que hi ha 962 milions de persones amb 60 anys o més, que comporten un 13% de la població mundial. Aquest grup de població té una taxa anual de creixement del 3%. S'espera que el nombre de persones amb

60 anys o més sigui el doble d'aquí al 2050 i el triple per 2100, el que es considera un valor de 2100 milions de persones per 2050 i 3100 milions de persones per 2100 (*Figura 2*). Europa es considera la regió amb més persones que pertanyen a aquest grup, és a dir, entre 60 anys i més que constitueixen un 25% de la seva població.



Figura 2. Població mundial de tercera edat projectada
(Font: United Nations)

1.3.2. Europa

L'envelliment de la població, a part de ser un problema en l'àmbit mundial, és una tendència destacable dins la Unió Europea, àmbit més proper i més comparable amb el nostre país. Els valors numèrics obtinguts també són un factor preocupant, de cara als anys pròxims, i als problemes socials, econòmics i polítics que aquesta tendència comporta.

Per determinar els nombres d'envelliment a la Unió Europea, es mostra un estudi realitzat per *Eurostat* l'any 2004 per als 25 països membres, en diferents franges d'edat [2]. En la *Figura 3*, es representa en percentil del creixement o decreixement present, al llarg dels anys, en les diferents franges d'edat, diferenciades en rangs de colors. El color vermell representa la franja d'edat composta entre els 0 i 14 anys, considerats infants. La franja gris clar determina l'edat entre els 15 i els 24 anys. L'etapa adulta es diferencia en dues franges d'edat, la primera en blau fosc entre els 25 i 49 anys, i la franja taronja els situats entre 50 i 64 anys. Les dues últimes franges, i de més interès, ja que representen la tercera edat segons els anys avancen. La franja negra representa els 65 i 79 anys, i la franja blanca els majors de 80 anys.

Les franges que determinen la població infantil o jove, decreix significativament al llarg dels anys. Aquest decreixement es compartirà juntament amb la franja que determina la població adulta entre els 25 i 49 anys. Per tant, la població que es troba entre els 0 i els 49 anys tendirà a decreixer.

La franja taronja pateix un creixement significatiu entre l'any 2000 i 2025 que posteriorment passarà a ser un creixement en les següents franges d'edat representades, causat per l'envelliment d'aquesta població. De l'anterior es pot concloure que davant el gran decreixement present en les franges inicials, la població cada cop representarà més àmpliament les franges situades en les edats més avançades, factor que tendeix a créixer a mesura que avancin els anys.

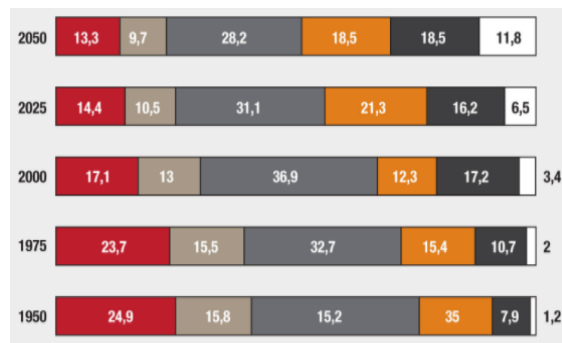


Figura 3. Percentatge de població dividida en franges d'edat en la Unió Europea durant els anys (Font: ONU, Revisió 2002)

1.3.3. Espanya

A Espanya l'envelliment és un problema present i futur a causa de l'elevada velocitat de propagació amb la que evoluciona al llarg dels anys. Aquest fenomen dinàmic augmenta alhora les necessitats personals, socials i familiars d'aquesta població.

Segons les estimacions realitzades en estudis internacionals de perspectiva i en les projeccions dutes a terme per l'Organització de Nacions Unides (ONU), en un estudi anomenat *Population Ageing and Development* [3], es destaca que en menys de 30 anys s'ha duplicat el nombre de persones considerades ancianes. Cal destacar que la taxa de natalitat decreix des dels anys 70, tenint en compte que en 1975 el pro-mig de fills era de 3 per dona en edat fèrtil i en els últims anys és menys d'1,2.

Segons l'ONU, en el mateix estudi, determina que en 1901 l'esperança de vida era de 34,76 anys i en segle ha arribat fins als 79,69 anys. D'acord amb aquest estudi, el 85% de les persones d'una edat més elevada dels 65 anys tenen una o més malalties cròniques, relacionades amb més del 75% de les morts i una gran part dels casos d'incapacitat. En Espanya s'espera que l'any 2050 les persones majors de 65 anys representaran més del 30% del total de la població (constaran de més de quatre milions).

El Ministeri d'Assumptes Socials [4] indica que més del 22% de gent anciana espanyola pateixen algun tipus d'incapacitat, provocant una dependència que comporta un dels principals problemes els quals s'ha d'enfrontar la societat Espanyola actual i futura. La tendència de l'envelliment de la població comporta directament un èxit en millores sanitàries i socials sobre les malalties i la mort, provocant l'augment d'esperança de vida que representa una de les més elevades dins dels països desenvolupats. (Figura 4)

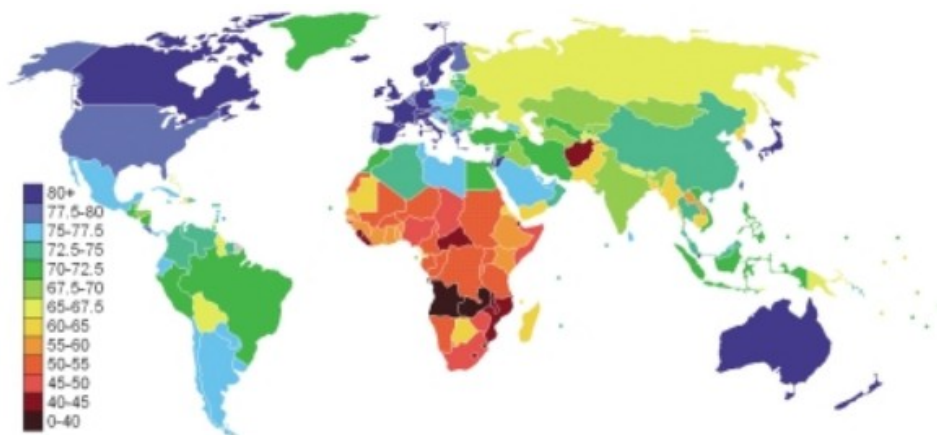


Figura 4. Esperança de vida mundial.
(Font: Proyección de Población a Largo plazo (INE))

1.3.4. Catalunya

A Catalunya també es registra un augment de població notable davant de la resta de països Europeus. En la *Figura 5* es veu mostra l'envelliment de població que cada cop deixa més enrere la forma piramidal que caracteritzava aquests tipus de gràfics.

En aquesta estructura es veuen les diferències on es situa el punt màxim de població segons els anys estudiats. En el 2013 aquest valor està situat en una franja d'edat entre els 30 i 40 anys. En 2026 podem veure que aquest màxim està situat en la franja entre 45 i 55 anys. Com a aspecte característic d'aquest envelliment de població, el seu màxim estarà representat en una franja d'edat entre els 70 i 80 anys al 2051. [5]

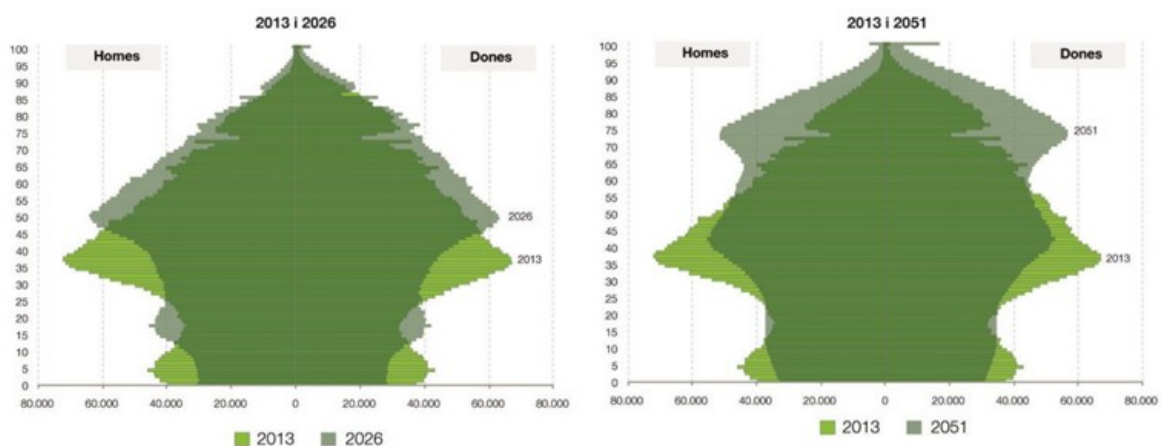


Figura 5. Piràmide de població a Catalunya en els pròxims anys
(Font: Generalitat de Catalunya)

Actualment la despesa pública de sanitat i educació està tocant mínims històrics en 2018, segons les dades proporcionades per *Hacienda* en el pla pressupostari d'aquest any [6]. Sanitat passarà d'una despesa del 6% del PIB en 2017 a un 5,8% en 2018. Al mateix temps, la baixada de la despesa total és de 14,6% a un 14,4%, si aquesta situació no varia en un futur, tenint en compte que cada cop s'haurà d'invertir més en despesa sanitària a causa de l'augment de la població de tercera edat, es pot arribar a un col·lapse, incrementant per una banda l'esperança de vida de les persones però deteriorant dràsticament la seva qualitat de vida, i com a conseqüència, les despeses que això comporta. Davant d'aquest fet, el percentatge de població activa, com a conseqüència de la població, disminuirà, per tant, menys treballadors a disposició d'una millora de qualitat de vida i assistència de la gent de la tercera edat que conformarà la societat.

1.4. Unitat Geriàtrica d'Aguts

En aquest apartat s'expliquen els diferents conceptes generals que engloben els aspectes relacionats amb la gent de la tercera edat i l'hospital. Punts bàsics per l'elaboració del projecte.

1.4.1. Geriatria

La geriatria és la branca de la medicina que es dedica a la tercera edat (considerada la població major de 65 anys) que s'ocupa del diagnòstic i tractament de malalties agudes i cròniques, de la seva recuperació funcional i de la seva re-inserció a la societat. L'objectiu principal consisteix a atendre els aspectes clínics preventius i socials de la malaltia i prevenir i superar la pèrdua d'autonomia. En Espanya el desenvolupament de la geriatria va començar l'any 1947, en Barcelona dirigit pel Dr. Panella Casas i el professor Beltrán Bguena. En 1978 es reconeix com oficial l'especialitat mèdica de geriatria. [7]

La gent que conforma aquest grup de la tercera edat es caracteritza per ser propens a les malalties i una part de la societat més dèbil. Els canvis físics, socials i de conducta es combinen amb l'efecte de malalties agudes i cròniques que, incrementen el seu deterioro funcional. S'ha de tindre en compte, que amb l'edat també augmenten el nombre de símptomes tant de la pròpia malaltia com dels medicaments que s'han d'aplicar.

1.4.2. Unitat Geriàtrica d'Aguts

La Unitat Geriàtrica d'Aguts és la unitat hospitalària on ingressen pacients d'avançada edat que pateixen malalties cròniques o bé necessiten una valoració geriàtrica exhaustiva. En aquesta unitat s'avaluen als pacients a partir de diferents professionals, és una unitat interdisciplinària, així poden realitzar diagnòstics i seguiments pertinents en diferents dimensions, a part de mèdica, altres aspectes que afecten la vida com el benestar i la biografia de les persones ancianes. Els pacients que podem trobar a la Unitat es consideren dependents, mitjanament dependents i independents, segons

el grau d'assistència que aquests requereixen i l'atenció que comporten. Els especialistes que formen part d'aquesta unitat són els metges geriàtrics, neuròlegs, neuropsicòlegs, farmacèutic clínics, terapeutes ocupacionals, cinesiòlegs, infermeres, assistents socials i tècnics paramèdics de nivell superior.

L'estudi realitzat per Societat Espanyola de Geriatria i Gerontologia [8] «*Nivell d'adequació dels recursos geriàtrics en els hospitals generals espanyols: període 2003-2005*» destaca que l'estança mitjana present en els pacients que ingressen en la Unitat Geriàtrica d'Aguts es situa en un rang entre 9 i 12 dies, tenint en compte que la mortalitat és inferior al 15%.

Les persones que representen el grup de la tercera edat, majors de 65 anys a Espanya, representen més del 37% de les altes i més del 50% de les estances hospitalàries, tenint en compte que aquests valors numèrics tendeixen a duplicar-se i triplicar-se segons els anys avancen.

Els sistemes hospitalaris i la pràctica estan més orientades a les persones joves, sense tindre en compte els valors presentats anteriorment, a més de ser el grup amb necessitats més significatives. Aquest mateix informe mostra que només un 32% dels hospitals espanyols contenen cobertura geriàtrica especialitzada. Dins d'aquest 32%, en un 22% d'aquests hospitals generals tenen la cobertura geriàtrica multidisciplinària i un 10% per una cobertura considerada més completa. A més existeix una desigualtat entre comunitats autònomes, ja que existeixen comunitats amb una cobertura d'alta major al 50-60%, mentre que altres en el 0%.

Aquesta tendència ha anat disminuint mínimament al llarg del temps, però cal tindre en compte la velocitat amb què evoluciona l'envelliment de la població. Els valors actuals s'obtenen del «*Catálogo Nacional de Hospitales 2017*» realitzat pel grup estatal de *Estadísticas e Información Sanitaria* [9]. Actualment Espanya comporta 788 hospitals al voltant de tot el territori, on només 118 contenen cobertura geriàtrica, amb un conjunt de 13.440 llits disponibles, en aquestes dades s'inclouen els llits de les unitats de llarga estança, tenint en compte que Catalunya compta amb més hospitals que qualsevol comunitat autònoma espanyola, obtenint també un balanç positiu davant l'atenció geriàtrica.

2. Treball de camp

Després de tres mesos realitzant observacions a la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona amb l'objectiu de realitzar el nou Pla d'Equipament per la nova obra, s'observen diferents necessitats bàsiques que actualment a la Unitat no es poden cobrir completament. Aquestes necessitats es relacionen amb tres factors principals: El pacient, el personal i els acompanyants.

L'estança d'observacions a la unitat ha permès determinar els problemes principals que s'hi troben actualment en aquesta unitat i les necessitats presents que, a causa de l'augment de població, cal millorar notablement per un futur, aportant una millor qualitat de vida del pacient, juntament amb els acompanyants, i qualitat laboral per al personal. Aquest capítol és una explicació dels diferents elements que componen la unitat així com l'explicació dels problemes detectats, exposats en el diari de pràctiques (*Annex 1*) que s'han sustentat amb estadístiques, enquestes i diferents estudis.

2.1. Pacients

Els pacients són el principal esglaió d'aquesta unitat, ja que es vetlla per la seva millora de salut i per al seu manteniment i diagnòstic. Molts aspectes influeixen en la salut i l'estança d'una persona dins l'hospital, però la principal necessitat destacable durant les observacions és la deguda a l'avorriment d'aquest grup de gent dins de la unitat. Existeix un conjunt d'estudis destacables que relacionen directament la millora anímica amb un increment determinant en el seu estat de salut.

Per exemple, al Japó són conscients de la situació d'envelliment de la població mundial i realitzen propostes i inverteixen en propostes tecnològiques per la millora de qualitat de vida d'aquest grup de persones que conformen la tercera edat. En notícies com «*Japón subvenciona nuevos robots 'low cost' que cuiden de ancianos*» publicat pel diari *El Mundo* [10], s'exposa l'aplicació d'una política d'incentius fiscals agressiva que impulsa el desenvolupament de robòtica destinada al cuidat de les persones de tercera edat, assumint dos terços del cost de la investigació i producció d'aquests robots.

Actualment, en la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic, l'estat anímic del pacient i vetllar per la seva distracció és un aspecte que no es té en compte. Durant la realització del Pla d'Equipaments per la nova obra ja s'han proposat diferents mètodes per millorar aquesta necessitat, però encara així insuficients tenint en compte les característiques dels pacients que comporten la unitat. Per una banda és important que aquest grup de població obtingui una millora en termes de comunicació i interacció entre ells i els altres membres que componen la unitat, disminuint així el seu sentiment de soledat; millorant la comunicació i interacció. Per altra banda, mantenir i si és possible, millorar les capacitats físiques i mentals del pacient durant la seva estança.

2.1.1. Comunicació e interacció

La comunicació i interacció són els objectius principals per l'aplicació dels elements de distracció. A través de les observacions i els valors numèrics obtinguts durant les pràctiques, es presenten estadístiques que proporcionen uns valors representatius en torn les necessitats relacionades amb la comunicació i interacció. Aquests factors vénen directament relacionats amb l'estat anímic del pacient i amb les millores socials.

Durant els tres mesos d'observació, es realitza diàriament, durant un període de 17 dies no consecutius, un seguiment dels pacients per obtenir un mètode estadístic que permet determinar el percentatge de soledat present en la unitat durant aquest període. En unes visites realitzades en intervals de 15 – 30 minuts, entre les 10 i les 12 del matí es determina el nombre de persones que es troben sense cap mena d'interacció durant tot el període temporal que es podia restar observant en la unitat. Els resultats en percentatges es presenten en la *Figura 6*.

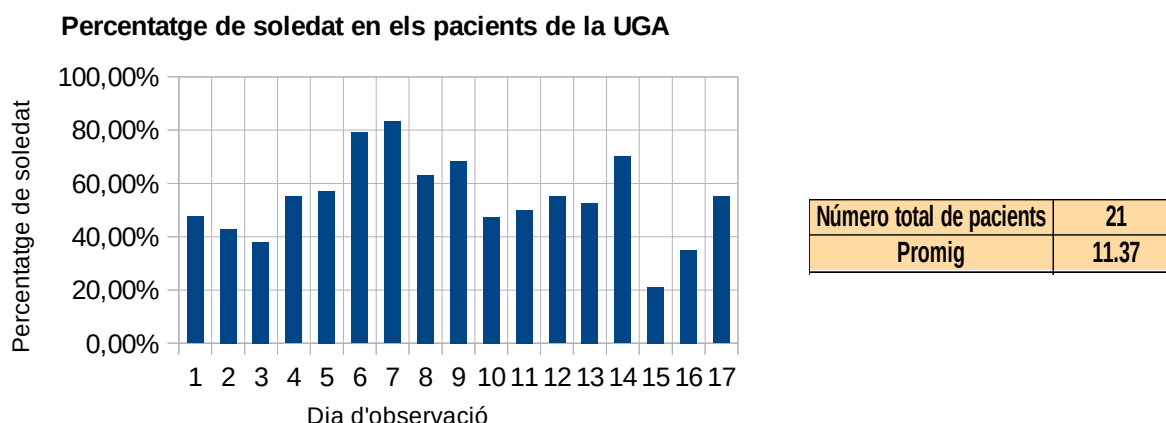
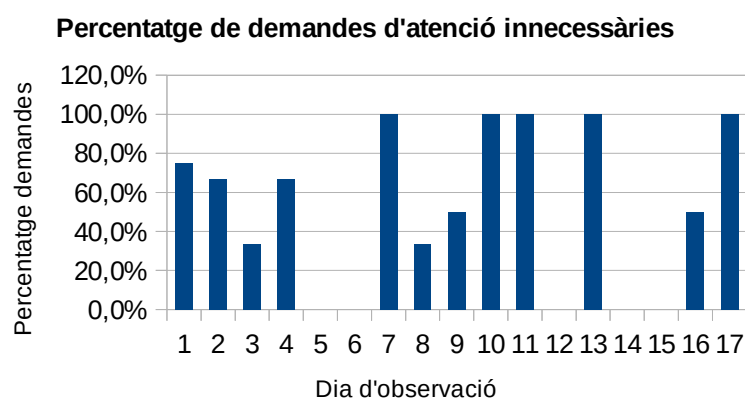


Figura 6. Representació del percentatge de soledat en els pacients de la unitat. Càlcul del pro-mig

Dins un conjunt de 21 pacients, 11.37 persones durant els 17 dies d'observació en un període de 15 – 30 minuts es troben sols. Això representa més del 50 % dels pacients. Els resultats demostren que la major part de les persones que s'hospitalitzen en aquesta unitat es troben aïllades la major part del dia. Aquesta sensació d'aïllament té un efecte directe sobre l'estat anímic dels pacients.

Per poder determinar les conseqüències d'aquesta sensació de soledat en els pacients davant les activitats diàries de la unitat, es realitza un segon seguiment dels pacients per determinar el percentatge de demanda d'atenció sense necessitat, realitzant un apunt diari durant els dies d'observacions de la quantitat de demandes per intèrfon i directament realitzades, tot obtenint la informació de l'objectiu d'aquestes demandes. A través dels resultats presents en la *Figura 7*, s'obté una estimació de la demanda d'atenció que va directament relacionada amb el sentiment de soledat, a causa de la manca de distracció present a la unitat.



Total nombre de demandes	Nombre de demandes innecessàries	Percentatge de demandes innecessàries
32	20	62,5%

Figura 7. Representació del percentatge de demandes d'atenció innecessàries.

Els resultats mostren que la sensació de soledat genera un creixement en demandes assistencials, no rellevants, així com una disminució de temps laboral que recau sobre el personal, disminuint així la productivitat i l'eficiència en les tasques que aquests realitzen. És important tindre en compte que un dels objectius davant l'aplicació d'elements que proporcionen distraccions al pacient, és proporcionar interaccions suficients perquè el pacient pugui administrar les diferents hores del dia que no interacciona, sense perjudicar el treball de la unitat.

2.1.2. Capacitats mentals

Les capacitats mentals disminueixen amb l'edat. Hi ha una sèrie d'estudis realitzats recentment que demostren la relació entre la millora de l'estat anímic i l'increment de la salut en els pacients amb determinades malalties cròniques mentals, així com la demència, on es presenta una disminució del funcionament intel·lectual que interfereix en les funcions cognitives i que afecta dues o més capacitats del pacient, així com la memòria, la percepció o el raonament.

La malaltia de l'Alzheimer és la causa de demència més freqüent, suposant entre el 50 i 70% de tots els casos de demència, dades extretes de l'informe «*Impacto social de la enfermedad del Alzheimer y otras demencias*» publicat per la Fundació Cervell. [11] Segons l'informe de la OECD «*Health and Glance*» on es recullen dades del 2009-2010, la demència en Espanya és un dels problemes principals que afecta directament al conjunt de població de 60 anys o més i es considera un dels països amb major proporció de malalts per aquesta malaltia. El 6.3% dels espanyols de tercera edat pateixen algun grau de demència, sent el tercer país amb més incidència, per darrere de França i Itàlia. (Figura 8) [12]

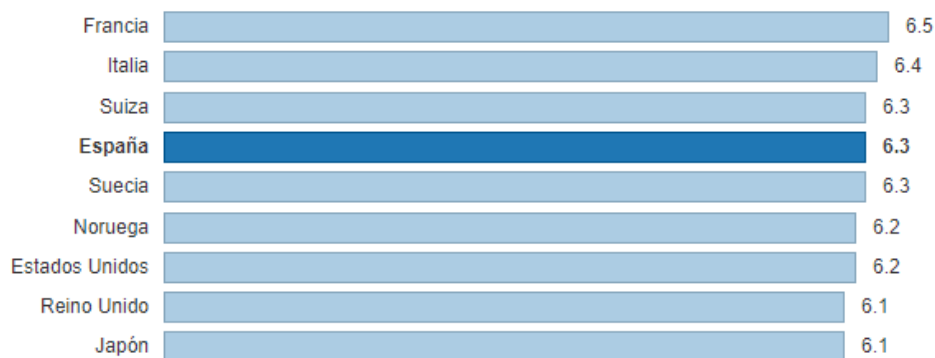


Figura 8. Prevalença de la demència entre la població de la tercera edat
(Font: OECD)

Els països més desenvolupats ocupen les posicions més elevades per l'existència d'una correlació directa entre la prevalença d'alzheimer i l'esperança de vida dels diferents països. En la *Taula 1* es mostren estudis que determinen les relacions entre la vida social de les persones de tercera edat i l'augment del risc de patir demència.

Estudis en relació a la soledat i la demència de la tercera edat				
Títol	Autor i any	Tipus i mostra d'estudi	Mètode	Resultat
'Influence of social network on occurrence of dementia: a community-based longitudinal study.'	Laura Fratiglioni et al. (2000) [13]	1203 persones de la tercera edat, que viuen a casa i no pateixen demència. Durada: 3 anys	Entrevistes periòdiques amb infermeres. Riscs relatius ajustats a través de les proves.	Persones que viuen soles i no tenen vida social activa: 1-5 (IC del 95%) Persones casades que viuen amb algú: 1-9 (IC del 95%) Conclusió: Vida social més activa protegeix contra la demència.
'The effect of social engagement on incident dementia: the Honolulu-Asia Aging Study.'	Saczynski et al. (2006) [14]	3.734 homes de Japó i Amèrica. Durada: Inici seguiment al 1965 però estudi inicial al 1991.	Seguiment durant la seva vida mitjana i la tercera edat. A través d'indicadors. Model de riscos proporcionals Cox, entre el compromís social i el risc de demència.	226 van obtenir demència dins de la tercera edat. Posteriorment, 521 persones moren abans de l'últim examen, 359 decideixen deixar de participar i 115 obtenen resultats erronis. Conclusions: Les relacions socials aporten un risc més alt de patir demència.

Estudis en relació a la soledat i la demència de la tercera edat				
Títol	Autor i any	Tipus i mostra d'estudi	Mètode	Resultat
'Loneliness and risk of Alzheimer disease'	Wilson et al. (2007) [15]	823 participants d'avançada edat de Chicago. Duració: 5 anys.	Avaluació a través d'una escala de 5 indicadors. Quan mor el pacient, examen post-mortem. Model de riscos proporcionals Cox.	76 subjectes desenvolupen alzheimer. 90 subjectes moren. Conclusió: Risc duplicat en les persones mes solitàries, però la soledat no aporta les principals causes.

Taula 1. Estudis que analitzen les relacions establertes entre la soledat dels pacients i la demència a la tercera edat

D'aquests estudis s'observa que l'activitat mental és un factor important que permet disminuir el sentiment de soledat i augmentar la capacitat comunicativa, així com la millora interactiva, dels pacients. Aquesta disminució del sentiment d'aïllament comporta millores relacionades amb la salut. La implementació de dispositius interactius i exercicis en la Unitat Geriàtrica d'Aguts permetrien mantenir aquesta activitat i disminuiria el temps que el personal dedica a la realització d'interaccions únicament socials amb els pacients. Això es pot realitzar en forma de jocs i millorant la motivació dels pacients, durant les estances a la unitat, perquè interaccionin i realitzin les tasques que se'ls proporciona.

2.1.3. Capacitats físiques

Durant el pas dels anys, les persones pateixen un decreixement en les seves capacitats funcionals i físiques que es presenta en forma de pèrdua de força en les extremitats, disminuint la capacitat aeròbica, la flexibilitat del cos humà i una reducció de l'equilibri. Tots aquests factors influeixen en la mobilitat, la marxa, les funcions diàries de les persones i en la seva autonomia i independència. Això succeeix a causa de la disminució de la massa lliure de grassa, l'altura i la despesa energètica, contrarestat per un augment en la massa de grassa. La disminució en capacitats físiques dels pacients comporten una necessitat d'assistència molt elevada en les Unitats Geriàtriques d'Aguts.

A partir dels 30 anys, la força muscular tendeix a disminuir un 10%-15% per cada dècada, com presenta l'estudi anomenat '*Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr.*' on s'estudien diferents grups de persones amb diferents edats per determinar les diferències presents relacionades amb la força muscular segons el sexe i l'edat. No és una regressió lineal simple, però manté una graduació fins a l'edat dels 50-60 anys i s'accelera més notablement conforme les edats de les persones avancen. [16]

La sarcopènia definida com la decadència del teixit muscular esquelètic a través del pas dels anys es representa a l'estudi '*Sarcopenia in older adults*' [17] com una de les causes més importants de la

decadència muscular i la pèrdua d'independència de les persones de tercera edat. Quan una persona entra en la tercera dècada de vida, la massa muscular esquelètica i la força muscular pateix un decreixement en forma lineal, perdent fins a un 50% de la massa en la vuitena dècada de vida. La massa dels músculs esquelètics presenten un 60% de la massa corporal, fet que davant la seva pèrdua comporta riscos per les persones i pèrdues funcionals molt importants. Aquesta pèrdua pot comportar problemes de salut, tals com la discapacitat, la fragilitat i la pèrdua d'independència i funcionalitat. A la *Figura 9* s'observen els diferents factors que comporten l'aparició i el foment de la sarcopènia en la gent de tercera edat.

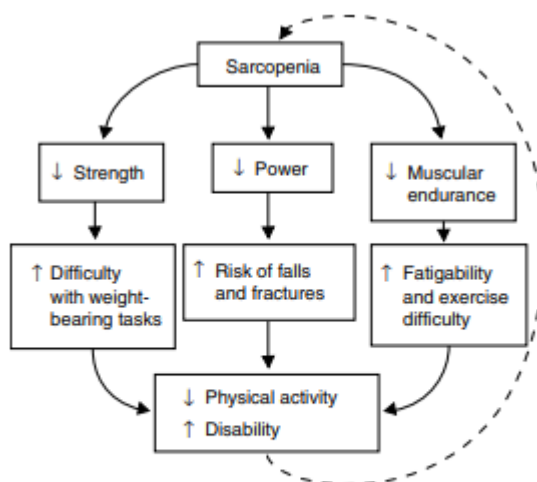


Figura 9. Model funcional que representa els factors que indueixen a la sarcopènia
(Font: 'Effects of Resistance Training on Older Adults')

A l'estudi anomenat '*Effects of Resistance Training in Older Adults*' s'exposen els diferents factors determinants per obtenir sarcopènia i les millores relacionades amb l'increment de moviment en la gent de la tercera edat. [18]

En la bibliografia es presenten més estudis que relacionen els estats anímics amb les millores físiques, així com les funcions cognitives relacionant aquestes millores físiques amb millores en les capacitats mentals. (*Taula 2*)

Estudis que relacionen la soledat i el deterior cognitiu				
Títol	Autor i any	Estudi	Mètode	Resultats
'Oxytocin, vasopressin, and human social behavior'	Heinrichs et al. (2009) [19]	Estudia la relació existent entre l'estrès i els efectes del suport social a través de les oxitocines del cos humà.	Investigació experimental de les bases moleculars del comportament social	Relació entre les oxitocines associades a una regulació del comportament i resposta en l'estrès. Relació entre les alteracions d'oxitocines i trastorns mentals.
'Social engagement and cognitive function in old age'	Holtzman et al. (2004) [20]	838 persones sense demència amb edat mitjana de 80.2 anys.	Estudi de la relació de les interaccions socials amb el nivell de funció cognitiva. Model de regressió ajustat a través d'indicadors.	Troba una freqüent relació en les xarxes socials positives i el manteniment global de les funcions cognitives.

Taula 2. Estudis on és relacionen els problemes en l'estat anímic i la soledat amb problemes cognitius

Les relacions amb les capacitats físiques també es relacionen amb les malalties cròniques. La *Figura 10* mostra la relació existent entre el grau d'exercici diari i el risc de patir desordres crònics. Com s'observa la relació no es determina fins a la quarta dècada on els valors són més significatius a causa de la retenció de força muscular i la gran capacitat de reserva dels músculs esquelètics.

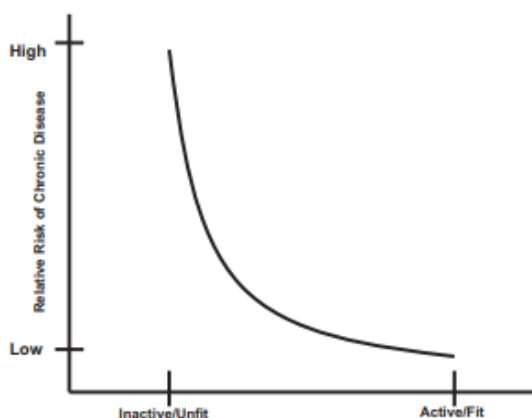


Figura 10. Relació entre el risc d'infermetat crònica i l'activitat física
(Font: 'A systematic review of the evidence for Canada's Physical Activity Guidelines for Adults')

Els estudis poblacionals mostren la necessitat de mantenir la gent de la tercera edat en moviment, evitant així problemes més greus i millorant la seva independència, capacitats físiques i la seva salut. En la *Taula 3* s'exposen una sèrie d'exemples.

Capacitats físiques de la tercera edat				
Títol	Autor i any	Tipus i mostra d'estudi	Mètode	Resultat
<i>'Longitudinal Study of Determinants of Dependence in an Elderly Population'</i>	Patterson et al. (2004) [21]	297 homes i dones de vida independent amb una mitjana de 70 anys. Duració: 8 anys.	Avaluació dels factors relacionats amb la pèrdua d'independència. Realització d'una regressió logística a través de diverses mesures durant l'estudi.	43 persones s'han tornat dependents o amb limitacions. Edat basal, presència d'infermetat i el VO2max tenen ratis significatius relacionats amb la dependència.
<i>'Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr.'</i>	Lindle et al. (1997) [22]	654 subjectes: 346 homes y 308 dones. Edats: Entre 20 i 93 anys.	Mesura de la torca màxima isomètrica concèntrica (Con) i excèntrica dels extensors (Ecc) del genoll a una velocitat lenta de 0.52 rad/s i ràpida de 3.14 rad/s. Anàlisi de regressió.	Tant homes com dones obtenen pèrdues relacionades amb la torca màxima. La edat presenta una menor variància del Ecc en dones que homes. A més, les dones grans tenen més capacitat per emmagatzemar i utilitzar l'energia elàstica.
<i>'Muscular strength and physical function.'</i>	Brill et al. (2000) [23]	3069 homes i 589 dones. Edat: Entre 30 i 82 anys. Duració: 9 anys	Reben una examinació clínica incloent una avaluació de la força. Indicadors de força i model de regressió logística.	Després de 5 anys el 7% dels homes i el 12% de les dones tenien alguna limitació funcional i algun problema de salut. Conclusió: El manteniment de la força al llarg de la vida redueix la prevalença de limitacions funcionals.

Taula 3. Representació de la importància del moviment físic per millorar la qualitat de vida i la independència

Com a conclusió general es determina la importància en l'aplicació d'elements de distracció i assistència per la seva millora i qualitat de vida, rere l'anàlisi i resultats obtinguts. Això permetrà al pacient incrementar les seves capacitats comunicatives i físiques.

2.2. Personal

El segon esglauó de la unitat és el personal. Aquest conjunt es troba determinat de manera diària per les auxiliars, que realitzen els controls higiènics dels pacients, les infermeres que realitzen les visites diàries i necessàries per administrar i aplicar els diferents fàrmacs i proves, els metges i la fisioterapeuta, que determina l'estat físic del pacient i l'incrementa en cas de necessitat. Les

auxiliars d'infermeria, principalment, realitzen un conjunt de tasques que involucren el seu nivell d'estrès i el seu estat físic.

L'estudi «*Musculoskeletal disorders in nursing assistants from the Resource Polyvalent Centre for the Elderly "Mixta" Gijón*» estableix els trastorns musculoesquelètics com a principal font de problemes físics en les auxiliars d'infermeria i problema de salut laboral més comú a Europa. Són alteracions que pateixen les estructures corporals (músculs, articulacions, lligaments, nervis, tendons, ossos i el sistema circulatori) causades pel treball i l'entorn d'aquest àmbit. Generalment provenen d'una exposició repetitiva de factors de risc biomecànic i organitzacionals. Aquest trastorn presenta problemes socials i econòmics, tant al professional, com a la institució sanitària. [24]

L'ajuda assistencial comporta l'aplicació d'elements tecnològics que permetin al pacient realitzar les tasques d'una manera més independent i així s'incrementa la seva capacitat muscular i física, en accions simples com aixecar-se del llit o del lavabo. En aquestes tasques, actualment, en tindre també una manca de seguretat per als pacients, les auxiliars i infermeres han d'aplicar la seva força per realitzar diferents tasques, fet que provoca diferents problemes físics per al personal, que posteriorment comporten un problema.

Per una altra banda, l'estrès és un fenomen rellevant i molt conegut socialment, activament vinculat amb l'activitat laboral. És el segon problema de salut més denunciat relacionat amb el treball afectant un de cada quatre treballador [25]. La introducció d'elements que augmenten la distracció dels pacients, incrementa la comoditat laboral del personal, que gràcies a aquests elements es poden permetre estar menys pendents dels aspectes poc importants que els pacients reclamen, podent aportar més atenció a les tasques més necessàries i reduir el seu estrès laboral relacionat amb l'acumulació o realització incompleta o improductiva de les diferents tasques.

2.3. Familiars i/o acompanyants

El tercer esglaó són els familiars i/o els acompanyants dels pacients. És un grup bastant vulnerable, considerat també una prioritat. Es considera important a causa de la gran necessitat d'atenció i informació que aquest col·lectiu requereix.

2.4. Solució actual a les necessitats observades

Com a conclusió general referent als apartats anterior es pot determinar l'existència de les següents necessitats en la unitat:

1. Minimitzar el sentiment de soledat dels pacients.
2. Millorar les condicions assistencials del personal.

3. Trobar mètodes de comunicació i millora d'interacció entre el personal, els pacients i els acompanyants.

Aportar una solució a les necessitats anteriors proporciona una millora de comunicació entre els membres que componen la unitat, aprofitant totes les possibles interaccions i disminuint el sentiment de soledat dels pacients. Per altra banda, millora la qualitat de les tasques, disminuint els problemes físics i psíquics que això comporta, com la productivitat i l'eficiència del personal i augmenta la qualitat d'estança del pacient, el seu estat anímic i l'estat de salut.

En els següents apartats es fa referència a com s'abasteixen actualment les diferents necessitats comentades en els apartats anteriors que relacionen tant als pacients, com al personal, com als familiars i/o acompanyants.

La Unitat Geriàtrica d'Aguts compta amb molt pocs beneficis relacionats amb les necessitats bàsiques i no tan bàsiques exposades en el resum de les pràctiques adjuntat en l'*Annex 1*, on entren els termes d'entreteniment, comunicació, companyia i assistència. És una unitat vella, però que actualment s'estan realitzant els Plans d'Equipaments i documents necessaris per millorar la seva qualitat aplicant innovacions i altres elements en els quals he pogut participar i aportar idees durant la meva estança en pràctiques.

2.4.1. Entreteniment

Fins al dia d'avui, la necessitat referent en l'aplicació d'elements de distracció per als pacients no s'ha tingut en compte. Alguns mètodes que utilitzen per fomentar l'entreteniment consisteix a tractar directament amb els pacients, explicar-los les coses que estan succeint a la planta o inclús asseure'ls en el passadís perquè puguin observar la dinàmica. Les habitacions contenen un televisor, en cas de ser una habitació doble, és compartit i actualment s'ha de pagar per poder utilitzar-ho.

Un altre element relacionat amb el sentiment de soledat, comporta una relació amb la decoració dels espais on els pacients interaccionen. Actualment existeix una manca d'elements personals o decoratius on el pacient pugui distreure's mentre es troba sol o sense cap mena d'interacció exterior.

2.4.2. Comunicació i companyia

Les visites dels familiars o altres acompanyants disminueix el sentiment de soledat dels pacients. Encara que aquestes visites es puguin dur a terme durant tot el dia, s'ha demostrat que el nombre d'hores que això succeeix són mínimes comparat amb el temps que els pacients es troben en completa soledat. La necessitat de comunicació per part dels pacients provoca l'ús dels interfons instal·lats en les habitacions per demandar atenció innecessària al personal, dificultant així les tasques dinàmiques de la unitat i el temps viable per dur-les a terme. L'objectiu principal d'aquests

dispositius és prestar ajuda al pacient en cas de necessitat o urgència i no disminuir el sentiment de soledat d'aquests.

Les habitacions de la unitat tampoc ajuden a millorar aquest sentiment de soledat i aïllament. Són austeres i generen un ambient poc íntim i incòmode. En el cas de les habitacions dobles, aquest sentiment hauria de ser menor perquè els pacients es troben en companyia permanent d'altres pacients, però no existeix actualment cap element que millori o utilitzi aquest aspecte per fomentar la comunicació i el sentiment de companyia dels pacients en la unitat. De fer, sovint es converteix en un fet desagradable o molest.

Al mercat existeixen molts mètodes per separar aquests dos conceptes, és a dir, el fet de comunicar-se no ha d'estar obligatòriament relacionat amb el concepte d'estar en companyia, i això forma part de les propostes de millora presentades com a treball final de pràctiques, que aniran adjuntes a la nova obra, per exemple, les vídeo-trucades.

2.4.3. Assistència

Quant a elements d'assistència s'apliquen elements bàsics, així com una barra tècnica perquè el pacient pugui aguantar-se en cas de necessitat i l'aplicació d'una alarma general a l'habitació i un altre en el lavabo, en localitzacions poc visibles per als pacients, tenint en compte les carències cognitives que la majoria presenten. Aquests mètodes ajuden mínimament però no incrementen la independència del pacient ni la millora de qualitat de l'estança. És per això que per la nova unitat s'han proposat molts canvis, sobretot en les habitacions, espai on es realitzen i succeeixen la majoria d'interaccions i moviments del pacient, però per manca d'espai només es podran aplicar uns mínims canvis on s'espera una millora en la comoditat del pacient.

2.5. Propostes adjuntes al Pla d'Equipament per la nova obra

Per cobrir les diferents necessitats, es determinen una sèrie de solucions. En aquest apartat es fa referència a aquestes propostes presentades i adjuntades finalment al Pla d'Equipament de la nova obra. Les propostes viables no són suficients i és per aquest motiu que l'hospital ha decidit impulsar la realització de l'estudi de viabilitat per aplicar robòtica que cobreixi aquestes necessitats i per això s'han de conèixer els aspectes que s'han cobert al Pla d'Equipaments. (*Annex 1*)

2.5.1. Entretenment, comunicació i companyia

El concepte que es té en compte inicialment és la necessitat d'elements de distracció i comunicació. Per tant, en aquest apartat es presenten els diferents mètodes i propostes exposades al Pla d'Equipaments de la nova obra.

El principal mètode de distracció i, en termes secundaris, utilitzable com a eina comunicativa destinada als pacients que s'aplicarà per la nova unitat, és una televisió tàctil amb un software que permet la realització de vídeo-trucades a familiars, jocs mentals, veure la televisió, escoltar la ràdio, veure pel·lícules i altres mètodes perquè el pacient desconnecti. Aquesta televisió exposat a l'Annex 1, permet a l'hospital determinar un software d'acord a les necessitats de la unitat.

Es proposa augmentar la distracció podent facilitar espais a les parets per aplicar fotografies, elements personals per aportar així un ambient més personal i l'aplicació d'escrits històrics al llarg de les parets. Les parets deixaran de ser completament blanques, jugant amb els colors que milloren l'estat anímic i les sensacions d'estar ingressat a l'hospital.

Es proposa a l'hospital fomentar les interaccions dels pacients a través del contracte de visites de persones d'interès en les generacions hospitalitzades en aquesta unitat, juntament amb l'organització de xarrades o tallers per als pacients.

Per les famílies i acompanyants, es proposa una millora qualitativa la sala d'espera, aportant més elements decoratius que permetin a aquest grup de persones descansar en un ambient més familiar. S'aplicaran elements decoratius, com l'aplicació d'estants on s'apliquen revistes i diaris, juntament amb la instal·lació de pantalles que aportin temes informatius i permetin a les persones desconnectar momentàniament i fer més lleugera l'espera. Aquesta millora, indirectament, tindrà un impacte als pacients i al personal de la unitat, ja que els familiars i acompanyants tindran un espai on descansar i passar l'estona, augmentant l'espai útil present als passadissos i habitacions, fomentant la qualitat de la dinàmica del personal i augmentant la quantitat de temps que els acompanyants podran estar amb els pacients.

2.5.2. Assistència

Els elements assistencials són molt importants tenint en compte la unitat que estem tractant i la manca en capacitats físiques dels seus pacients. S'han proposat molts canvis destinats a la nova obra, sobretot en les habitacions dels pacients, primerament perquè es considera que el pacient és el factor més important de la planta i que a través del seu benestar i millora s'obtenen diferents beneficis que es veuran aplicats als altres membres que conformen la unitat. És l'espai on més accions importants de la unitat es duen a terme i on es troben les principals interaccions entre el pacient i el personal, el pacient i els acompanyants. A causa de la manca d'espai és necessari una perfecta distribució de tots els elements que componen l'habitació i una bona atribució d'elements de suport i assistència per permetre més intimitat i independència als pacients. La manca d'espai és un factor bastant crític que obliga a reduir el nombre de propostes viables.

En el lavabo es proposa l'aplicació d'elements movibles i ajustables, com alçadors per al lavabo i l'inodor, que permeten un mínim moviment del pacient i una reducció de necessitat d'ajut. En les

parets, s'apliquen més elements de subjecció per al pacient intentant incrementar la seva autonomia i la intimitat. Per millorar la seguretat, s'apliquen més punts d'alarma al llarg del lavabo per cobrir tots els espais, sempre a una alçada i distància òptima per evitar l'esforç del pacient. Dins de les habitacions, a part de l'acoblament dels elements bàsics a les parets i un increment de l'espai útil, no s'aplicaran més elements de subjecció, assistència o vigilància del pacient.

2.5.3. Mètodes d'interès

Com a conclusió general dels apartats anteriors, s'observa que s'apliquen elements individuals, sols o amb companyia d'altres elements de suport, per cobrir cada necessitat descrita anteriorment d'entreteniment, companyia, comunicació i assistència. Aquest fet provoca una descoordinació entre necessitats i un augment de la instal·lació de diferents elements que s'han d'anar canviant a mesura que les normatives, els aspectes tècnics o la mateixa utilitat es quedi obsoleta o es pugui obtenir un element de millors característiques.

Tenint en compte l'actual evolució dins del mercat robòtic destinat als factors hospitalaris, l'hospital veu un especial interès en l'estudi de viabilitat relacionat amb l'aplicació d'elements robòtics, dins dels diferents blocs que existeixen, com els humanoides o els robots destinats a la telepresència, estudiats posteriorment, capaços d'abastir les necessitats exposades i poder incorporar-se a la dinàmica de la unitat com un element més indispensable, interaccionar amb els pacients i aportar els beneficis assistencials necessaris i de llarga durada.

3. L'Hospital Clínic de Barcelona

Al cor de Barcelona, creat el 1906, es funda l'Hospital Clínic. Els seus inicis comencen a principis de segle quan Valentí Carrulla, avi del cardiòleg Valentí Fuster, va impulsar i convèncer a les administracions per posar en marxa la creació d'aquest Hospital, que principalment anava dedicat a les persones més desfavorides. Tot i les dificultats econòmiques que travessava, molts facultatius prestigiosos van interaccionar amb l'hospital, com August Pi i Sunyer en els anys vint van convertir-lo en un centre d'investigació. Anys després van començar a donar-se fets que destacarien l'Hospital Clínic com un dels millors de Barcelona, com el primer trasplant de ronyó a Espanya el 1965 per Josep Maria Gil i Vernet. Actualment i després d'obtenir l'acreditació C d'hospital d'alta tecnologia i referència, cal destacar que és el motor d'una de les principals institucions de referència de les ciències de la salut a Espanya, anomenat Grup Clínic. [26]

En aquest apartat s'expliquen les característiques principals de la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'hospital, així com la dinàmica i les tasques principals diàries. Es realitza un recull dels aspectes que cal tindre en compte abans d'escollir la tecnologia d'interès a implementar a l'hospital i les limitacions que aquestes presenten.

3.1. Unitat Geriàtrica d'Aguts a l'Hospital Clínic de Barcelona

Abans d'iniciar l'estudi del tipus de tecnologia d'interès, s'han de conèixer les tasques principals i la dinàmica de l'hospital de manera diària.

Els principals elements que conformen la unitat són els treballadors. Hi formen part els metges, les infermeres, auxiliars, un fisioterapeuta, dues dones de la neteja i dues treballadores socials. Totes aquestes persones realitzen una tasca imprescindible dins la unitat, de la mateixa manera que interaccionen amb els pacients, i per tant, el seu horari és imprescindible per determinar les aportacions tecnològiques necessàries i els horaris que s'han d'implementar. (Figura 11)

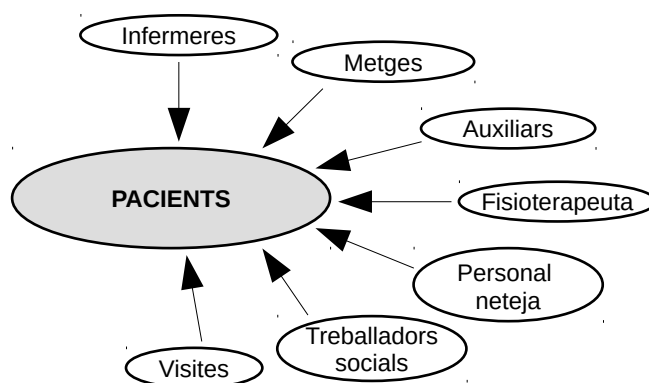


Figura 11. Representació de les diferents interaccions amb el pacient a la Unitat Geriàtrica d'Aguts

El torn del matí comença a les 7.00 hores, on arriben a planta les infermeres, auxiliars, la secretària i el personal de neteja. El primer torn acaba entre les 14.30 i 15.00 hores i s'inicia el torn de tarda, que finalitza a les 22.30 hores. A continuació es troben els serveis mínims destinats als torns de nit. El fisioterapeuta és un element de la unitat que apareix cada dos dies, en funció de les ordres dels metges, que comencen a passar consulta a les 9.00 hores del matí.

Actualment, la Unitat Geriàtrica d'Aguts es divideix en tres parts equitatives per millorar la coordinació i la metodologia laboral. La divisió es realitza entre la part central, la part principal i la part final. Cada part abasteix un nombre similar d'habitacions, tenint en compte que està composta per 15 habitacions, 7 individuals i 8 dobles i cada divisió és composta per cinc habitacions pròximes entre si. Durant tot el dia hi ha assignades una auxiliar i una infermera per cada secció, que seran aquelles que responguin a les demandes dels pacients en qualsevol moment del dia. En la Figura 12 es representa el plànol de la futura obra amb una proposta de divisió d'espais que s'utilitzarà com òptima durant el transcurs del projecte.



Figura 12. Divisió del plànol de la nova obra

Rere l'observació de la necessitat d'aplicar elements d'entreteniment a la unitat s'analitzen el conjunt d'interaccions presents diàriament per als pacients, juntament amb els intervals temporals que això comporta.

Personal

Per obtenir la informació necessària relacionada amb la interacció i dinàmica laboral del personal a la unitat, es realitza una entrevista a un membre de pràctiques que realitza tasques d'infermeria a la unitat durant el meu període de pràctiques.

Tenint en compte la gran diferència entre els diferents pacients, relacionat amb les seves capacitats físiques, els temps de treball per cada individu és completament diferent. Per això, durant les preguntes de l'entrevista es proposa una estimació temporal màxima i mínima davant un pacient completament dependent.

Es comença per les tasques del personal d'auxiliar d'infermeria, que s'inicien al voltant de les 8.30 hores del matí i que es dedica a la higiene principalment dels pacients, tasques que necessiten molta capacitat física i que comporta molts problemes físics al personal. Es calcula que poden trigar a realitzar la tasca uns 20 minuts per pacient, quan realitza la tasca individualment.

Els metges inicien els seus torns entre les 9.00 i 10.00 hores, arriben en dos grups i comencen les tasques pels extrems de la unitat. Les seves consultes solen ser ràpides, sempre que el pacient no tingui cap problema especial o res a diagnosticar. S'estima un temps d'entre 10 i 15 minuts per pacient.

Les infermeres inicien el seu torn alhora que les auxiliars. Triguen un temps indeterminat a realitzar les tasques amb els pacients, ja que depèn molt de les necessitats. El mínim temps de contacte entre la infermera i el pacient són 2 minuts en els quals es realitza la ingesta dels medicaments establerts i alguna atenció a possibles demandes sense importància. En cas d'urgència o necessitat real, el temps d'interacció pot estar entorn de dues hores.

El fisioterapeuta és un element que apareix en cas de necessitat. Es calcula un temps de 10 minuts per sessió en pacients que hagin necessitat aquest servei.

Acompanyants

Un altre element que interacciona amb el pacient, són els acompanyants. No hi ha cap horari de visites, exceptuant la finalització d'aquestes a l'inici del torn nocturn. El temps aproximat depèn totalment de la família i s'han trobat molts casos de gent sense domicili ni família accessible. Realitzant una estimació, es poden determinar uns temps entre 0 minuts i 1,30 hores de visites diàries, tenint en compte que els pacients que reben visites no els reben cada dia de la setmana.

Àpats i altres activitats

Els àpats i el personal de neteja que interacciona amb els pacients durant el temps de tasca es poden considerar un altre element d'entreteniment. En els àpats, els pacients estan realitzant una tasca i són assistits en cas de necessitat. L'hora de l'esmorzar és a les 9.00 hores, el menjar és a les 13.00 hores i el sopar a les 20.00 hores. La mitjana de temps dels àpats sol ser d'entre 20 i 25 minuts. Per altra banda, el personal de neteja triga aproximadament un temps de 10 minuts per habitació i segueix un ordre dependent de la coordinació dels altres elements de la unitat.

Els pacients dependents viuen tota l'estança a l'habitació. Només aquells pacients independents i sempre que el metge hagi donat permís, poden obtenir temps per sortir de les habitacions. Durant la meua estança de tres mesos, només s'ha donat un cas, i el passeig ha estat dins de l'entorn de la unitat. A través d'aquesta afirmació, es considera que l'estança dels pacients es realitza principalment a les habitacions.

Horari

Com a resum de l'explicació anterior s'adjunta un horari que correspon al dia d'un pacient que obté la interacció de tots els elements descrits anteriorment.

Es suposa que aquest pacient està situat a la primera habitació de la zona esquerra, és a dir, els metges el visitaran primer, únicament per realitzar el seguiment pertinent. L'actuació de les auxiliars i el personal de neteja s'ha de coordinar amb el seguiment dels metges, per tant, el personal de neteja s'espera a la finalització de la visita mèdica realitzant l'habitació del costat. Un cop finalitzi el metge la seva intervenció, podrà començar la neteja de l'habitació del pacient. Les auxiliars decideixen començar per l'altra banda de la zona on està situat el pacient mentre el metge realitza la intervenció. Això calcula un interval de 80 minuts fins que arriba al pacient. Per a l'estimació del temps es considera que el pacient d'interès té una filla que treballa a l'Hospital Clínic, i aprofita l'interval de 30 minuts de descans per visitar al seu familiar. El pacient rep la visita diària de la seva filla entre les 12.00 i 12.30 hores. Es considera també que el pacient demanda atenció i és necessària la intervenció d'infermeres durant 10 minuts (*Taula 4*).

Matí		Tarda	
Hora	Interacció	Hora	Interacció
7:00 – 9:00	Despertar	14:00 – 14:30	Dinar
	Arribada del torn de matí		Canvi de torn
	Preparen i coordinen les tasques del dia		
9:00 – 9:35	Esmorzar	14:30 – 16:00	Dormir
	Medicaments		Preparació torn de tardes
9:35 – 9:45	Visita del metge	16:00 – 16:20	Berenar
9:45 – 10:00	-	16:20 – 16:25	Medicaments
10:00 – 10:20	Personal de neteja	16:25 – 19:20	-
10:20 – 11:00	-	19:20 – 19:30	Demanda atenció Intervenció dels infermers
11:00 – 11:20	Auxiliars d'infermeria	19:30 – 20:00	-

Matí		Tarda	
Hora	Interacció	Hora	Interacció
11:20 – 12:00	-	20:00 – 20:20	Sopar
12:00 – 12:25	Visita familiar	20:20 – 21:45	-
12:25 – 14:00	-	21:45	Dormir

Taula 4. Horari diari d'un pacient a la unitat

El pacient es troba en una jornada diària completa uns 335 minuts sense cap mena d'interacció, és a dir, quasi 6 hores.

Temps de soledat

Es realitza una estimació de temps (màxima i mínima) en què el pacient es troba acompanyat durant el dia, en valors estimats, representats en la *Taula 5*. Hi ha una distinció depenent del tipus d'habitació, individual o doble, ja que es considera un mecanisme d'entreteniment per als pacients quan alguna membre del personal interacciona amb el company d'habitació.

	Habitació individual		Habitació doble	
	Temps màxim	Temps mínim	Temps màxim	Temps mínim
Auxiliar d'infermeria	30 min	20 min	60 min	40 min
Infermera	120 min	2 min	240 min	4 min
Metge	15 min	10 min	30 min	20 min
Fisioterapeuta	10 min	0 min	20 min	0 min
Personal de neteja	20 min	10 min	20 min	10 min
Acompanyant	90 min	0 min	180 min	0 min
Àpats	90 min	60 min	90 min	60 min
TOTAL	375 min	102 min	640 min	134 min

Taula 5. Temps màxim i mínim d'interacció dels diferents pacients de la unitat

Per calcular els temps depenent de les habitacions s'ha tingut en compte que el personal de fisiologia realitza els seus serveis de manera individual, per tant, no hi ha cap interacció amb la persona que es troba en la mateixa habitació que el pacient del moment. El personal de neteja realitza les interaccions alhora, així doncs el temps és el mateix pels dos pacients.

En un ordre de 13 hores diàries en què els pacients es troben desperts aproximadament, només estan en interacció amb alguna persona, en cas de les habitacions individuals, com a màxim 6,25 hores i com a mínim 1,7 hores. En una habitació doble, on tens el benefici de poder interaccionar quan les

tasques van destinades al teu company d'habitació, s'estimen unes hores màximes d'interacció de 10,7 hores màximes i com a mínim 2,23 hores. (Taula 5)

Aquests resultats estan calculats en vers a l'entrevista i als casos ideals dels temps determinats per la infermera de la Unitat Geriàtrica d'Aguts, per tant, tenen una probabilitat molt baixa d'ocórrer. Tot i això, els resultats mostren que el pacient tot i tindre la màxima interacció possible, tens un rang d'unes 3 hores on el pacient es troba sense cap mena d'interacció. Com els càlculs de la taula són temps estimats, es realitza una mitjana per saber quin temps d'interacció pot obtenir una persona en una habitació individual i en una habitació doble. En el cas d'habitacions individuals és una mitjana de 4 hores i en cas d'habitacions dobles és una mitjana de 6,45 hores.

Com a conclusió general, una persona en situació normal, amb una família que el pot visitar de tant en tant i que aprofita totes les interaccions possibles de la unitat, es troba en soledat aproximadament més de 5 hores.

3.2. Anàlisi de la futura unitat física de la UGA

Un cop estudiats els aspectes actuals i les propostes per la nova obra, s'han de concretar les característiques espacials, les limitacions que hem de contemplar i com es poden superar per posteriorment poder realitzar més profundament la determinació del robot òptim per implementar a la nova obra de la Unitat Geriàtrica d'Aguts. Cal conèixer quins aspectes s'han d'especificar per facilitar l'acceptació del robot dins de la dinàmica de la planta per part dels treballadors i de les tasques que s'han de dur a terme diàriament. Aquests factors d'elevada importància que s'han de tindre en compte per implementar robòtica a la Unitat Geriàtrica d'Aguts són:

- **L'anàlisi tècnica.** Una de les característiques d'aquesta unitat és la manca d'espai, per tant s'ha de tindre molt delimitat l'espai i les mesures òptimes per poder escollir posteriorment el robot. Determinar també els punts crítics i limitacions que ens trobem en la nova obra.
- **L'anàlisi econòmica.** Actualment la robòtica social aplicada en àmbits hospitalaris no està gaire normalitzada, fet que provoca alts costos agregats a la seva implementació i al manteniment. És important conèixer que quan la robòtica sigui més normalitzada en aquests àmbits el seu cost es minimitzarà, juntament amb l'aplicació de més facilitats de manteniment. S'ha de controlar el seu funcionament, ja que tracta amb pacients i evitar completament qualsevol interacció indeguda.
- Determinar com el robot ajuda a les persones i quines són les **necessitats per la seva implantació**. Aquest punt concreta que s'ha de tindre un argument suficientment sòlid i demostrable per millorar la interacció del personal i les seves tasques amb el robot aplicat.

- La modificació de la **dinàmica de la unitat**, o canvis que la implementació del robot provocarà a les tasques principals de la unitat. S'ha d'aclarir l'objectiu del robot i evitar la substitució de cap tasca principal realitzada pel personal cap als pacients, si això succeeix, el nivell d'acceptació de la robòtica en àmbits laborals hospitalaris es tornaria mínima. És necessari que el personal s'especialitzi en la nova tecnologia aplicada.
- Mostrar estudis i experiències presentades per altres professionals exitoses per administrar suficient confiança al personal i evitar aquest tipus de problemes. Cal l'anàlisi de les **normatives** pertinents.

3.2.1. Plànol

S'adjunta el plànol actualitzat de la nova obra. En resultar una obra de realització futura, encara es troba amb possibilitat de modificacions. Tot i això, es realitza el projecte amb l'opció de determinar aquest plànol com a la futura distribució, tot realitzant alguna sèrie de canvis únicament administratius. La *Figura 13* representa les diferents seccions establertes per la futura unitat.

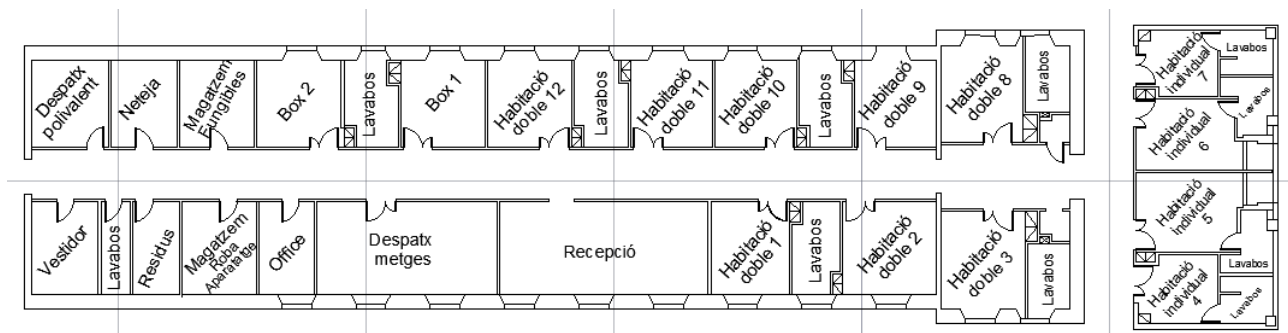


Figura 13. Plànol de la futura nova obra

4. Estudi i anàlisi de la robòtica hospitalària destinada a la UGA

4.1. Introducció a la robòtica

Abans d'entrar en l'àmbit de determinar el robot d'interès per l'hospital, cal comprendre la història i evolució de la robòtica als hospitals, i els diferents tipus de robòtica existents, juntament amb la seva evolució actual i futura dins dels mercats. Això permet entendre millor la necessitat i interès de la robòtica social i assistencial durant el projecte.

4.1.1. Robots

Un robot és una màquina automàtica programable que desenvolupa moviments o funcions automàtiques a partir d'unes instruccions externes que se li han proporcionat o unes regles inicials que se li han estat incorporades [27]. Aquestes instruccions poden estar determinades a partir d'una programació inicial, a través d'un programa informàtic o seguint un conjunt de tècniques que representen la intel·ligència artificial. Les tasques que els robots realitzen generalment serveixen per assistir o substituir als éssers humans en tasques perilloses, repetitives i pesades.

La intel·ligència artificial és un punt determinant relacionat amb els robots d'assistència i entreteniment per a geriàtrics. És una part de la informàtica dedicada al desenvolupament d'algorismes que permet a una màquina prendre una sèrie de decisions, intel·ligents o no, simulant la resposta humana davant diferents estímuls. [28]

En els últims anys, la introducció de la robòtica dins l'àmbit mèdic ha estat tot una actualitat i un llarg procés on s'han produït els avenços més interessants. El desenvolupament de l'enginyeria entre en contacte amb el món a principis del segle XX, incrementant així la proximitat de l'ésser humà amb la robòtica moderna. La robòtica dins de l'àmbit mèdic, inicia les seves aparicions a finals del segle XX en diferents camps. El 1980 comença la interacció entre el camp d'enginyeria i el camp mèdic, unint conceptes i buscant mètodes robòtics per millorar la qualitat i les tècniques presents en els diferents aspectes que abasteixen aquesta especialitat. A la *Figura 14* es poden veure representats els primers avenços tecnològics en els diferents camps sanitaris relacionats amb la robòtica hospitalària. Principalment l'evolució inicial s'ha centrat en el camp quirúrgic i segueix en constant evolució. [29]

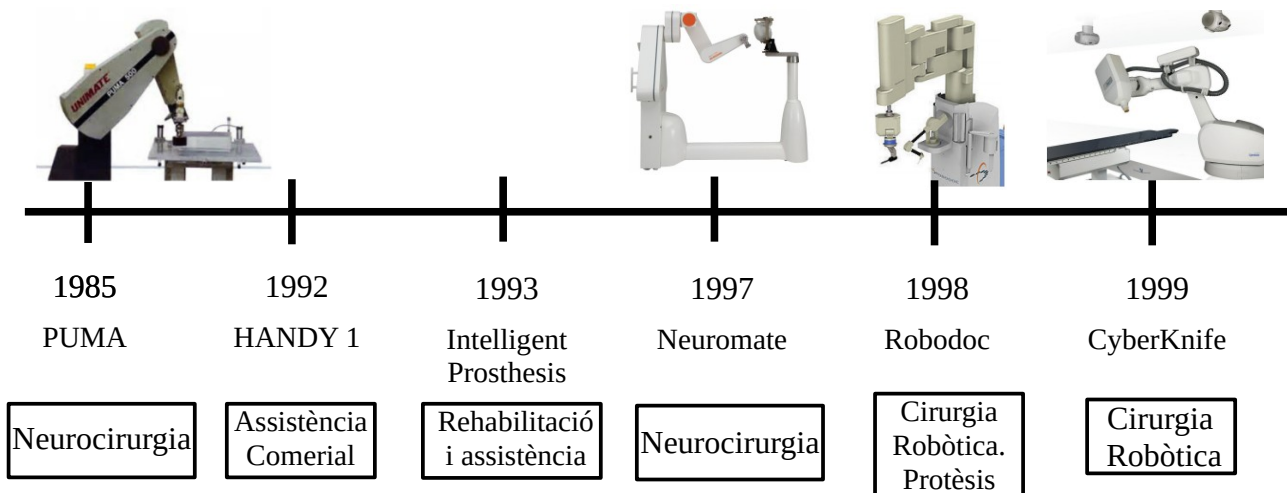


Figura 14. Cronologia referent als robots hospitalaris

Un cop la robòtica ha sigut un fet més normalitzat, instaurat en el mercat més profundament i acceptat socialment, es va canviar la filosofia de la seva construcció el 1990 amb l'objectiu de millorar les capacitats i apropar-ho més en els àmbits socials, aportant robots més petits i assequibles. Aquests fets són publicats en un article anomenat “*Fast, cheap and out of control: A Robot Invasion of the Solar System*” [30]. A partir d'aquest moment, la robòtica domèstica entra en joc, sent un camp en desenvolupament actual, amb l'objectiu, a part d'aportar facilitats i millor qualitat de vida, obtenir robots amb capacitats socials i comunicatives per una millor interacció amb els humans i així una millor introducció en les vides dels humans; la robòtica social i assistencial.

Actualment, continua el progrés robòtic, seguint en constant desenvolupament i investigació, sobretot en termes d'aplicació de la intel·ligència artificial que cada cop es pot veure més clarament introduïda dins la societat, que juntament amb els avantatges relacionats amb els dissenys físics dels robots i les seves capacitats sensorials, es pot veure com és un camp en continu creixement amb l'objectiu d'aportar als robots més rols socials. La *Figura 15* presenta aquests diferents tipus de rols i el progrés al llarg del temps que adquireixen els robots en espais domèstics, laborals i públics. Mostra la progressió de les màquines i el seu desenvolupament, tant físic com social.

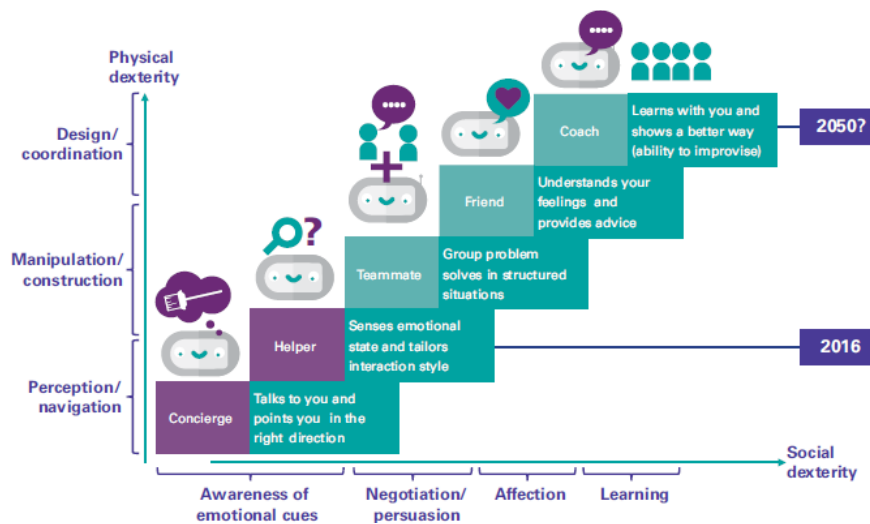


Figura 15. Rols dels robots socials
(Font: Study. Social robots)

Conforme l'envelliment de la població es presenta més clarament en la societat amb el pas del temps, es pot veure l'increment en les capacitats robòtiques i dels rols que aquests poden adquirir dins la societat, augmentant així el nivell d'aportacions per una millora de qualitat de vida i interacció social.

4.1.2. Mercat

En els últims anys el món ha patit un creixement relacionat en l'àmbit robòtic molt significatiu en termes generals. Tal com es mostra la *Figura 16*, que fa referència al creixement relacionat en diferents camps robòtics al llarg dels anys, la presència referent a la robòtica domèstica inicia l'any 2005 i l'increment substancial que s'estima per l'any 2025. [31]

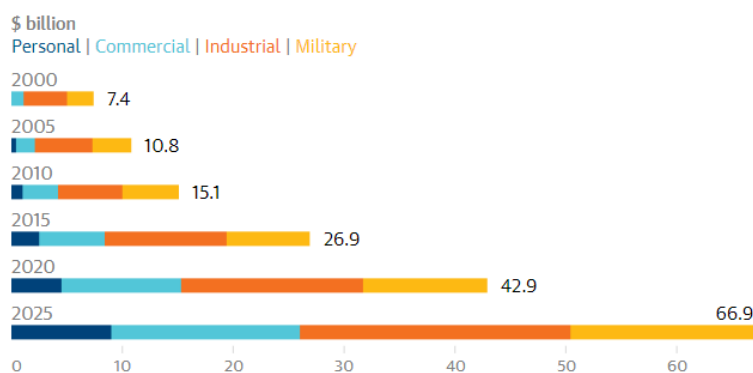


Figura 16. Creixement de mercat
(Font: BCG)

En els últims 5 anys, s'ha desenvolupat significativament tecnologia adaptada pel suport de la gent gran, en concret, a centres sanitaris, que va destinat a dos tipus de gent gran, aquella que necessita suport assistencial i social, i aquelles persones, que tot i la seva edat, encara són capaces de realitzar les seves tasques quotidianes i només s'enfronten a problemes de soledat i socials únicament [32]. En els dos casos, l'aplicació de tecnologia, millora la seva qualitat de vida.

En conceptes generals, el mercat de robòtica d'entreteniment i assistència (comercial o de servei) està expectant de créixer aproximadament un USD de 950 milions per al 2024 [33] amb una estimació de CAGR del 18,9% entre 2016 i 2024 [34].

El mercat mundial destinat a robots d'assistència mèdica, entreteniment, juntament amb l'aportació de companyia i comunicació, està molt fragmentat i actualment s'hi troben molt poques empreses dedicades. La indústria es troba actualment en la seva etapa inicial, destacant com a companyies principals, líders en indústria a causa del seu fort suport financer i productes amb popularitat, *Cyberdyne*, *HONDA motor*, *Hansen Medical* y *KUKA Robot Group* [34]. Els principals països que inverteixen en aquestes tecnologies són els Estats Units, Alemanya i el Japó.

4.1.3. Robòtica sanitària

La introducció de la robòtica dins l'àmbit hospitalari ha estat un procés d'adaptació i avanç tecnològic que involucra moltes persones i el canvi de dinàmica del treball dins de qualsevol planta d'un hospital però amb l'objectiu de produir una millora tant la qualitat de vida del pacient com la qualitat laboral del personal present en les tasques assistides pels robots. És necessària l'adaptació i acceptació del personal i el seu augment de coneixement tecnològic perquè les relacions i interaccions entre els diferents components siguin satisfactòries i beneficiàries per tots els elements que componen la planta. Actualment dins dels hospitals existeix una àmplia gamma de mètodes tecnològics, juntament amb l'aplicació de robòtica quirúrgica que està introduïda de manera escassa. Davant la manca d'aplicació de robòtica d'entreteniment i assistencial en espais hospitalaris, es considera robòtica comercial o de servei, ja que la majoria d'existències robòtiques destinades als camps d'interès del treball majoritàriament es troben dins de la comercialització per l'àmbit domèstic, amb perspectives d'aplicacions hospitalàries.

L'avanç tecnològic actual i que es troba en progrés permet l'aplicació de molts tipus de robòtica que permet cobrir segons quines necessitats d'interès en cada unitat hospitalària. Els robots comercials i mèdics han creat un mercat fortament potent que té unes expectatives de creixement i revolució que tenen com a objectius principals dins d'un hospital [35]:

- Facilitar els processos mèdics a partir d'instruments guia, equipament de diagnòstic i eines per la diagnosi i teràpia.
- Incrementar la seguretat i la qualitat de les tasques mèdiques, el personal i el pacient.

- **Millorar el cost-efecte del cuidat de les persones.**
- Incrementar l'entrenament i l'educació per al personal mèdic per utilitzar la robòtica.
- Promoure l'ús d'informació en diagnòs i teràpia.

En 20 anys ha passat de ser un conjunt fora del comú en les indústries robòtiques a un sector més dinàmic i interdisciplinari que forma part de la robòtica moderna amb un ampli potencial industrial, objectius d'innovació i gran audiència pública [36]. Existeix un ampli ventall de robots que permeten realitzar diverses tasques dins els diferents camps sanitaris, representats en la *Figura 17*.

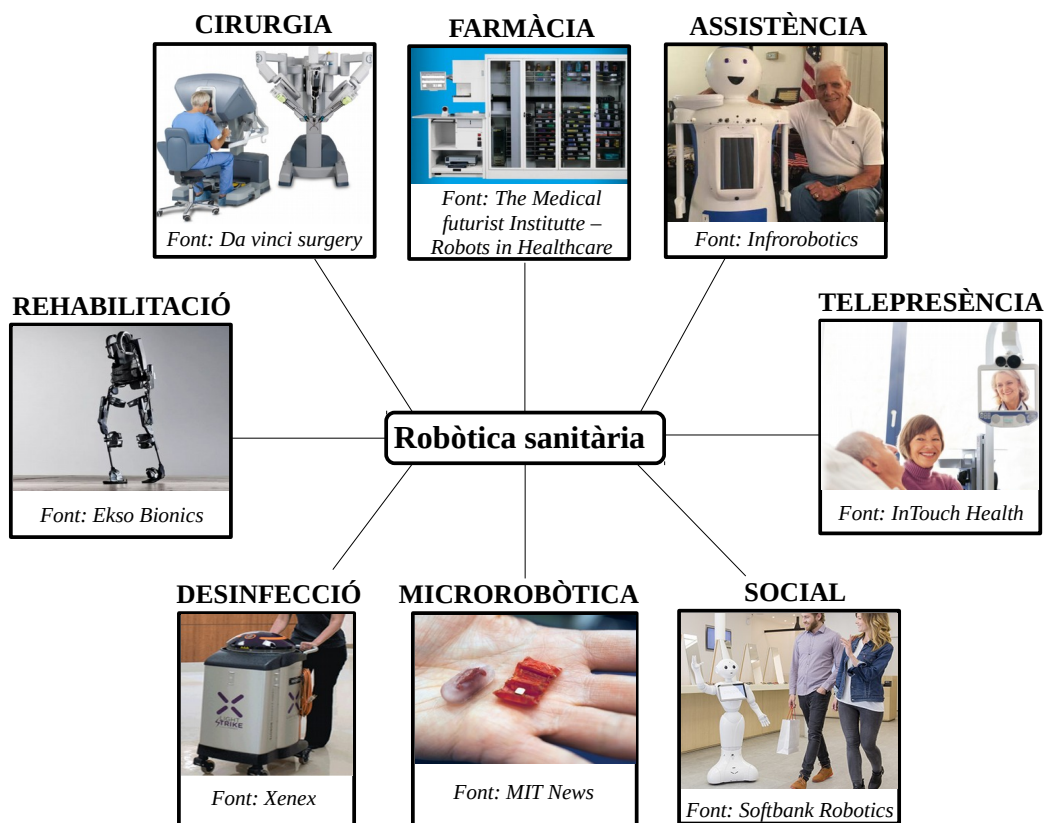


Figura 17. Camps robòtics en l'àmbit sanitari actual

4.1.4. Robòtica d'interès

Tenint en compte l'ampli conjunt de robòtica sanitària, cal destacar la gran necessitat d'aplicació de robots socials destinats a l'entreteniment, que permetin un augment en el sentiment de companyia, un augment en la comunicació i distraccions, i d'assistència en unitats com la Unitat Geriàtrica d'Aguts, així com implementar robòtica assistencial. Dins del mercat relacionat amb robòtica comercial d'entreteniment i assistència s'hi troben les principals companyies i dissenys robòtics que resulten ser d'alt interès en els potencials del mercat actual. Primer cal entendre la diferència entre

els tres sectors principals de robòtica destinada a cobrir les necessitats sorgides del treball de camp exposat en el *capítol 3*, que és d'alt interès per aplicar a l'Hospital Clínic.

4.1.4.1. Robòtica assistencial

Els robots assistencials corresponen al conjunt d'elements robòtics especialitzats, tant en termes de disseny com en el desenvolupament d'equips, que interactuen amb l'individu en termes de rehabilitació o ajut, bé sigui per la pèrdua de capacitat en la mobilitat o física d'algun membre del cos. És un tipus de robòtica empleada principalment per cobrir les necessitats físiques dels pacients amb problemes motrius, malalts o accidentats.

Per una banda, es troben els elements de rehabilitació, que permeten realitzar totes aquelles tasques relacionades amb la millora física per al pacient, facilitant aquells moviments repetitius i costosos. Per altra banda, els elements d'ajut motriu que permeten al pacient gaudir d'una autonomia, independència i seguretat més elevada, millorant indirectament les capacitats físiques. Les pròtesis mioelèctriques, són un element crucial en aquest camp robòtic, que permeten augmentar la qualitat de vida dels pacients davant la pèrdua d'alguna extremitat. Actualment, aquests tipus de tecnologia ha estat en constant desenvolupament, permetent respondre a la voluntat del pacient, responen als senyals mioelèctriques que genera el cervell quan vol moure un múscul. [37]

4.1.4.2. Robòtica de telepresència

Els robots de telepresència tenen una única funció col·lectiva que consisteix amb la realització de vídeo-trucades o vídeo-conferències a través d'una pantalla muntada en una base mòbil. El robot projecta la teva cara a la pantalla mentre es mou i interacciona amb les persones del voltant, amb la possibilitat de control.

Els entorns amb més utilitat actualment són els llocs de treball i les escoles, aportant la facilitat a les persones que per factors personals o extraordinaris no poden assistir a les seves obligacions. S'està començant a instal·lar aquest tipus de tecnologia en els sectors hospitalaris amb dispositius que permeten un estalvi de temps als doctors en moments de necessitat i alhora es poden obtenir les variables dels pacients a distància, permetent així un control més continu i en temps real [38]. Un exemple d'aquest tipus de robòtica de telepresència hospitalària és *RP-Vita*, representat en la *Figura 18* realitzant la seva tasca principal, que consisteix a millorar la comunicació entre membres de l'hospital i els pacients. [39]

Poden ser utilitzats per fomentar la comunicació de la gent de la tercera edat quan es troba sola o viu en un espai domèstic sense cap mena de companyia, permetent així contactes amb metges i familiars sense moure's de l'espai.



Figura 18. Robot de telepresència robòtic RP-Vita
(Font: *Medtech Boston*)

4.1.4.3. Robòtica social i/o entreteniment

Els robots socials són robots autònoms on la interacció social amb els humans o altres agents físics juga un factor imprescindible, tot seguint una sèrie de patrons de comportament i normes relacionades amb aquests aspectes. Aquest tipus de robòtica és el més convenient per la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'hospital d'acord a les observacions realitzades durant el període de pràctiques. Per aquest motiu, l'explicació referent a aquest apartat és més profunda.

En termes generals, el robot social ha de ser capaç de demostrar emocions, tindre capacitats avançades de conversa, aprendre capacitats socials i entendre els models mentals de les persones que l'adquireixen per obtenir una interacció completa. Per tant, constitueix un robot amb les seves característiques físiques i sensorials, per una interfase social, aportant les qualitats socials del robot i la màxima naturalitat en les interaccions possibles. (*Figura 19*)



Figura 19. Creació d'un robot social
(Font: «*Understanding social robots*»)

Existeixen molts tipus de mètodes tecnològics interactius que permeten obtenir les capacitats comunicatives i d'acompanyament que el robot pot aportar, però es determina el concepte de robot a través del seu disseny, ja que incorpora una quantitat de motors físics i habilitats sensorials, aportant una interacció més directa amb la persona que l'adquireix [40]. Dins del conjunt de robòtica social, existeixen unes distincions depenent de les seves característiques principals i les aportacions cap a l'ésser humà, representades en la *Figura 20*.

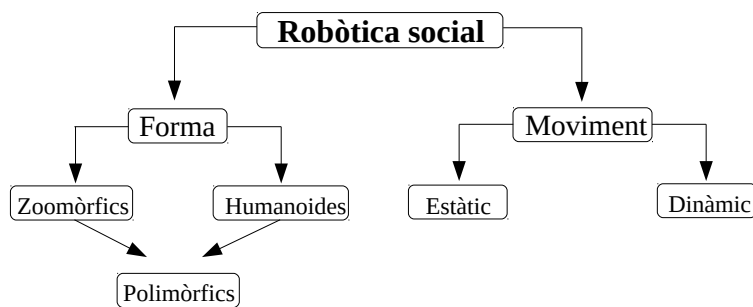


Figura 20. Distincions dins l'àmbit robòtic social

Actualment, la majoria de robots socials tenen un ús domèstic, és a dir, l'objectiu és acoblar aquest tipus de robòtica en la vida diària de les persones. El robot ha de ser el més segur i fiable possible, i les persones que decideixen instal·lar-lo a casa, puguin, fàcilment, controlar-lo en cas necessari, juntament amb l'acoblament de les característiques físiques i sensorials necessàries per realitzar tasques d'àmbit domèstic. Per una millor acceptació es pretén aconseguir un robot amb forma coneguda que aporti la sensació d'interaccionar amb un element amb capacitats comunicatives similars a la nostra espècie. Aquesta robòtica s'anomena humanoide i adjunta, a part de capacitats comunicatives humanes, la marxa bípeda i elements característics per realitzar tasques similars a les possibles per l'ésser humà. [41]

4.2. Estudi i anàlisi

En aquest apartat es realitza l'estudi i anàlisi de la robòtica sanitària d'especial interès per la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona. D'acord amb les necessitats, limitacions tècniques i econòmiques presentades en el *capítol 3*, es seleccionen una sèrie de paràmetres d'interès que posteriorment s'avaluen a cada robot cercat durant l'anàlisi de mercat. D'acord a l'*apartat 4.1.2*, on s'expressa l'estat que presenta el mercat actual dins d'aquests àmbits, es realitza una cerca als Estats Units, el Japó i Alemanya, principalment, ja que són els que representen un major creixement d'aquest àmbit robòtic.

Un cop obtinguts un conjunt de robots rere la cerca de mercat, s'analitzen els paràmetres seleccionats realitzant una primera selecció descartant aquells robots que no compleixen els requisits mínims establerts. Amb aquest conjunt de robots acceptats, es realitza finalment una fitxa tècnica òptima que permet una anàlisi comparativa en forma de puntuació dels diferents robots.

4.2.1. Paràmetres d'interès

Els paràmetres d'interès seleccionats són similars en tots els casos. Per una millor adaptació dels diferents valors referents a cada paràmetre s'ha realitzat una distinció entre els robots estàtics i

dinàmics, a causa de les seves elevades diferències. En aquest apartat s'expliquen breument el perquè de l'elecció dels diferents paràmetres.

Dimensions i pes

En termes de dimensions, el robot dinàmic, ha de ser suficientment alt per interaccionar amb una persona estirada al llit i poder interaccionar amb el personal a una alçada assequible. El robot estàtic ha de tindre una alçada correcte per interaccionar còmodament amb el pacient, independentment d'on s'instal·li. Ha de ser un robot mínimament ample i fons, tenint en compte els problemes d'espai relacionats amb la unitat. Ha de poder moure's lliurement sense tindre cap incident, com no cabre entre els llits d'una habitació doble i mantenir una correcta estabilitat. Els robots estàtics s'han d'instal·lar en algun espai adaptat de manera fixada, per exemple, en la tauleta dels pacients, o facilitar alguna superfície útil.

Relacionat amb el pes, el robot, sigui dinàmic o estàtic, ha de tindre un pes suficientment lleuger per poder transportar-lo en cas necessari. La planta ha de suportar el pes, en termes de normatives. Per últim, en cas d'incident, com una caiguda del robot, ha de ser lleuger per evitar accidents greus.

Material

El material és un aspecte important dins d'un hospital tenint en compte que la unitat compta amb pacients aguts i d'edats elevades, que són més fràgils. Ha de contenir un material lleuger, no contaminant, fàcil de netejar per evitar problemes extres de contaminació i respectant el medi ambient.

Tipus de robot i tasques principals

En l'anàlisi es manté la diferenciació entre els diferents robots d'interès: socials, d'assistència i telepresència. Tot i això, cal mencionar que poden haver-hi robots que compleixen més d'un tipus.

Cada robot inclou una sèrie de tasques que normalment depenen de la tipologia robòtica. De totes les tasques observades en els diferents robots, s'estableix una prioritat entre elles. Cal destacar, que en l'avaluació no es consideren les tasques domèstiques.

Sensors i elements d'interacció

Els sensors aporten capacitats en les accions que realitzen els robots, així com una millor precisió, conjuntament amb l'objectiu d'evitar accidents i millorar les interaccions, tan profundes com sigui possible.

Els elements d'interacció són considerats tots aquells elements instal·lats que permeten una millor interacció entre el robot i l'humà. Són considerats elements bàsics que ha de tindre el robot i es valoraren positivament tots aquells elements extres.

Graus de llibertat, motors i velocitat

Els graus de llibertat i els motors determinen les capacitats de moviments articulars que conté el robot. No són aspectes imprescindibles per al robot d'interès, però sí que s'han tingut en compte a causa de la limitació espacial existent a la unitat, depenent de la quantitat de moviments que el robot realitzi i el seu angle de moviment, s'han d'analitzar per evitar accidents o problemes espacials.

Per establir una velocitat adequada, es recorre a l'estudi científic «*Parameters of Walking and Jogging in Healthy Young Adults*» [42]. Es determina la velocitat mitjana amb la qual camina una persona d'edat mitjana, de 5,3 km/h. Com més gran és la persona més petit és el valor. El robot ha de tindre una velocitat relativament baixa en comparació al valor estudiat. L'objectiu és evitar accidents, com el xoc entre un membre del personal amb el robot, i interaccions dolentes amb els pacients, en cas, per exemple, que l'assisteixi per anar al lavabo.

Tipus de moviment i bateries. Temps d'operació.

Si el robot és dinàmic, s'ha de conèixer el mètode de transport que utilitza. Depenent del mètode serà un robot més estable o menys. El robot ha de ser suficientment àgil per moure's compartint espai amb el personal.

Les bateries determinen si el robot conté la capacitat de càrrega autònoma o si és necessari que el personal estigui pendent de la bateria del robot i endollar-lo posteriorment. El temps d'operació i temps de càrrega determinen l'autonomia del robot. S'estableixen unes hores mínimes, ja que el robot ha de ser capaç d'abastir el màxim d'hores de treball en què els pacients es troben en soledat.

Tipus de font, software i connectivitat

La majoria de robots socials cercats al mercat de robòtica social i/o assistencial són fabricats per ús domèstic, fet que obliga a la necessitat de contenir un software amb font oberta que permeti adaptar-ho a les necessitats hospitalàries. La connectivitat és un aspecte molt important per millorar la interacció del robot i l'entorn (personal, pacient i altres robots).

Sistema de navegació i/o control

El mètode de navegació determina les capacitats autònomes que conté el robot per moure's a través de l'espai, evitar els obstacles, les parets i determinar esglaons o terra irregular. Només es té en

compte si el robot és dinàmic. És important que els robots incorporin un mètode de control que permeti als usuaris determinar les tasques i moviments d'interès per al robot.

4.2.2. Cerca de mercat

S'inicia una avaluació de mercat de diferents països, començant amb el Japó, Alemanya i els Estats Units, principals mercats.

A causa de l'envelliment de població i les diferents iniciatives governamentals, es presenta al Japó i als Estats Units un increment del 22% i el 85% del CAGR i un pronòstic de vendes de 97 milions de dòlars i 310 milions de dòlars per 2024 respectivament [33]. Un exemple d'aquestes iniciatives governamentals recau en l'aplicació de *RoboCoach Robotics*, projecte realitzat el 2016 a Singapur, on s'implementen entrenadors robòtics amb l'objectiu de fomentar l'exercici a persones de tercera edat i millorar les interaccions entre la tecnologia robòtica i el col·lectiu de persones de tercera edat [43].

Els últims anys la Unió Europea s'ha sumat a l'interès relacionat amb la investigació robòtica on s'inclou la robòtica de servei, més concretament, la destinada a la tercera edat. El projecte «Sparc» és un projecte I+D robòtic invertit fortament per 180 empreses i instituts sota la Comissió Europea i l'Associació Europea *euRobotics*. Aquest projecte suposa un reforç del continent dins del mercat robòtic mundial, augmentant així el nombre de llocs de treball en un mercat on preveu un benefici el 2020 de 60.000 milions a l'any, dels quals el 42% pot arribar a mans europees. La primera convocatòria de propostes per al programa es realitza a través del programa Europeu d'investigació i innovació «*Horizont 2020*», entre els quals, el sector sanitari i els cuidats a domicili es troben entre les àrees tecnològiques d'especial atenció [44]. El mercat Alemany va obtenir més del 28% dels ingressos regionals el 2015. L'augment proporcional es deu al creixement del finançament de la investigació robòtica i la presència de companyies que treballen en tecnologies assistides per robots [33].

La cerca continua amb mercats d'Israel, Xina, Corea, Rússia i en diferents països d'Europa. Per millorar la cerca de robòtica, ha calgut evitar la cerca d'informació en anglès i aprofundir més en la cerca amb idiomes del país d'interès. Un cop obtinguts un conjunt de 47 robots, s'estableixen una sèrie d'agrupacions que permetran evitar la comparació de robòtica de caràcter diferent, com podem observar a la *Taula 6*. Les fitxes tècniques corresponents a cada robot s'adjunten en l'*Annex 2*.

Robòtica de telepresència		Palro	Fiji Sof Inc.	Future robot	Future-i
AMY A1	AMY Robotics	Qrio	Sony	Hospi	Panasonic
AVA 500	iRobot	Robi	Tomotaka Takahashi	Ipal Robot	AvatarMind
Beam	Suitable technology	Robòtica social estàtica		Kompai 2	Robosoft
Bot-Inc	Anybot Inc	Apripoko	Toshiba	Luna	CT Asia Robotics
Giraff	Giraff Technologies	Dinsow	CT Asia Robotics	Partner Robot Family	Toyota
MITEE	Vigilias telemedicine	EllieQ	Institution Robotics	Pepper	SofBank
Kubi	Xandex	Gatebox	Winkle Co	REEM	PAL Robotics
Sanbot med.	Qihan	Jibo	-	RIBA	Riken-TRI.
Telenoid R2	Hiroshi Ishiguo	MiRo	Consequential Robotics	Robear	Riken-SKR
Vgo	Vgo company	Otto	Samsung	Rola	Universitat Nacional Chiao Tung
Vita	iRobot	Unibo	Uni Robot	SAM	Luzovo PBC.
Ohmni	Ohmni labs	Robòtica social / assistencial dinàmica		Sanbot King / Med.	Qihan
OriHime	Ory Laboratory	Aido robot	-	Smart-Pal V	Yaskawa Electric Corporation
Robòtica humanoide		Aimec 4	Ami	Tree	iRobot
ASIMO	Honda	Buddy	Blue Frog Robotics	Wakamaru	Mitshubishi Heavy Industries
NAO	Aldebaran Robotics	Care-o-bot 4	Fraunhofer Inc	Zenbo	ASUS

Taula 6. Cerca de robòtica d'interès

El primer descart es realitza a través d'una sèrie de paràmetres que es consideren imprescindibles per evitar així la pèrdua de temps amb robòtica que no compleix els requisits bàsics per la instal·lació en la unitat. S'incorporen una sèrie de descarts a causa de la manca d'informació facilitada. Els paràmetres que permeten descartar directament els robots són els següents:

- × Dimensions desproporcionades. Un robot més alt que un humà, considerat amb unes dimensions més elevades de 170 cm.
- × Pes desproporcionat. Aquells robots que pesen més que un humà, considerat amb un pes més elevat que 70 kg.

- × Temps d'operació insuficient. Aquells robots que tenen un temps d'operació menor a 3-4 hores queden completament descartats, ja que no són capaços d'estar en funcionament el temps suficient per abastir un temps limitat per cada pacient de la unitat.
- × Temps de càrrega elevat. Els robots amb un temps de càrrega igual o superior al temps d'operació, exceptuant aquells que tenen la capacitat de càrrega nocturna i abasteixen les tasques necessàries durant el dia.
- × Robots no autònoms que necessiten la supervisió constant d'un membre del personal o un tècnic especialitzat.
- × Robots amb tasques principals no relacionades amb el benestar i millora de la qualitat de vida dels pacients.
- × Robots amb l'objectiu únic d'aportar assistència als pacients, sense cap element interactiu.

Els robots descartats són aquells que contenen més d'una característica de les esmentades anteriorment, ja que en presència de només un valor inadequat es pot ser més elàstic. Els robots descartats, juntament amb el paràmetre que ha determinat el seu descart es troben a la *Taula 7*.

Robòtica de telepresència		Robòtica social estàtica	
Bot-Inc	Només telepresència empresarial Informació sobre bateries escassa	Aripoko	Informació important escassa Destinat principalment a tasques no necessàries en ambient hospitalari
Giraff	Informació important escassa Temps de càrrega i operació	Dinsow III	Informació important escassa Control remot
MITEE	Control remot Font tancada → Autonomia	Robòtica social/assistencial dinàmica	
Telenoid R2	Informació sobre sensors, software i bateries escassa	Future robot	Dimensions i pes Control remot
Vgo	Control remot Temps de càrrega	Hospi	Destinat al servei del personal Pes elevat Font tancada
Vita	Molt pes Destinat al personal Temps de càrrega i operació	REEM	Dimensions i pes Informació incompleta
Beam	Telepresència únicament Temps de càrrega Font tancada	RIBA	Dimensions i pes Tasques principals escasses
Robòtica humanoide		Robear	Dimensions i pes Tasques principals escasses
ASIMO	Temps de càrrega i operació Informació escassa sobre autonomia	Sanbot Med	Informació important escassa Versió més adient
Palro	Dimensions i pes Informació sobre bateries escassa	Smart Pal V	Pes elevat Temps de càrrega i operació Informació important escassa
Qrio	Dimensions Informació sobre bateries escassa	Tree	Destinat a la rehabilitació Informació important escassa
Robi	Dimensions i pes Temps de càrrega i operació	Wakamaru	Temps de càrrega i operació Disseny (excepcional)

Taula 7. Primer descart i motius

4.2.3. Fitxa tècnica òptima

Després de l'estudi de necessitats i limitacions presents a la unitat es realitza una fitxa tècnica que recull els valors dels paràmetres òptims. Els paràmetres òptims corresponen als paràmetres seleccionats anteriorment on es representen els seus valors màxims i mínims que el robot ha de complir per poder formar part de la unitat. Aquests paràmetres permeten realitzar la fitxa tècnica òptima adjuntada a l'Annex 2.

Dimensions i pes

Els robots socials estàtics han de tindre una alçada de mínim 25 cm i màxim 50 cm per poder adaptar un robot per habitació i instal·lat en una superfície fixada. Els robots dinàmics, destacant que la màxima alçada que pot obtenir el llit de l'habitació de l'hospital de 90 cm, s'estableix una alçada com a mínim d'uns 10 cm més d'aquest valor per una correcta visualització. Es considera important que el robot no superi l'alçada del personal o els pacients, establint un valor màxim d'alçada de 160 cm, suposant una alçada mitjana de les persones de 165 cm. En quant el rang d'amplada ha de ser menor de 80 cm tenint en compte que és el valor més petit mesurat en la unitat.

Els robots estàtics romandran amb un pes entre 2 kg i 8 kg i els robots dinàmics, per assegurar sempre un valor que aporti estabilitat, 25 kg i 65 kg.

Materials, tipus de robòtica i tasques principals

Els materials són considerats viables si compleixen els requisits descrits anteriorment i compleixen la normativa *Food and Drug Administration* (FDA).

La principal tasca imprescindible és cobrir l'entreteniment, la comunicació i la companyia, considerat motiu del projecte. El robot ha d'incorporar la capacitat de parlar, facilitar jocs i informació que pugui mantenir al pacient en distracció permanent durant les interaccions. Es valora positivament que el robot aporti elements d'assistència però es considera una característica secundària.

Sensors i mètodes d'interacció

Els robots dinàmics han d'incorporar sensors d'ultrasons i infraroig per evitar col·lisions i accidents durant el seu moviment al llarg de la unitat. S'ha adjuntat el sensor tèrmic per controlar l'estat de les bateries i evitar problemes innecessaris tenint en compte la presència de pacients.

Els elements d'interacció que ha d'incorporar són càmeres, micròfons i altaveus. La pantalla es considera un factor interactiu i molt important, però es valora com a requisit extra.

Velocitat i tipus de moviment

La velocitat és el valor més important en quant els termes relacionats amb el moviment. La velocitat necessària ha de ser menor de 5,3 km/h. Es considera un valor màxim de 3,5 km/h. Els graus de llibertat i la quantitat de motors són paràmetres interessants que només es tenen en compte com a factors extres.

S'avalua positivament que el robot tingui la capacitat d'utilitzar rodes com a mètode de transport, ja que necessita menys espai per realitzar la marxa i és més estable que els altres mètodes.

Bateries

Interessa que el robot contingui una estació de càrrega que permeti al robot realitzar la càrrega de manera autònoma, evitant així el treball extra del personal. Tenint coneixement de la quantitat d'hores que els pacients estan aïllats d'interaccions, s'estableix un mínim de temps d'operació de 6 hores. El temps de càrrega mínim serà considerat un factor extra.

Tipus de font, software i connectivitat

Font oberta per poder adaptar el robot a les necessitats i les tasques adequades de la unitat. Els mètodes bàsics de connectivitat són el wifi i el Bluetooth. En cas que el robot adjunti algun mètode de connectivitat extra és considerat un factor favorable.

Sistema de navegació i control

El robot ha de navegar de manera autònoma a través de GPS, *mapping* o gràcies als sensors adjunts. S'ha de poder controlar externament i es considera bàsic que es pugui realitzar a través de tauleta, mòbil o ordinadors.

4.2.4. Comparació i decisió

Es descarten tots els robots que no s'aproximen o compleixen els requisits establerts exposats en la fitxa tècnica òptima. A la *Taula 8* es presenten els robots que queden disponibles i que compleixen els requeriments bàsics. S'adjunten també aquells paràmetres que es poden considerar punts febles del robot, i aspectes destacables que superen els límits en comparació a la fitxa tècnica òptima i que seran factors puntuables posteriorment.

Robòtica	Companyia	Aspectes destacables	Aspectes negatius
Telepresència			
AMY A1	AMY Robotics	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Telepresència, companyia i comunicació. ✓ Reconeixement de veu i facial ✓ Temps de funcionament: 10 hores ✓ Autonomia ✓ Connexió 4G LTE 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Només control per mòbil intel·ligent ✗ Principalment domèstic ✗ Poc pes: 15 kg

Robòtica	Companyia	Aspectes destacables	Aspectes negatius
Ohmni	Ohmni Labs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tauleta CPU ✓ Pantalla LCD de 10,8 polzades ✓ Diferents tipus de càmeres ✓ Tecles de direcció ✓ Connexió 4G LTE ✓ Serveis mèdics. ✓ Preveu contra soledat, aïllament, depressió 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Material (?) ✗ Velocitat (?) ✗ Només telepresència ✗ Poc pes: 8,255 kg
Social estàtica			
Jibo	-	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pantalla de 5 polzades ✓ És connecta al mòbil ✓ Opera mentre és carrega 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Temps d'operació: 30-40 minuts ✗ Familiar. Domèstic ✗ Poc pes: 2,72 kg
MiRo	Consequential Robotics	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Forma d'animal ✓ Conjunt sensors ampli ✓ Reconeixement facial ✓ Temps d'operació : 6 hores ✓ Autonomia ✓ Destinat a la tercera edat 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Dimensions limitades: 164 x 90 mm ✗ Pes (?)
Unibo	Uni Robot	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conjunt de sensors ampli ✓ Pantalla tàctic LC de 7 polzades ✓ Font oberta ✓ Moltes tasques principals 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Temps d'operació: 1 hora ✗ Domèstic ✗ Poc pes: 2kg
Social /assistencial dinàmica			
Aido Robot	-	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assistència i entreteniment ✓ Conjunt sensors ampli ✓ Projectors ✓ Tauleta tàctil de 7 polzades ✓ Diferents tipus de càmeres ✓ Autònom ✓ Temps d'operació: 8 hores 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Poca alçada: 914mm ✗ Moviment a través d'una esfera ✗ Velocitat (?) ✗ Famílies. Domèstic ✗ Poc pes: 8 kg
Ipal Robot	AvatarMind	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pantalla de 6 polzades ✓ Realització de tasques físiques ✓ Temps d'operació: 1-3 dies ✓ Autonomia 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Destinat a l'ensenyament d'infants ✗ Poc pes: 12,5 kg

Robòtica	Companyia	Aspectes destacables	Aspectes negatius
Luna	CT Asia Robotics	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assistència, entreteniment, telepresència ✓ Pantalla tàctil de 8 polzades LCD ✓ Temps d'operació: 4-8 hores ✓ Autonomia ✓ Control per veu i pantalla tàctil ✓ Destinat a la tercera edat 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Domèstic ✗ Hospitalari → personal ✗ Mateix temps d'operació que de càrrega: 4-8 hores
Pepper	SoftBank Robotics	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Conjunt sensors ampli ✓ Diferents tipus de càmeres ✓ Tauleta de 10,1 polzades ✓ Temps d'operació: 12 hores ✓ Autonomia ✓ Control per veu 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Domèstic ✗ Poc pes: 25 kg
Sanbot King kong	Qihan	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assistència, entreteniment i telepresència ✓ Moltes tasques principals ✓ Conjunt sensors ampli ✓ Projector làser ✓ Pantalla tàctil 	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Alçada limitada: 902mm ✗ Pes elevat: 100 kg ✗ Temps d'operació: 4 hores ✗ Temps de càrrega: 10 hores

Taula 8. Robòtica d'interès

En la *Taula 8* es pot observar que ha quedat completament descartada una tipologia robòtica, la humanoide, considerant poc òptima la marxa bípeda per les funcions i les interaccions durant les jornades laborals a la unitat. Les tasques i característiques principals dels robots tampoc compleixen els paràmetres bàsics establerts.

Seguint les tècniques apreses durant el període de pràctiques a l'Hospital Clínic, on s'estableixen diferents mètodes per escollir el millor element entre diferents fitxes tècniques amb diferents característiques, s'escull el mètode de puntuació. S'estableix una taula amb els aspectes més importants que ha de complir el robot i la puntuació màxima que pot obtenir en cas de complir concretament l'especificació. Aquestes especificacions aniran directament relacionades amb els valors i característiques mínimes establertes en la fitxa tècnica òptima.

Es realitzen tres taules dividint cada tipologia robòtica. El sistema de puntuació segueix el mateix criteri conjunt, per tant, la puntuació més gran obtinguda de les tres taules serà el robot adient per la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'hospital. En la *Taula 9* es representen els diferents punts que es tenen en compte com a factors puntuables dels robots escollits, per altra banda s'estableix el criteri de puntuació.

Robots X		Puntuació màxima	Puntuació	
Característiques tècniques necessàries - Estètiques			Repartició de la puntuació	
1	Es valorarà l'alçada mes adient per una interacció correcte quan el pacient és al llit	Fins 2 punts	0	Situada en els límits del rang
			1	Situada entre els valors centrals i els límits del rang
			2	Situada en els valors centrals del rang
2	Es valorarà l'aportació d'elements assistencials	Fins 1 punt	0	No conté elements
			1	Conté elements
3	Es valorarà el màxim nombre d'elements d'interacció extres	Fins 3 punts	0	Conté els elements bàsics
			1	Conté algun element extra no gaire útil
			2	Conté algun element extra útil
			3	Conté més d'un element extra útil
4	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb l'àmbit hospitalari	Fins 2 punts	0	No està adaptat
			1	Té projectes d'adaptació
			2	Està dissenyat per àmbits hospitalaris
Característiques tècniques necessàries - Funcionals			Repartició de la puntuació	
5	Es valorarà el major temps d'operació	Fins 4 punts	0	És troba al límit mínim de temps
			1	Supera per poc el límit de temps / Funciona mentre es carrega
			2	Més de 8 hores
			3	Més de 12 hores
			4	Més d'un dia
6	Es valorarà l'autonomia del robot	Fins 2 punts	0	Autònom sense especificacions
			1	Autònom especificat en navegació / En cas d'estàtics autonomia en funcionament
			2	Autònom especificat en navegació + càrrega / funcionament + càrrega

Robots X		Puntuació màxima	Puntuació	
7	Es valorarà el major nombre de tasques relacionades amb l'entreteniment	Fins 3 punts	0	Conté les bàsiques
			1	Incorpora alguna tasca extra no gaire útil (horari, alarmes)
			2	Incorpora alguna tasca extra útil (seguretat, medicaments, jocs)
			3	Incorpora una sèrie de tasques extres útils (tasques físiques i mentals)
8	Es valorarà el major nombre de tipus d'interacció (si incorpora tasques assistencials o telepresència extra)	Fins 2 punts	0	Entreteniment
			1	Entreteniment més una tipologia extra
			2	Les tres tipologies
9	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb la gent de tercera edat	Fins 2 punts	0	No està adaptat
			1	No és la seva finalitat però està adaptat
			2	Objectiu principal del robot és la interacció amb la tercera edat
10	Es valorarà l'ajut del robot a les tasques del personal (A part d'entretindre al personal)	Fins 1 punt	0	No incorpora
			1	Incorpora

Taula 9. Repartició de puntuació sobre les característiques tècniques

Els apartats que contenen 1 punt de puntuació màxima són aquells considerats extres i no necessàriament imprescindibles.

Els apartats amb una puntuació màxima de 2 punts relacionats amb l'alçada dels robots i l'autonomia són considerats suficientment acotats en els apartats anteriors. Es reparteix la puntuació determinant el robot amb millor valor d'aquests paràmetres. En el cas de l'autonomia es considera més important obtenir unes clares especificacions relacionades amb la navegació, ja que la instal·lació pot variar en funció d'aquesta característica. Per altra banda, les característiques tècniques número 4 i 9 es consideren uns aspectes importants conjuntament, però per separat es reparteix la puntuació en 2 punts màxims per cada característica.

Les característiques tècniques que contenen una puntuació màxima de 3 punts es relacionen directament amb la tipologia robòtica i els elements d'interacció que incorpora. Són característiques importants tenint en compte que la tasca principal del robot és aportar entreteniment, però en estar relacionats, s'aplica una puntuació equitativa. L'apartat amb major puntuació està relacionat amb el

temps d'operació, factor crític en les diferents tipologies robòtiques i l'únic apartat que tracta aquest aspecte.

En la *Taula 10*, *Taula 11* i *Taula 12* es qualifiquen els paràmetres de les diferents tipologies robòtiques a través de les fitxes tècniques seguint el criteri de puntuació establert en la *Taula 9*.

Robots social / assistencials dinàmics		Puntuació màxima	Oferta				
Característiques tècniques necessàries - Estètiques			Aido	Ipal	Luna	Pepper	Sanbot
1	Es valorarà l'alçada mes adient per una interacció correcte quan el pacient és al llit	Fins 2 punts	0	1	1	2	0
2	Es valorarà l'aportació d'elements assistencials	Fins 1 punt	0	0	1	0	0
3	Es valorarà el màxim nombre d'elements d'interacció extres	Fins 3 punts	3	2	2	2	3
4	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb l'àmbit hospitalari	Fins 2 punts	0	1	0	2	2
Característiques tècniques necessàries - Funcionals			Aido	Ipal	Luna	Pepper	Sanbot
5	Es valorarà el major temps d'operació	Fins 4 punts	1	4	1	3	0
6	Es valorarà l'autonomia del robot	Fins 2 punts	0	1	2	2	0
7	Es valorarà el major nombre de tasques relacionades amb l'entreteniment	Fins 3 punts	2	3	1	2	2
8	Es valorarà el major nombre de tipus d'interacció (si incorpora tasques assistencials o telepresència extra)	Fins 3 punts	0	0	2	0	1
9	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb la gent de tercera edat	Fins 2 punts	1	0	2	1	1
10	Es valorarà l'ajut del robot a les tasques del personal	Fins 1 punt	0	0	1	1	0
TOTAL		23 punts	7	12	13	15	9

Taula 10. Puntuacions referides a la robòtica social i/o assistencial dinàmica

Robots social estàtic		Puntuació màxima	Oferta		
Característiques tècniques necessàries - Estètiques			Jibo	MiRo	Unibo
1	Es valorarà l'alçada mes adient per una interacció correcte quan el pacient és al llit	Fins 2 punts	1	0	2
2	Es valorarà l'aportació d'elements assistencials	Fins 1 punt	0	0	0
3	Es valorarà el màxim nombre d'elements d'interacció extres	Fins 3 punts	2	0	0
4	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb l'àmbit hospitalari	Fins 2 punts	0	0	0
Característiques tècniques necessàries - Funcionals			Jibo	MiRo	Unibo
5	Es valorarà el major temps d'operació	Fins 4 punts	1	1	1
6	Es valorarà l'autonomia del robot	Fins 2 punts	2	2	1
7	Es valorarà el major nombre de tasques relacionades amb l'entreteniment	Fins 3 punts	1	0	1
8	Es valorarà el major nombre de tipus d'interacció (si incorpora tasques assistencials o telepresència extra)	Fins 3 punts	0	0	0
9	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb la gent de tercera edat	Fins 2 punts	1	2	2
10	Es valorarà l'ajut del robot a les tasques del personal	Fins 1 punt	0	0	0
TOTAL		23 punts	8	5	7

Taula 11. Puntuacions referides a la robòtica social estàtica

Robots de telepresència		Puntuació màxima	Ofertes	
Característiques tècniques necessàries - Estètiques			AMY A1	Ohmni
1	Es valorarà l'alçada mes adient per una interacció correcte quan el pacient és al llit	Fins 2 punts	1	2
2	Es valorarà l'aportació d'elements assistencials	Fins 1 punt	0	0
3	Es valorarà el màxim nombre d'elements d'interacció extres	Fins 3 punts	2	2
4	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb l'àmbit hospitalari	Fins 2 punts	0	1
Característiques tècniques necessàries - Funcionals			AMY A1	Ohmni
5	Es valorarà el major temps d'operació	Fins 4 punts	2	0
6	Es valorarà l'autonomia del robot	Fins 2 punts	2	0
7	Es valorarà el major nombre de tasques relacionades amb l'entreteniment	Fins 3 punts	2	0
8	Es valorarà el major nombre de tipus d'interacció (si incorpora tasques assistencials o telepresència extra)	Fins 3 punts	1	0
9	Es valorarà l'adaptabilitat del robot amb la gent de tercera edat	Fins 2 punts	1	2
10	Es valorarà l'ajut del robot a les tasques del personal	Fins 1 punt	1	0
TOTAL		23 punts	12	7

Taula 12. Puntuacions referides a la robòtica de telepresència

Els robots que més requisits i millor puntuació en àmbit general correspon als robots dinàmics socials i/o assistencials. Són els robots més relacionats amb l'àmbit d'entreteniment i actualment els més capacitats per interactuar en àmbits hospitalaris i més autònoms, i la gran majoria van destinats amb la interacció amb persones de la tercera edat. Les puntuacions totals destinades tant en l'àmbit de disseny com en l'àmbit funcional, per determinar el millor robot en cada aspecte es troben representades en la *Taula 13*.

Característiques	Puntuació màxima	Robot	Tipologia Robòtica	Puntuació
Estètiques	8	Pepper	Softbank Robotics	6
Funcional	15	Luna	CT Asia Robotics	9
		AMY A1	AMY Robotics	
		Pepper	Softbank Robotics	

Taula 13. Diferenciació en la puntuació estètica i funcional

Pepper és el robot més equitatiu quant a puntuacions relacionades amb l'estètica robòtica i els elements funcionals. El robot Luna, robot dinàmic social amb elements assistencials, obté la mateixa puntuació pel que fa a termes funcionals, ja que incorpora elements assistencials. El robot AMY A1, robot de telepresència, obté la mateixa puntuació en tractar-se, com en el cas anterior, d'un robot que a part de telepresència incorpora capacitats socials.

Rere l'estudi i anàlisi es conclou que el robot més adient per a la implementació en la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona és el robot Pepper. En el següent apartat es realitza una breu ampliació de la fitxa tècnica corresponent a aquest robot social, especificant les seves funcions principals i les característiques tècniques que incorpora.

4.2.5. Robot Pepper

Softbank Robotics és una empresa que dissenya i produeix robots humanoides amables i interactius. L'objectiu principal és crear robòtica destinada a l'ajut dels humans en la vida quotidiana, en les diverses activitats d'oci i al treball, accessible per tothom. És una empresa líder en el mercat de robòtica humanoide, oferint ajuts als àmbits d'educació, investigació, turisme, salut i domèstic.

El primer robot dissenyat per *Softbank Robotics*, l'any 2006, va ser NAO. L'any 2009 llencen un projecte, ROMEO en col·laboració amb institucions d'investigació i laboratoris amb l'objectiu d'incrementar la investigació destinada a l'assistència de persones que pateixen pèrdues d'anatomies. L'any 2014 surt al mercat Pepper.

Pepper és un robot humanoide dinàmic destinat principalment a diversos àmbits, entre ells, els hospitalaris on s'està intentant implementant actualment i on es preveu un impacte important. És un robot capaç de percebre les emocions de les persones amb qui interactua i adaptar-se a situacions i converses adients segons el moment. Està creat per proporcionar companyia i aprendre sobre les persones que l'envolten. (Figura 21)



Figura 21. Pepper robot
(Font: Softbank Documents)

Destinat a la interacció amb els éssers humans, incorpora una sèrie d'elements que li ho permeten. Conté un conjunt de 4 micròfons direccionals en el cap i altaveus que permeten dur a terme

converses amb els pacients. És capaç de determinar els sons i la posició de les ordres per veu que detecta, alhora que analitza el to per poder determinar les emocions de les persones. (Figura 22 i Taula 14)

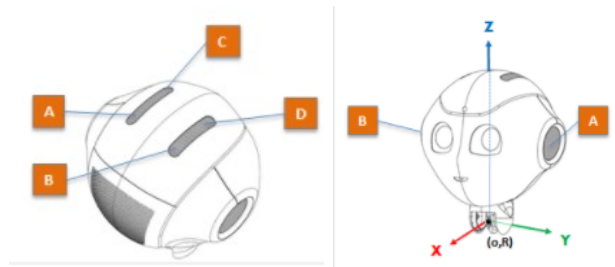


Figura 22. Situació dels 4 micròfons direccionalment i els dos altaveus del robot Pepper (Font: Softbank Documents)

Micròfons direccionalment	
Sensibilitat	300 mV/Pa +/- 3dB a 1kHz
Rang de freqüències	100 Hz a 10 Hz (-10dB relativament a 1kHz)
Altaveus	
Diàmetre	25 mm
Impedància	ohms
Sensibilitat	78 dB 1W/1m a 1kHz
Freqüència de resposta (-10 dB)	70Hz – 7,2 kHz

Taula 14. Característiques tècniques dels elements d'interacció

Conté un total de tres càmeres al cap, dos càmeres 2D HD i una càmera 3D que permeten la identificació de moviments i reconeixement facial. Les dues càmeres 2D són idèntiques i estan situades al davant del robot, aportant una resolució de 2560 x 1920 píxels a 1 *frame* per segon o 640 x 480 píxels a 30 *frames* per segon. (Figura 23)

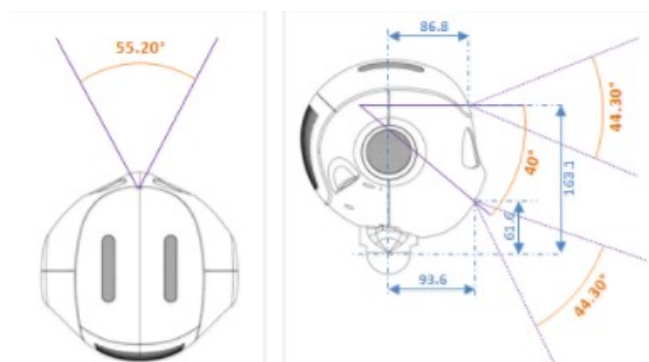


Figura 23. Rang de visió a través de les dues càmeres 2D (Font: Softbank Documents)

Els paràmetres adaptables quant a l'obtenció de visió són més de 20, entre ells la lluminositat, el contrast, la saturació, el guany, el registre de la càmera i el nombre de *frames* per segon. En la càmera 3D només es poden modificar el nombre de *frames* per segon i la resolució d'imatges obtingudes. El camp visual obtingut a través del sensor 3D adaptat per cada ull del robot és el representat en la *Figura 24*.

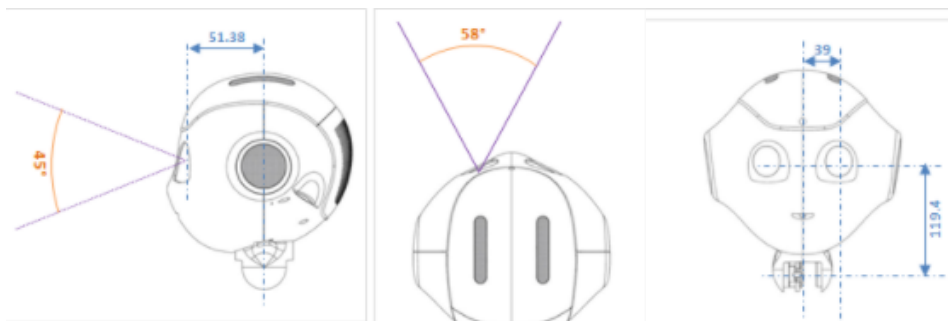


Figura 24. Obtenció d'imatges a través del sensor 3D als ulls
(Font: Softbank Documents)

L'últim element d'interacció que inclou Pepper és una tauleta de 246 x 175 x 14,5 cm al pit amb una resolució de 1280 x 800 píxels. Pot accedir a internet, compartir dades a través del ERP i ECM (softwares de gestió de processos comercials), tenda en línia o web corporativa i connectar-se. La tauleta pot mostrar gràcies a la realització d'aplicacions, les informacions i elements interactius d'interès. Les aplicacions no es troben incorporades inicialment però que l'adaptació d'un software lliure al robot fa possible la seva adaptació.

Per una interacció hospitalària, incorpora un conjunt de materials acceptables per poder interaccionar amb el conjunt de pacients de la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'hospital. El principal material que conforma la superfície d'interacció del robot és el ABS-PC [45]. Cal tindre en compte que el robot en cas d'implementar-ho a una unitat hospitalària, constitueix un *Medical Device* de Classe I, que només interacciona superficialment amb els pacients, amb mínim risc i sense implementacions al software referents al diagnòstic. El Policarbonat Acrilonitril Butadiè Estirè (ABS-PC) proporciona una combinació d'alta capacitat de processat amb excel·lents propietats mecàniques i de resistència als impactes i a la calor del Policarbonat. No comporta característiques tòxiques o perjudicials per als pacients geriàtrics [46].

El robot conté tots els elements essencials que li proporcionen l'autonomia necessària per recórrer la unitat amb la màxima seguretat necessària i una velocitat màxima de 3 km/h. Té detector d'obstacles i informació sobre la distància i moviment dels objectes dins d'un rang de 3 metres gràcies al conjunt sensorial que conté i que li faciliten la interacció amb l'entorn, adaptant-lo a la dinàmica de treball del personal i persones que l'envolten. Adjunta una autonomia de funcionament de 12 hores i estació de càrrega que permet al robot accedir quan hi ha necessitat. En la *Figura 25*, *Figura 26* i *Figura 27* es representen les diferents localitzacions i especificacions tècniques dels

sensors làser de mode polsat amb una longitud d'ona de 808 nm i, per altra banda, el sensor d'infrarojos i el sensor sonar.

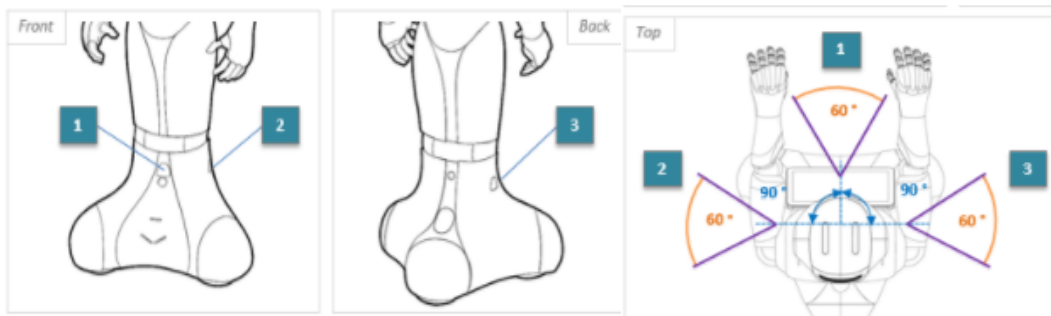


Figura 25. Rang d'operació i situació dels sensors làser
(Font: Softbank Documents)

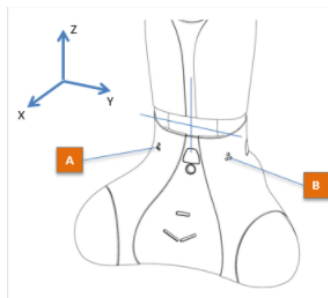


Figura 26. Situació dels dos sensors d'infrarojos
(Font: Softbank Documents)

Sensor sonar	
Freqüència	42 kHz
Sensibilitat	-86 dB
Resolució	0,03 m
Rang de detecció	0,3 – 5 m
Con d'efectivitat	60 °

Taula 15. Especificacions tècniques del sensor sonar

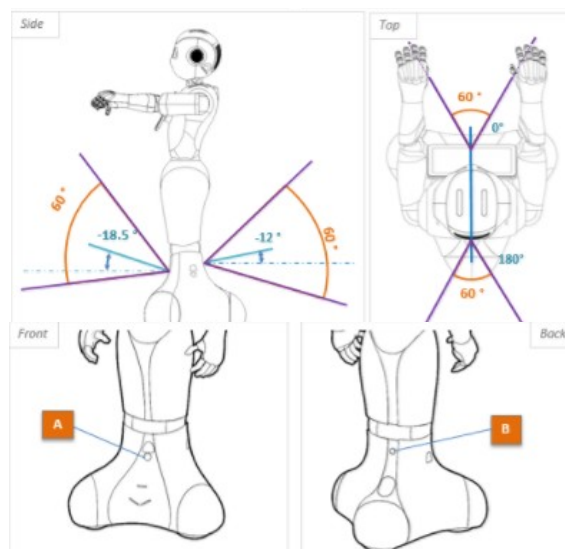


Figura 27. Situació i abast dels sensors sonar
(Font: Softbank Robotics)

Pepper conté un Software programable i adaptable a les necessitats del moment i de l'entorn on treballa el robot i roman connectat al wifi per realitzar les tasques necessàries. El nom del software

és NAOqi i les seves funcions consisteixen a executar el robot i controlar-lo. NAOqi és el marc de programació utilitzat per programar en NAO, responent a les necessitats comunes de la robòtica incloent: paral·lelisme, recursos, sincronitzacions i eventualitats. Permet la programació homogènia, l'intercanvi homogeni d'informació i una comunicació de manera homogènia entre diferents mòduls que poden ser el moviment, àudio i vídeo. És un marc multiplataforma, el que permet desenvolupar-ho tant amb Mac, Linux o Windows, emprant un llenguatge creuat, amb una API idèntica per C++ i Python, dins el programador *Choregraphe*.

El software pot ser desenvolupat per qualsevol dels dos llenguatges, i en ambdós casos, totes les API existents es poden invocar des de qualsevol idioma compatible. Aquest conjunt de llenguatges disponibles el fan òptim com a plataforma d'iniciació a la programació robòtica i permeten la facilitat d'adaptar, desenvolupar i investigar noves aplicacions. (Figura 28)

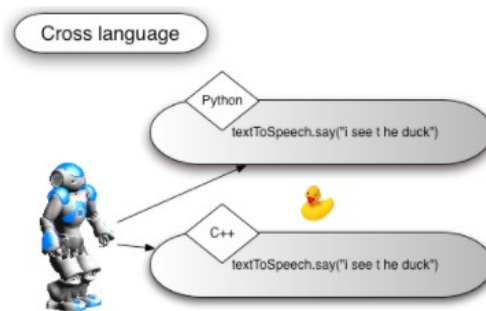


Figura 28. Representació del llenguatge creuat de NAOqi
(Font: Softbank Documents)

En termes de llenguatge, l'empresa va centrar-se inicialment en l'entorn japonès però progressivament el robot es va anar adaptant per interaccionar en més països. Actualment, el robot és capaç de parlar Espanyol, entre més de 19 idiomes, exceptuant la capacitat conversacional, com podem veure en la *Figura 29*, on es representen els principals idiomes que més domina el robot, i en última posició l'adaptació a l'Espanyol.

Locale	Language	Display code	Tracks	Comment and Samples	Notifications	ASR Engine	TTS Engine	Activity launcher	Conversation	Remote ASR Engine
Codification			Choregraphe	NAOqi API		Basic Channel	Remote			
ja_JP	Japanese	jpj	✓	✓	✓	✓	Atalk	✓	✓	✓
en_US	English	enu	✓	✓	✓	✓	Nuance	✓	✓	✓
fr_FR	French	frf	✓	✓	✓	✓	Nuance	✓	✓	✓
it_IT	Italian	iti	✓	✓	✓	✓	Nuance	✓	⊗	⊗
de_DE	German	ded	✓	✓	✓	✓	Nuance	✓	⊗	⊗
es_ES	Spanish	spe	✓	✓	✓	✓	Nuance	✓	⊗	⊗

Figura 29. Llenguatges especialitzats del robot òptim
(Font: Softbank Documents)

És un robot que realitza tasques relacionades amb la interacció de persones en diferents empreses no relacionades amb el sector sanitari a Espanya, aportant interacció i serveis socials a persones de la tercera edat en àmbit domèstic i realitza tasques de recepció en diversos hospitals. [47]

5. Estudi de viabilitat

L'estudi de viabilitat comporta el tractament de totes les temàtiques d'interès i a tindre en compte per la implementació del robot escollit en el capítol anterior dins de la Unitat Geriàtrica d'Aguts. Cal explicar i determinar les diferents estratègies i aportar els arguments necessaris per plasmar la viabilitat d'aplicació del robot dins de la unitat, tractant els diferents àmbits exposats anteriorment, ja que són els factors crítics per a la implementació.

Es calcula el nombre de robots Pepper necessaris per abastir la Unitat Geriàtrica d'Aguts tenint en compte el nombre d'hores de soledat que pateix un pacient i el moment en què ha de ser necessari la seva intervenció (*Taula 16*). Per dur a terme aquest apartat, es retorna a la *Taula 5* on s'exposen les següents conclusions:

- Els pacients es troben més de 12 hores actius durant un dia complet a la unitat.
- D'aquestes 12 hores obtenim els següents temps aproximats de soledat depenent de la situació del pacient:

	Habitació individual	Habitació doble
Temps màxim de soledat	10 hores	9 hores
Temps mínim de soledat	5:30 hores	2 hores

Taula 16. Representació del nombre d'hores de soledat per tipus d'habitació

Tenint en compte els plànols de la nova obra de 4 habitacions individuals i 8 habitacions dobles, amb un nombre total de 20 pacients i d'un temps de funcionament per robot Pepper de 12 hores, es realitzen diferents propostes de separació d'espais tenint en compte la intervenció robòtica i un màxim de tres robots per evitar problemes de planificació i coordinació amb els diferents espais separats per la realització de tasques per part del personal. En la *Taula 17* es comproven els càlculs que proporcionen el nombre d'hores que es poden establir d'interacció per pacient segons l'opció proposta. La variable (i) correspon a les habitacions individuals. Per altra banda, la variable (d) correspon a les habitacions dobles.

Opció	Número de robots Pepper	Nombre de pacients per cada robot	Tipus de divisió segons tipus d'habitació	Temps d'interacció entre el pacient i robot
1	1	20	Totes	$h(i) = 12/20 = 0,6 \text{ h}$
				$h(d) = (12/20) \cdot 2 = 1,2 \text{ h}$
2	2	10	4 (i) + 6 (d)	$h(i) = 12/10 = 1,2 \text{ h}$
		10	10 (d)	$h(d) = (12/20) \cdot 2 = 2,4 \text{ h}$

Opció	Número de robots Pepper	Nombre de pacients per cada robot	Tipus de divisió segons tipus d'habitació	Temps d'interacció entre el pacient i robot
3	3	4	4 (i)	$h(i) = 12/4 = 3 \text{ h}$
		8	8 (d)	
		8	8 (d)	$h(d) = (12/8) \cdot 2 = 3 \text{ h}$

Taula 17. Càlcul de les distribucions robòtiques a la unitat

En les habitacions dobles les hores es doblen perquè es considera element interactiu el fet que el robot estigui realitzat algun tipus d'interacció amb el company d'habitació. El robot té la capacitat d'interaccionar amb dues persones alhora, i un dels objectius és aprofitar la companyia per fomentar la interacció. En la *Taula 17* es considera l'opció número 3 més coherent en terme de distribució d'hores d'interacció respecte als diferents pacients que componen la unitat i podran establir una coordinació amb els tres grups del personal que es coordinen per zones.

5.1. Viabilitat tècnica

L'anàlisi de viabilitat tècnica permet avaluar si els equips i softwares contenen les capacitats tècniques necessàries per a la proposta planificada. En aquesta anàlisi s'utilitzen les dimensions i la distribució de les instal·lacions amb l'objectiu de verificar la implementació dels robots seleccionats en la nova obra de la Unitat Geriàtrica d'Aguts.

5.1.1. Representació 2D

Amb l'objectiu de mostrar la correcta interacció del robot en la unitat sense intervenir ni obstaculitzar el dinamisme de la mateixa es realitza una representació 2D de la unitat on es calcula la interacció del robot amb els altres elements movibles amb els quals comparteix espai.

Pepper és un robot amb mesures estàndard que compleixen tots els requisits establerts durant el procés de selecció anterior. Mesura 121 cm d'alt, comptant una amplada de 48,8 cm i una profunditat de 42,5 cm. Incorpora diferents motors a les articulacions dels dos braços, al coll i al maluc, fet que li proporciona uns graus de llibertat amplis per realitzar els moviments, i que també s'han de tindre en compte per determinar la viabilitat tècnica i possibles perills [48]. En la *Figura 30* es veuen les dimensions.

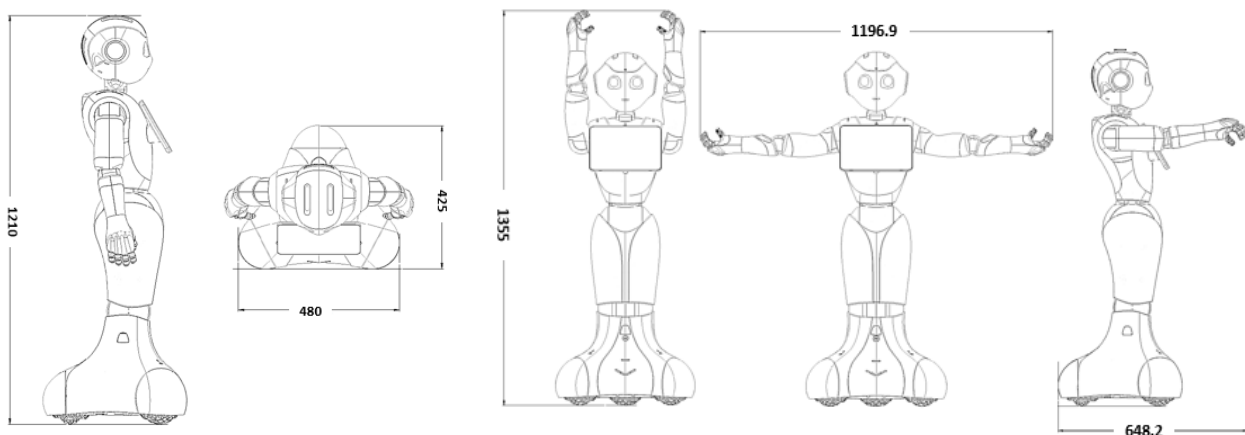


Figura 30. Dimensions robot Pepper
(Font: Softbank Robotics)

La *Figura 31* determina en vermell un rectangle que representa les dimensions del robot Pepper, amb un quadrat de 0,5 x 0,5 metres, permetent mantenir un espai més elevat aportant unes mínimes dimensions d'error. Es representen els seus moviments amb línies vermelles. Els rectangles verds representen les dimensions de Pepper en realitzar moviments amb els braços representats en la *Figura 30*. En blau es representa un carro de la unitat que mesura 1,20 x 2 metres. Aquestes dimensions són elevades comparades amb els carros actuals de la unitat però representa la capacitat de Pepper per compartir espai amb qualsevol altre material, carro o persona de la unitat.

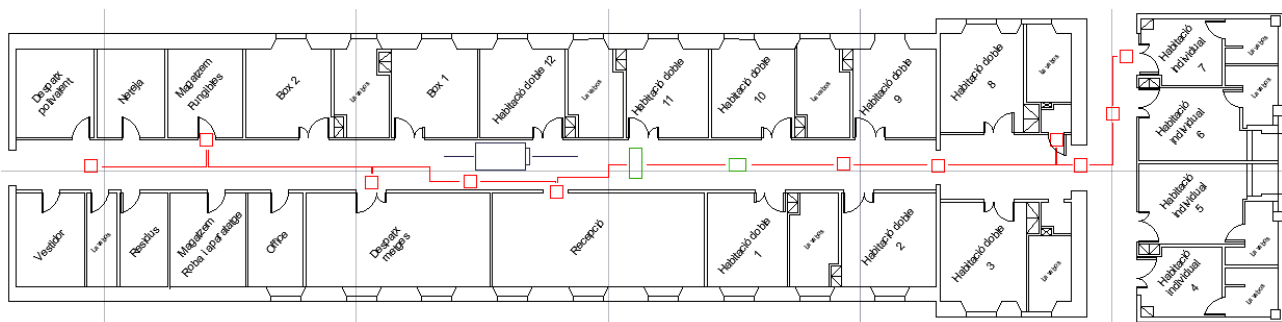


Figura 31. Simulació 2D

En els següents apartats s'analitzen amb més detall els diferents espais que componen la unitat i la interacció amb el robot Pepper:

Passadís

- ✓ Les dimensions del passadís són de 2 metres d'ample i recte durant tota la unitat. En la *Figura 31* es representa la correcta interacció del robot amb l'espai.

- ✓ En cas que el robot realitzi moviments amb els braços, en cas d'haver de travessar un espai amb algú, poden passar justos o amb control per veu demanar al robot que baixi els braços.
- ✓ La nova unitat està construïda en una sola planta i ergonòmicament favorable per al col·lectiu de la tercera edat, minimitzant obstacles i coalicions, fet que simplifica les interaccions amb el robot, ja que no presenta dificultats de moviment.

Portes

Les portes de les habitacions mesuren 1,2 metres d'amplada. Les portes dels espais col·lectius que conformen la unitat, com els magatzems, tenen una amplada de 0,8 metres. El robot en principi no travessa aquestes portes, tot i això, en cas de necessitat és viable. (Figura 32)

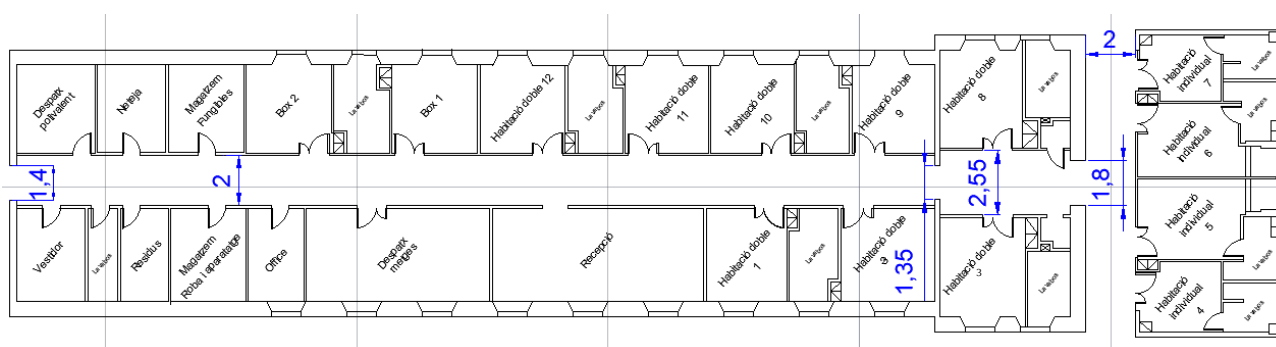


Figura 32. Mesures crítiques de les seccions generals

Habitacions individuals (Número 4,5,6,7)

En les habitacions individuals, número 4,5,6,7, es troba l'espai suficient per interaccionar amb el pacient al voltant de tots els angles possibles. Les mesures que distancien el llit amb altres elements són: 1,4 metres, 0,8 metres, 0,9 metres. Totes aquestes mesures són majors a les dimensions de la base del robot. A més, el robot no ha de realitzar cap mena d'interacció al lavabo, però cal destacar que la porta mesura 0,8 metres, per tant, en cas excepcional de necessitat, no hi ha cap problema espacial. (Figura 33)

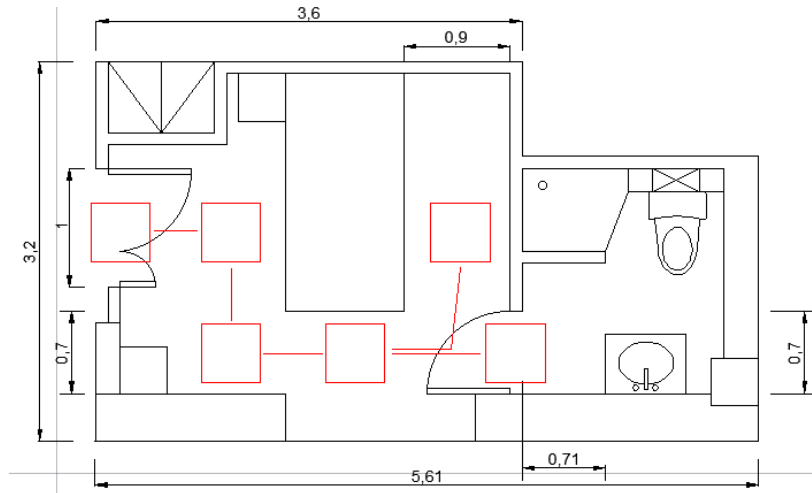


Figura 33. Mesures d'una habitació individual

Habitacions dobles

Totes les altres habitacions disponibles a la unitat, existeix un espai entre el llit i les parets paral·leles de 0,6 metres on el robot podrà interaccionar sense realitzar cap moviments espaiós amb les articulacions. Entre els dos llits el robot podrà interaccionar sempre que la separació no estigui col·locada amb àmbit d'aportar individualitat. De la mateixa manera que en les habitacions individuals, el robot no ha de realitzar cap mena d'interacció al lavabo, però cal destacar que la porta mesura 0,8 metres, per tant, en cas excepcional de necessitat, no hi ha cap problema espacial. (Figura 34)

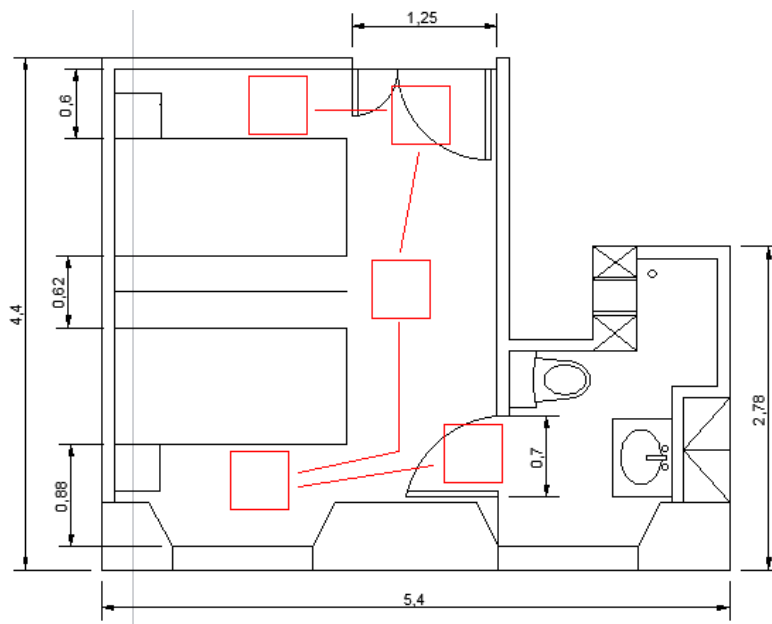


Figura 34. Representació de les dimensions bàsiques de les habitacions dobles

En definitiva, Pepper és un robot adaptable per la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona, on no s'ha detectat cap situació crítica pel que fa a la mobilitat d'espais ni necessitat d'adaptació tècnica per la seva incorporació. Interacciona sense cap problema tant per espais generals com dins de les habitacions, podent realitzar tots els moviments articulars que incorpora sense aportar cap mena de problemàtica.

5.1.2. Estació de càrrega

L'estació de càrrega no és un element inclús en el hardware del robot Pepper. En contactar amb l'empresa *Softbank Robotics*, cal especificar la necessitat d'un robot adaptat per poder obtenir un mètode de càrrega autònoma. Aquest apartat cerca espais adients per l'aplicació de les estacions de càrrega i espai de descans per al robot Pepper. S'utilitzen les informacions referents sobre les dimensions, el voltatge necessari i les limitacions que comporta per la seva correcta utilització.

El robot Pepper conté una bateria *Lithium-ion* amb un mètode de càrrega constant. Aquesta bateria és un tipus recarregable en la qual els ions de liti van de l'elèctrode negatiu al positiu durant la descàrrega i a la inversa quan es carrega. El material utilitzat per l'elèctrode és un compost de liti. Aquestes bateries són comunes en l'electrònica de la llar, el que vol dir que Pepper no utilitza cap mètode de càrrega poc comú per la seva utilització. Contenen una gran densitat d'energia i baixa autoregulació. [48]

En la *Taula 18*, es representen els valors del voltatge d'entrada i sortida necessaris per a la càrrega del robot Pepper. Tots els valors han estat obtinguts de la pàgina web oficial de *Softbank Robotics* i representen que no hi ha cap necessitat d'adaptar la instal·lació elèctrica per la instal·lació de la robòtica a la unitat. [47]

Voltatge d'entrada	Mínim	Màxim	Nominal
Baix abast	90 Vac	140 Vac	100 Vac
Alt abast	180 Vac	265 Vac	240 Vac
Voltatge de sortida	29,2 V DC – 8A		

Taula 18. Voltatge referent a l'estació de càrrega
(Font: Softbank Robotics)

Les dimensions que ocupa el robot un cop acoblat a l'estació, són idèntiques a la mateixa base, és a dir, es necessita un espai de 48x42,5 cm.

Hi ha dos mètodes de càrrega, manual i automàtic. El mètode manual necessita la col·laboració i atenció dels membres de la unitat, connectant el robot Pepper a el corrent a través d'un adaptador incorporat. Per altra banda, la càrrega autònoma que permet al robot obtenir l'autonomia necessària per determinar quan és necessari utilitzar-la.

Abans d'entrar en detalls espacials, es concreten una sèrie de limitacions que s'han de conèixer per una correcta instal·lació i interacció entre els robots i les respectives estacions de càrrega.

- Pepper ha de romandre menys d'1 minut en trobar l'estació de càrrega i moure's.
- El temps de càrrega utilitzant l'estació de càrrega és el mateix que amb càrrega manual.
- Si el robot es deté quan detecta un obstacle o per algun motiu, el comportament de recàrrega ha d'estar administrat per alguna aplicació superior que torni a intentar l'acoblament.
- La detecció i localització de l'estació de càrrega és a través de l'ús de càmeres 2D.

L'estació de càrrega ha d'estar instal·lada en terra completament pla i lliure d'obstacles que permetin que Pepper arribi de manera autònoma a carregar-se. Això últim succeeix quan el robot determina que el seu nivell de bateria és suficientment baix, va a l'estació de càrrega localitzada i s'atura a 0,6 metres. (Figura 35)

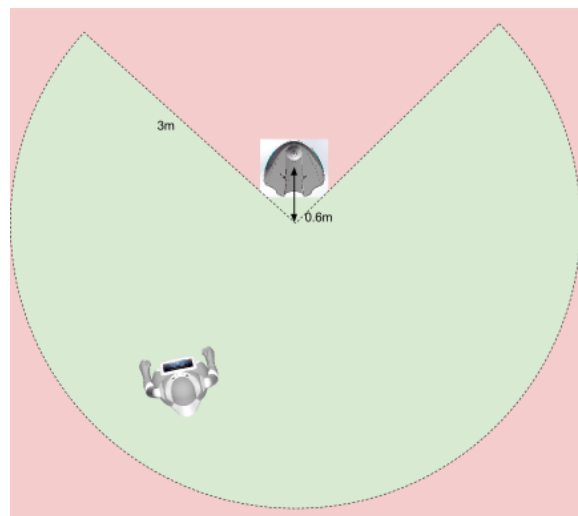


Figura 35. Localització de l'estació de càrrega per el robot Pepper
(Font: Softbank Robotics)

Un cop el robot confirma la localització de l'estació de càrrega, Pepper realitza un gir en forma d'U i s'acobla a l'estació retrocedint lentament a una velocitat reduïda. En mode de càrrega tots els moviments són anul·lats automàticament fins que el procés hagi finalitzat. La *Figura 36* representa els punts de càrrega que s'acoblen del robot a l'estació de càrrega. El punt amb referència A determina el pol positiu de càrrega, la referència B el pol negatiu i la referència C el punt de seguretat.

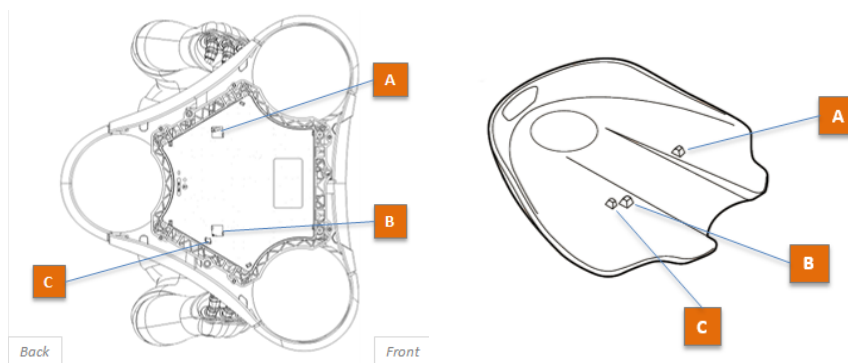


Figura 36. Punts de càrrega
(Font: Softbank Robotics)

Així doncs, per cercar el lloc òptim on instal·lar l'estació de càrrega necessitem tindre en compte els següents aspectes documentats anteriorment:

- ✓ L'estació de càrrega mesura menys que la base robòtica. Per això, necessitem un espai per poder dur a terme l'acoblament de 48 x 43 cm.
- ✓ Instal·lar l'estació de càrrega evitant qualsevol possibilitat d'obstacles que dificultin l'arribada del robot.
- ✓ Adaptar 0,6 metres davant de l'estació per permetre les maniobres necessàries del robot abans de l'acoblament.
- ✓ No es necessita cap instal·lació elèctrica extra per la seva utilització, més que adaptar una entrada de corrent a l'espai necessari en cas de no estar facilitat.
- ✓ En cas de necessitat o trencament de l'estació de càrrega, es pot realitzar el mètode de càrrega manual fins a la seva reparació.

L'espai per instal·lar les diferents estacions de càrrega, ha de tindre fàcil accés on s'eviti la interposició d'obstacles durant el trajecte de càrrega amb la possibilitat de maniobra a 0,6 metres pel final acoblament. A través del plànol de la unitat, es determinen els diferents espais adients, realitzant les mesures pertinents, per la instal·lació, tenint en compte que la primera zona de la unitat, on es troben els magatzems, els vestuaris i alguns despatxos es descarten perquè queden lluny de l'abast robòtic i alhora tenint present la repartició d'espais dels tres robots incorporats a la unitat representat en la *Figura 37*. Els espais escollits són els següents:

- **Estació número 1.** Recepció central de la unitat. Adaptar un espai entre mobles perquè el robot s'aparqui. Serà responsable de les habitacions número 1,10,11 i 12.

- **Estació número 2.** Magatzem o zona renta-mans abans d'entrar a la zona d'habitacions individuals. Es podria acoblar o determinar l'habitació únicament per administrar zona de càrrega. Serà responsable de les habitacions número 2, 3, 8, 9.
- **Estació número 3.** Passadís que talla amb la zona d'habitacions individuals. Per aquesta banda hi haurà menys moviment que pel passadís central. Si s'acobla una estació de manera correcta i fixa, en algun punt allunyat de la zona d'accés a les habitacions, no suposarà cap problema. Serà responsable de les habitacions número 4, 5, 6, 7.

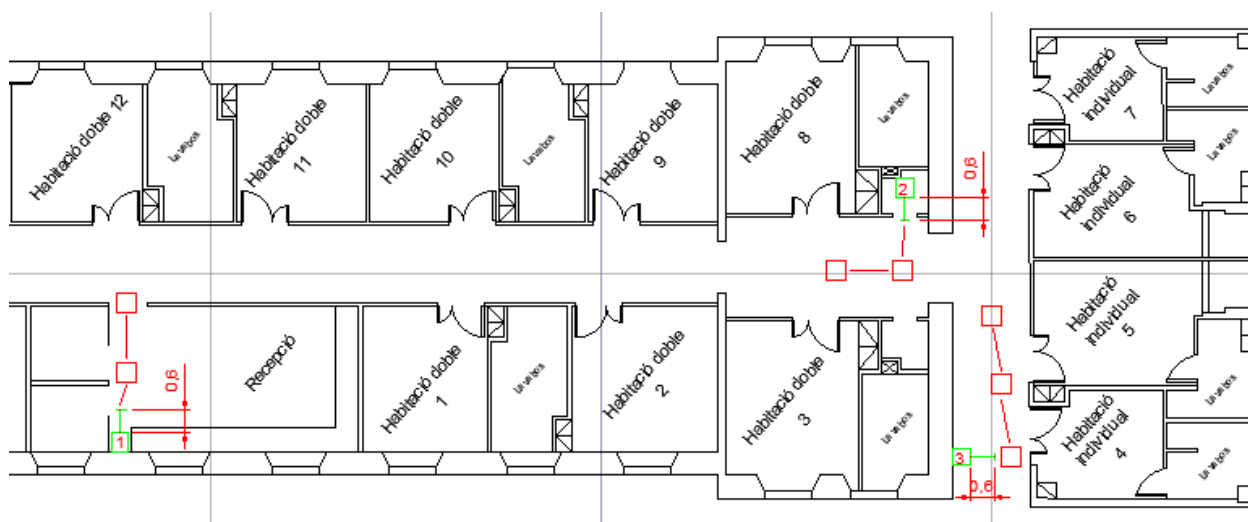


Figura 37. Representació de les estacions de càrrega

És necessari adaptar un endoll en cada posició estratègica de les diferents estacions de càrrega, així com aportar algun mètode de protecció, destacant l'estació instal·lada en el passadís, per evitar accidents. En cas d'impossibilitat es proposa adaptar dos robots amb estacions de càrrega i evitar l'estació de càrrega número 3 obtenint un robot de càrrega manual.

5.1.3. Connectivitat i adaptació d'instal·lacions

La connectivitat necessària per al correcte funcionament del robot i la seva adaptabilitat a la zona consisteixen en Ethernet i wifi. Aquestes especificacions es representen en la *Taula 19*.

Ethernet	1xRJ45 - 10/100/1000 base T
Wifi	IEEE 802.11 a/b/g/n Security: 64/128 bit: WEP, WPA/WPA2

Taula 19. Connectivitat. Especificacions
(Font: Softbank Robotics)

En el cas de la Unitat Geriàtrica d'Aguts, la metodologia empleada per a la connectivitat del robot serà l'ús del wifi, però abans s'han de determinar una sèrie d'especificacions empleades a la taula. Primerament, l'estàndard IEEE 802.11 defineix l'ús de dades a nivells inferiors de l'arquitectura OSI, que inclou capa física i capa d'enllaç de dades. Especifica diferents normes de funcionament de la xarxa d'àrea local sense fils, WLAN. Concretament aquesta versió defineixen la tecnologia LAN (xarxes locals) i MAN (xarxes metropolitanas). [49]

En l'àmbit de seguretat relacionat amb el wifi es defineixen una sèrie d'acrònims. WEP, *Wired Equivalent Privacy*, és el protocol de seguretat més comú del món. Té en compte la compatibilitat amb versions anteriors i els menús de selecció de protocols dels panells de control dels enrutadors. WPA, *Wifi Protected Access*, és una aliança del wifi que respon i reemplaça les vulnerabilitats de l'estàndard WEP anterior. WPA va ser suplantat per WPA2, canviant el mandatari d'ús dels algoritmes i on s'introdueix el CCMP, *Counter Cipher Mode with Block Chaining Message Authentication Code Protocol*. [50]

La nova obra referent a la Unitat Geriàtrica d'Aguts ja disposa de la planificació d'instal·lació de senyal wifi acceptable per la correcta connexió dels robots Pepper. Es proposa ampliar el senyal i millorar-la per permetre la interacció dels tres membres robòtics, juntament amb l'adaptació d'un usuari únic per la utilització del wifi de la unitat i la connexió dels robots per millorar els termes de seguretat. Per altra banda l'adaptació d'un sistema central, ordinador, que permeti la connexió directa amb els tres robots obtenint així la possibilitat de controlar-los manualment, adaptar-los a les funcionalitats en temps real i obtenir tota la informació referent a la traçabilitat d'accions referent a les interaccions realitzades diàriament i per pacient en una base de dades, amb la possibilitat d'anàlisi posterior.

5.2. Viabilitat ètica

Aquest apartat profunditza sobre els nivells d'acceptació i la possible interpretació dels diferents membres que componen la unitat, tant personal com pacients, davant la introducció de robòtica en l'àmbit hospitalari. S'especifiquen metodologies per una correcta introducció i una millora d'acceptació col·lectiva, millorant així la coordinació entre els diferents elements i el robot.

5.2.1. Referències

Es determina la introducció de Pepper en l'àmbit mundial i en diferents espais per obtenir informació sobre l'acceptació col·lectiva i àmbits on està preparat per treballar. S'involucren estudis que determinen la capacitat del robot a interaccionar amb gent de tercera edat i àmbits hospitalaris. Aquest aspecte és molt important per una correcta acceptació i confiança a l'hora d'introduir aquest mètode a l'hospital i en interacció amb pacients.

5.2.1.1. Àmbit no hospitalari

Des de l'any 2014 s'han venut al voltant de 2000 robots Pepper a el Japó. La missió principal d'aquest robot és crear interès i ajudar a la venda de productes alhora que entreté als diferents compradors. Hi ha diferents grans empreses que han implantat aquest robot, com per exemple Nestlé, que va introduir en diferents tendes més de 1000 exemplars el Desembre de 2014 amb l'objectiu d'informar els compradors dels diferents productes i serveis.

A Europa, els supermercats Carrefour han decidit utilitzar aquest robot per entretenir als compradors oferint activitats divertides i realitzant diferents enquestes als visitants per l'interès empresarial. A França, la gran xarxa de trens d'alta velocitat, anomenada SNCF, va escollir aquest robot per oferir una nova experiència als viatgers en tres estacions diferents. Els seus rols inicien en l'aportació d'informació però adjunten l'aportació de diversió i diferents actes per la gent que espera als trens. [51]

Altres companyies han escollit integrar a Pepper dins de l'àmbit dedicat a l'estratègia de negocis, com les tendes LOFT. També hi ha diferents espais educatius que incorporen el robot per aportar una grata visibilitat als seus centres, per exemple, Palomar US College Campus, utilitzat per diversos propòsits, com parlar amb els estudiants i aportar informació sobre el campus i ajudar als diferents professors a lidar amb les presentacions multimèdia a les classes. (Figura 38) [52]



Figura 38. Pepper at Palomar US College Campus
(Font: The San Diego Union-Tribune)

La companyia farmacèutica Johnson & Johnson ha volgut transformar les diferents convencions mèdiques en una experiència personal per doctors i investigadors, mesurant la seva satisfacció gràcies a la participació del robot Pepper. [53]

5.2.1.2. Àmbit hospitalari

L'Hospital Humber River de el Canadà ha sigut el primer hospital del Canadà en obtenir robòtica per interaccionar amb els pacients, gràcies a la seva associació amb la companyia *Softbank Robotics America* (SBRA) per llançar un nou programa pilot amb el robot Pepper. En aquest hospital el robot ha estat ubicat en el *hall* principal de l'Hospital per rebre, guiar i relacionar-se amb

pacients i visitants. Tot això ha estat possible gràcies a l'adaptació del software entorn de l'hospital canadenc. (Figura 39) [54]



Figura 39. Pepper a l'Hospital Humber River de Canadà
(Font: Mobilesyrup)

A Bèlgica, l'hospital AZ Damiaan ha incorporat un nou membre, Pepper, dissenyat per incrementar els aspectes socials i cuidats dels pacients i visitants de l'hospital. La seva tasca principal era la realització de recepcionista, però pot aportar la informació necessària i interaccionar amb visitants i pacients. No és el primer robot que incorpora aquest hospital però si és el primer amb la capacitat de comunicar-se amb els pacients. Durant la primera setmana va estar utilitzat en la unitat de maternitat de l'hospital. (Figura 40) [55]



Figura 40. Pepper a l'Hospital AZ Damiaan
(Font: Reuters)

Actualment, a Catalunya, el grup Althaia estudia la possibilitat d'obtenir un robot social, Pepper, que tingui la capacitat de resoldre dubtes, facilitar informació o acompanyar als usuaris pel centre hospitalari, sense l'objectiu de substituir persones treballadores. Aquest robot ha estat provat a l'Hospital Sant Joan de Déu de Manresa el passat Dimarts 27 de Març, per ser el primer àmbit hospitalari en implementar robòtica a Espanya. Cal destacar que fa poc temps que està en venda i adaptat per treballar en àmbits espanyols. [56]

5.2.1.3. Interacció amb la gent de tercera edat

La Universitat de Bedfordshire i la Universitat de Middlesex, Londres, formaren part d'un projecte internacional durant un període de tres anys. El projecte s'inicia al Gener de l'any 2017 i està centrat en la investigació amb l'objectiu de desenvolupar i avaluar els primers robots amb consciència cultural destinats a la interacció amb el grup de persones que conformen la tercera edat i finançada conjuntament per la Unió Europea i el govern Japonès dins del programa d'investigació i innovació H2020, amb col·laboració de *Softbank Robotics* i utilitzant robots actualment en espais domèstics Japonesos. Entre els objectius destaca incrementar el cuidat de les persones de tercera edat oferint entreteniment com a objectiu principal. (*Figura 41*) [57]



Figura 41. Introducció del robot Pepper en espais domèstics japonesos
(Font: The Robot Report)

A la pàgina web oficial de *Softbank Robotics* Japonesa es poden llegir opinions públiques relacionades amb les famílies que han pogut tindre contacte i interacció amb el robot Pepper. Entre altres, destaca aquesta opinió d'un home de 60 anys anomenat Sr. Fukuoka Prefectura, professor d'una Universitat i posterior a la compra d'un model de venda general del robot, «*Estoy jugando con mi madre de 90 y mis nietos, y es el personaje principal de mi grupo familiar.*» En el conjunt d'opinions cercades es pot determinar l'acceptació col·lectiva d'aquests robots en diferents àmbits, tant laboral com domèstic. [58]

A el Japó, la residència de tercera edat situada a Tokio, Shin-tomi, utilitza 20 models diferents de robots per cuidar als seus residents (*Figura 42*). El govern japonès té esperances que Pepper sigui un model que pugui ajudar amb el creixent envelliment de la població els pròxims anys. La idea que els robots realitzin tasques d'entreteniment per la gent de tercera edat, està mal vist a Occident, però actualment a Japó és troben molt conscienciats de la introducció de mètodes robòtics, ja que es realitzen moltes campanyes d'acceptació i mostren la seva utilitat. [59]



Figura 42. Robot Pepper a la residència de tercera edat, Tokio
(Font: Aol)

L'estudi «*Towards metrics of Evaluation of Pepper robot as a Social Companion for Elderly People*» de Mélanie Garcia des de la Universitat de París-Saclay, realitza una anàlisi sobre la interacció dels robots socials, Nao i Pepper, i la gent de la tercera edat [60]. Aquest estudi plasma el funcionament del sistema, els escenaris i l'avaluació dels diferents experiments. El projecte ha estat realitzat a l'Hospital de Broca, París, sota la supervisió del servei de gerontologia. En la següent taula (Figura 43) podem observar els tres experiments que es duen a terme i posteriorment seran explicats els diferents escenaris exposats:

	1st Experiment	2nd Experiment	3rd Experiment
Number of participants	12	8	22
whose hearing elderly participants	12	4	16
Number of interaction per person	1	1	1 to 4
Robot	NAO	PEPPER	PEPPER
Type of system	Wizard of Oz	Autonomous	Autonomous
Scenarios	Humor, Negotiation	Emotion game, Humor, Negotiation, Quiz	Emotion game, Humor, Negotiation, Quiz

Figura 43. Taula d'experiments

(Font: «*Towards metrics of Evaluation of Pepper robot as a Social Companion for Elderly People*»)

Els diferents escenaris esmentats anteriorment, es representen com a interaccions bàsiques que es poden dur a terme en la vida diària. El primer escenari consisteix a animar als usuaris a realitzar un exercici de mímica mentre parlen. Pepper demana a l'usuari que imiti les quatre emocions bàsiques que pot detectar: Diversió, tristesa, cabreig i neutral. El segon escenari, Pepper realitza jocs de paraules, mentre Pepper adapta el seu humor a l'emoció que l'usuari mostra. L'últim escenari determina Pepper com a cuidador de l'usuari, mostrant iniciativa i ha d'intentar convèncer a l'usuari que begui un got d'aigua. Per obtenir resultats, el robot entra en una estratègia de negociació, adaptant-ho segons les respostes obtingudes per part de l'usuari. Per acabar, el robot realitza una prova cultural a l'usuari.

Com a resultats, s'obté una àmplia preocupació relacionada amb la seguretat de les dades i l'adaptació del robot a l'usuari. En segon lloc, és necessari tindre en compte l'edat de l'usuari per poder adaptar el vocabulari i el comportament del robot.

5.2.2. Acceptació

Per una correcta acceptació del robot als espais hospitalaris amb el personal, els diferents pacients i l'acceptació social, s'han de tindre en compte la importància de la correcta interacció entre el robot i els pacients, i els robots i el personal de la unitat, a part dels estudis i situacions anteriors que demostren l'efectivitat i fiabilitat d'aquests tipus de robots en diferents àmbits i el seu actual creixement i èxit.

En termes ètics, els dos principals blocs d'importància segons un estudi anomenat «*Ethics of healthcare robotics: Towards responsible research and innovation*», són la possibilitat de reemplaçament dels llocs de treball i la qualitat del cuidat que pot aportar un robot a diferència de la tasca empàtica que pot realitzar un ésser humà. Aquests dos punts presenten la necessitat d'aprofundir individualment en el camp d'interaccions relacionades amb el pacient, tractant la seva acceptació i les capacitats dels robots a empatitzar amb aquest col·lectiu, i per altra banda la interacció amb el personal, tractant també l'acceptació i cal destacar la coordinació. [61]

5.2.2.1. Interacció entre el robot social i el pacient

El primer punt d'importància en l'àmbit d'interacció és l'acceptació de la gent de la tercera edat davant aquestes tecnologies i la capacitat de poder treure profit de la manera correcta. L'estudi «*The Role of Healthcare Robots for Older People at Home: A Review*» concreta la correlació existent entre l'acceptació i les funcionalitats que conté el robot. Si els pacients veuen que es mostra una utilitat és més probable que el rang d'acceptació col·lectiva sigui més elevada. Es destaca que l'aparença del robot influeix molt en la forma en què les persones avaluen les habilitats i el mètode de comunicació empleat, és a dir, com més nombre de neurotransmissors emocionals conté el robot, millor són rebuts per el col·lectiu de tercera edat. [62]

L'estudi «*Cooperation with a robotic assistant*» realitza una investigació que descobreix que la personalitat del robot marca una diferència en la reacció de la gent gran davant la robòtica i la serietat que li conformen. Compara entre un robot que realitza jocs amb un robot seriós, i els participants havien de realitzar una rutina d'exercicis amb cadascú. El robot que realitza jocs va ser valorat més positivament però les instruccions i la rutina es va prendre més seriosament en l'altre tipus de robot. [63]

En aquest àmbit el robot Pepper ha d'aportar serietat dins d'un ambient empàtic per tractar amb els diferents pacients. La seva aparença amable permetrà una millor interacció i acceptació col·lectiva

dins de la unitat, així com la seva capacitat de percebre emocions i adaptar les converses segons el llenguatge no verbal que interpreta del pacient, afavorirà la seva acceptació.

Es proposa realitzar una sèrie d'accions per impulsar l'acceptació.

- ✓ Durant un període d'un mes, realitzar una primera presa de contacte entre el robot i el pacient per mostrar el seu funcionament i la seva utilitat social, acompanyat d'una persona tècnica especialitzada que pugui ressaltar totes aquestes funcionalitats.
- ✓ Mostrar la facilitat d'interacció i els mètodes d'adaptabilitat del robot amb les persones dependents, així com obtenir l'acceptació de les famílies o acompanyants dels pacients.
- ✓ Fomentar que el robot reconegui als pacients i aprengui el llenguatge no verbal adient per empatitzar amb els pacients, millorant així les futures comunicacions.
- ✓ Durant aquest període d'un mes, adaptar el software i realitzar propostes de millora per part del personal, per adaptar el robot el més perfectament als pacients i la unitat.
- ✓ Posteriorment, realitzar una avaluació per part dels pacients sobre la nova experiència i mostrar el seu nivell d'acceptació. En cas de ser relativament baix, aplicar un altre període de contacte i acceptació.

5.2.2.2. Interacció entre el robot social i el personal de la unitat

L'acceptació del personal a treballar amb aquest element dins la unitat tracta la coordinació col·lectiva i la iniciativa a aprendre sobre el seu funcionament per treure un màxim profit general.

El següent estudi investiga els factors que influeixen en el procés d'adaptació de robòtica en àmbits hospitalaris, anomenat «*The Impact of Introducing Therapeutic Robots in Hospital's Organization*» [64]. En aquest estudi es concreten tots els aspectes que s'han de tindre en compte, relacionats amb l'acceptació, a l'hora d'introduir nova tecnologia en l'àmbit hospitalari, a més de tractar amb un exemple d'acceptació per part de l'Hospital Sant Joan de Déu, on es realitza una sèrie d'entrevista a quatre professionals.

Els robots signifiquen un canvi organitzatiu en l'àmbit d'unitat, tant com estratègic. En el cas d'aplicació de robòtica social, el canvi organitzatiu ve previst per una millora de qualitat temporal del personal per realitzar les tasques estrictament necessàries i una millora en la qualitat de vida dels pacients. Perquè aquest canvi organitzatiu sigui ben acceptat s'ha de demostrar la utilitat de la nova tecnologia implementada i els beneficis que això comporta, permetent en una xerrada informativa per aportar informació sobre la utilitat del robot, els seus beneficis i una primera interacció entre els membres del personal i la seva utilitat, per exemple.

Es mostra una teoria anomenada Kotter que presenta una sèrie de passes a seguir per obtenir un correcte maneig dels canvis i transformacions de l'organització a la unitat. La *Taula 20* mostra els passos determinats per aquesta teoria i el mètode que pot utilitzar la unitat per afrontar cadascun d'ells.

1	Establir el sentit de la urgència	Mostrar la necessitat als diferents membres del personal i plasmar els beneficis i canvis que aquesta tecnologia pot aportar en la dinàmica de la unitat.
2	Formar una poderosa coalició guia	La formació d'una coalició consisteix en el convenciment de personal no relacionat amb la companyia que pugui transportar la necessitat i el convenciment als membres del personal de la unitat, així com el coordinador de la unitat.
3	Crear una visió	L'objectiu principal, el benefici relacionat amb els pacients, la seva qualitat de vida i la millora en qualitat laboral del personal.
4	Comunicar aquesta visió	Transportar de manera clara i precisa la visió establerta anteriorment.
5	Empoderar a altres perquè actuïn sobre la visió	Demostrar que és possible, amb altres institucions que hagin establert aquests mètodes i expliquin les seves experiències, per exemple.
6	Planejar i crear objectius a curt terme	Punt més important. Plantejar victòries segures a curt terme per incrementar la motivació entre el personal, juntament amb la celebració de cada millora establerta. El primer repte pot consistir en un augment del temps de realització de les tasques pròpies als diferents membres del personal.
7	Consolidar les millores i produir més canvis	A mesura que es superen els diferents reptes de l'apartat anterior, anar proposant més fins a arribar a l'acceptació majoritària.
8	Introduir nous enfoccs	Cal seguir afrontant els reptes i crear diferents beneficis relacionats amb diferents aspectes i reconèixer totes les acceptacions per part del personal i l'esforç de coordinació.

Taula 20. Teoria Kotter

(Font: «*The Impact of Introducing Therapeutic Robots in Hospital's Organization*»)

L'estudi investiga els diferents punts que poden influenciar o reduir l'acceptació i adaptació de la implementació del nou mètode robòtic dins l'àmbit hospitalari. Durant la realització de les entrevistes, es tracten els següents apartats com a factors importants per prendre la decisió:

- ✓ Sentir-ho una tecnologia útil i que aporta beneficis als pacients.
- ✓ Tindre clar que la robòtica aporta més components emocionals en les interaccions que altres mètodes tecnològics no robòtics.
- ✓ Obtenir experiències d'altres institucions amb resultats positius.

- ✓ Tindre en compte que el personal haurà d'aprendre a interaccionar amb el robot, el seu funcionament, així com els possibles riscos i mètodes d'actuació depenent la situació en què es trobin. S'han de presentar aquests nous coneixements com habilitats que s'han d'adquirir per mantenir la formació professional.
- ✗ Presentar el robot com una eina de suport a les tasques de la unitat, mai canviar l'organització ni la dinàmica de la unitat entorn les tasques que han de realitzar els membres del personal. L'únic canvi organitzatiu necessari es l'obtenció d'horaris més estrictes per facilitar la coordinació del robot amb la dinàmica.

Davant la implementació de Pepper a la unitat es proposa realitzar una sessió de primer contacte, amb factors lúdics i explicació dels objectius, beneficis, els mínims canvis i el fàcil funcionament que comporta, juntament amb l'aportació d'experiències per altres institucions relacionades amb el sector. El personal ha d'obtenir un curs d'experiència i d'actuacions en diferents situacions amb el robot, a part d'obtenir un període d'aproximadament un mes, mínim, de prova per coordinar el robot a les tasques de la unitat i anar integrant més concretament al robot com un membre més del personal. Es consideraria molt enriquidor realitzar enquestes i qüestionaris durant el període de prova per determinar l'opinió professional dels membres de la unitat i determinar l'impacte que la nova tecnologia està aportant. El personal, davant la implementació de nova tecnologia, hauria de tindre un mètode de comunicació directa amb algun membre qualificat i especialitzat en Pepper per aportar confiança.

5.3. Viabilitat legal

La viabilitat legal analitza els sistemes legals vigents i avalua la presència de conflictes o problemes dins aquest àmbit. En aquest capítol es realitza una avaluació de l'estat actual de les regulacions i normatives destinades al sector robòtic social i/o assistencial en l'àmbit Europeu. Per altra banda, es consideren els aspectes legals i normatius que l'hospital ha de tindre en compte a l'hora d'implementar el robot Pepper a l'àmbit hospitalari, considerant que fins a el moment el robot només ha interaccionat amb persones de la tercera edat en àmbits domèstics, igual que la majoria de robots socials destinats a la salut de les persones grans.

L'estudi esmenat anteriorment, presenta els principals problemes que les tecnologies involucren als usuaris humans; la privadesa i protecció de dades, la seguretat i perills, així com complir els principals punts dels drets humans. Aquests són els diferents apartats que s'avaluen. [64]

Relacionat amb el compliment dels principals punts dels drets humans, entre la gran quantitat de drets humans fonamentals establerts en documents com els de *Charter of the United Nations and the Universal Declaration of Human Rights*, els més rellevants relacionats amb la gent de tercera edat inclou el dret d'una vida d'estàndard adequada amb salut i qualitat de vida, una vida privada i

familiar, llibertat davant la tortura i tractes inhumans així com la llibertat enfront de la discriminació. És important que el robot s'introdueixi amb l'objectiu de cuidar a les persones i no només per reduir la càrrega de les persones que ho realitzen. [65]

Relacionat amb la privacitat i la seguretat, actualment existeix un entorn legal destinat a la robòtica social molt incert. Actualment la Comissió Europea (CE) està preparant una proposta legislativa que presti atenció a la seguretat, privacitat, dignitat, autonomia, integritat i propietat de dades en aquest tipus de robòtica, ja que la UE només conté certes normes orientades a l'estandardització de robots industrials, però sense profunditzar en la interacció social existent entre el robot i l'ésser humà. [66]

Durant l'any 2015, la Unió Europea va iniciar un projecte anomenat *RoboLaw*, que es va dedicar a la investigació de les formes en què sorgeix la tecnologia en el camp sobre robòtica mèdica amb l'objectiu principal de proposar un marc legal i recomanacions ètiques per la Comissió i per la regulació de les tecnologies robòtiques. Es centra en les diferents eines legals que es poden utilitzar per regular la tecnologia general i les robòtiques en particular i per altra banda s'examinen els continguts de la legislació existent per verificar si es pot proporcionar un marc legal sistèmic. Es tracten factors relacionats amb la salut, seguretat, consum i regulació de l'ambient, responsabilitat robòtica, drets de propietat intel·lectual, privacitat i protecció de dades, i per finalitzar, capacitat per transaccions legals. [67]

5.3.1. Seguretat i perills

En termes de seguretats i perills, es determinen totes aquelles normatives, lleis i estàndards que existeixen actualment, en termes generals, a la Unió Europea, i que presenten aspectes a tindre en compte i acotacions relacionades amb la robòtica social. La definició jurídica d'aquest tipus de robòtica és molt complexa i actualment no existeix una legislació clara a la Unió Europea. Tot i això, la robòtica està regulada per una sèrie de marcs legislatius generals, destinats a la seguretat dels productes i la possibilitat de ser productes defectuosos, i, en concret, els robots de servei professional o de consum domèstic que poden estar regits per una sèrie més amplia de Directives com podem veure en el següent llistat:

- **Directiva 85/374/CEE** del Consell el 1985, destinada a les disposicions legals, reglamentaries i administratives dels estats membres en matèria de producte defectuós.
- **Directiva 2001/95/CE** del Parlament Europeu i del Consell, el 2001, sobre la seguretat general dels productes.
- **Directiva 93/42/CEE** del Consell, el 1993, relativa als dispositius mèdics és essencial per l'ús de robots en el camp mèdic, no aplicable a dispositius implantables actius coberts per la Directiva 90/385/CEE del Consell el 1990. Aquesta normativa aporta àmplies obligacions referides a la informació.

- **Directiva 2006/42/CE**, on es representen els diferents passos a seguir per fomentar la seguretat i salut de les persones que treballen amb la màquina i la metodologia a seguir per obtenir el certificat CE.
- **Directiva 2006/95/CE**, sobre baixa tensió, aplicables a tots els equips elèctrics dissenyats per un ús amb voltatge entre 50 – 100 Vca i entre 75 – 1500 Vcc. Tracta factors de seguretat.

En el conjunt de Directives només hi ha present una llei concreta destinada als robots en àmbits mèdics, i totes les altres legislatures passen per un marc general adjuntant-se amb altres tipus de robòtica amb altres aplicacions molt diferents. Molts robots relacionats amb l'àmbit de la salut estan subjectes a la regulació de la FDA, com «dispositius mèdics», definits com un instrument, aparell, màquina, implant reactiu *in vitro* o un altre article similar o relacionat, incloent-hi complements o accessoris destinats per l'ús de diagnòstic de malalties o altres afeccions, o relacionats amb la cura, mitigació, tractament o prevenció de malalties, en l'home o animals, destinat a afectar l'estructura o qualsevol funció corporal.

Tots aquests dispositius mèdics relacionats amb la definició anterior estan subjectes a les normes de seguretat imposades pel Centre de Dispositius i Salut Radiològica i per la revisió premercat de la Llei Federal de Drogues i Aliments. Actualment es concreta molt poc com es tracta aquella robòtica principalment social que eventualment proporcionen atenció mèdica o amb la finalitat d'obtenir uns beneficis mèdics.

Relacionat amb el conjunt de robòtica social i/o assistencial que es preveu en gran creixement de mercat, la FDA opta per presentar una guia especial per aquells robots empleats en àmbits domèstics. En Abril de 2010, la FDA desenvolupa un apartat destinat als equips mèdics destinats a l'ús domèstic, *Medical Device Home Use Device Initiative*, per donar suport a la seguretat del ús d'aquests equips creant un document guia per als fabricants recomanant accions que deuen dur a terme per obtenir l'aprovació de la FDA o l'autorització perquè aquest dispositiu pugui ser utilitzat a casa. Inclou els diferents passos que els fabricants ha de realitzar pel disseny, els diferents tests per l'ús domèstic i el mètode de realització de l'etiquetatge i instruccions de manera clara [68]. Aquest aspecte és important per dos motius, el principal és que actualment la majoria de robòtica social per gent de la tercera edat, inclús Pepper, està destinada per realitzar interaccions amb els pacients en àmbit domèstic. Per altra banda, els robots que ajuden amb la logística del cuidat de salut i donar suport a les tasques més simples de la interacció humà-robot, poden caure dins d'aquesta categoria. Existeixen una sèrie d'estàndards que tracten per sobre aquest concepte:

- **EN 60601-1-11:2010 Medical electrical equipment - Part 1-11: General requirements for basic safety and essential performance**
- **ISO/TS 15066:2016(en) Robots and robotic devices – Collaborative robots**, que com bé diu el nom tracta sobre robòtica col·laborativa enfocada principalment en el sector sanitari.

Proporciona una guia per l'operació del robot col·laboratiu on un sistema de persones i robots comparteixen el mateix espai laboral aportant la màxima seguretat i especificant les avaluacions de riscos necessàries.

- **ISO/TC 299 Robotics** trobem una sèrie de versions relacionades amb la robòtica de servei en àmbits o espais tancats i de treball.
- **ISO 13482:2014-Robots and robotic devices - Safety requirements for personal care robots**, especifica els requeriments per aportar la seguretat necessària i les mesures de protecció i l'ús dels robots de cuidat personal, en concret tres tipus, robots mòbils de servei, robots d'assistència física i robots portadors personals.
- **ISO 18646-1:2016 Robotics – Performance criteria and related test methods for service robots**
 - *Part 1: Locomotion for wheeled robots*, descriu mètodes per especificar i avaluar el rendiment de locomoció de robots amb rodes en espais interiors
 - *Part 2: Navigation*, que tracta els mètodes de navegació vigents per utilitzar en entorns tancats.
 - *Part 3: Manipulation*.
- **ISO/CD 22166-1 Robotics – Part 1: Modularity for service robots – Part 1: General requirements**
- **IEC/TR 60601-4-1:2017 Medical electrical equipment – Part 4-1: Guidance and interpretation – Medical electrical equipment and medical electrical systems employing a degree of autonomy**

En conclusió, l'àmbit legislatiu europeu actualment està molt poc desenvolupat tenint en compte el pròxim creixement i introducció de la robòtica social i/o assistencial, tant en àmbit domèstic com àmbit hospitalari. L'Hospital Clínic de Barcelona hauria d'assegurar-se de les pròximes actualitzacions referents a aquest àmbit que s'esperen per un futur pròxim per introduir per primer cop el robot Pepper en una unitat hospitalària per tractar amb pacients, assegurar-se d'una correcta aportació de seguretat sobre els pacients i conèixer tots els requisits que s'estableixen i que s'han de complir.

5.3.2. Privadesa i protecció de dades

Són ben coneguts els grans desenvolupaments relacionats amb les dades de salut que s'han identificat els últims anys en hospitals i centres mèdics. Davant la incorporació de robòtica, els problemes relacionats amb aquest aspecte s'incrementen. En aquest apartat s'avaluen el conjunt de normatives relacionades amb la privadesa i protecció de dades que el robot Pepper ha d'incloure al tractar amb pacients i realitzar interaccions personals.

De igual manera que molts dispositius mèdics tradicionals, els robots també poden ser controlats a través d'HIPAA (*Health Insurance Portability and Accountability Act*), una llei de privacitat i informació de salut acceptada àmpliament, això sempre després que els dispositius hagin sigut

acceptats per la FDA i estiguin en ús. Mentre el robot no estigui en mans de l'àmbit hospitalari, durant el temps que el robot estigui destinat a l'ús públic, entra en joc la Comissió Federal de Comerç (FTC), agència que no diferencia entre la protecció de dades entre els espais sanitaris i les dades de salut convencional i que proporciona aquesta seguretat d'informació i privacitat per disseny encara no tinguda en compte.

Existeixen una sèrie de paràmetres dubtosos que es relacionen amb l'àmbit de robots socials i/o assistencials domèstics no relacionats amb cap entitat coberta, però que tot i això, realitzen tasques relacionades amb el cuidat i assistència de persones, com el robot Pepper. El problema és que aquesta robòtica, tot i estar relacionada amb la salut, no estan cobertes per la norma HIPAA. Aquests robots estan sota la regulació de la FDA que adjunta una guia de seguretat cibernètica per fabricants de dispositius mèdics adjuntant la necessitat d'aplicar els riscos relacionats amb la seguretat durant l'etapa de disseny i desenvolupament del dispositiu.

Fins a el moment, Pepper no ha necessitat estar sota la regulació HIPAA perquè interacciona en àmbits no relacionats amb el sector sanitari, en assistència domèstica o en àmbits hospitalaris amb tasques relacionades amb la recepció. L'objectiu principal és instal·lar Pepper en una unitat hospitalària per interactuar amb els pacients, i a l'igual que la majoria de la informació de salut generada, compartida i utilitzada per robots en hospitals, estarà sota les Regles de Privacitat i Seguretat de la Llei de portabilitat i responsabilitat del segur mèdic, HIPAA. [68]

Existeixen una sèrie d'estàndards que tracten els riscos i diferents aspectes a tindre en compte a l'hora d'obtenir un equip amb aquestes característiques socials i d'obtenció d'informació destinada dels diferents pacients. Seguidament es mostren una sèrie d'exemples d'estàndards que s'han d'incorporar.

- **IEC 80001-1:2010:** *Application of risk management for IT-networks incorporating medical devices – Part 1: Roles, responsibilities and activities.*
- **ISO 10159:2011:** *Health informatics – Messages and communication – Web access reference manifest*
- **ISO/IEEE 11073-20101:2004:** *Health informatics – Point-of-care medical device communication – Part 20101: Application profiles – Base standard*
- **ISO/IEEE 11073-30400:2012:** *Health informatics – Point-of-care medical device communication – Part 30400: Interface profile – Cabled Ethernet*
- **ISO/TS 14265:2011:** *Health Informatics - Classification of purposes for processing personal health information*

Per un augment de privacitat i evitar problemes relacionats amb la difusió de dades privades i personals, es proposa aplicar usuari i contrasenya a cada robot implementat.

5.3.3. Introducció d'innovacions tecnològiques en l'àmbit legislatiu

Tenint en compte la manca de justificació legal actual referent a la robòtica social introduïda en àmbits hospitalaris, es cerca la introducció d'un altre impacte tecnològic, destinat principalment per ús domèstic, introduït de manera gradual en l'àmbit hospitalari, amb un gran creixement de mercat i un impacte important en termes de qualitat i beneficis. Aquesta informació permet tindre un coneixement temporal i en termes de procediment per determinar com s'inicia la introducció legal d'un dispositiu en l'àmbit hospitalari i poder establir posteriorment un període temporal clar i especificar el temps d'actuació de l'hospital davant la implementació de la robòtica.

La tecnologia escollida recau sobre al implementació dels telèfons mòbils en espais hospitalaris i la introducció en aplicacions mèdiques. L'ús de telèfons intel·ligents i les seves aplicacions en institucions sanitàries han estat introduïdes de manera prematura tot i els beneficis en termes de comunicació i tecnologia que ha aportat aquesta adaptació, amb la finalitat de reduir costos i millorar la qualitat de l'hospital. Existeix un gran interès actual en l'acceptabilitat, accessibilitat i eficàcia potencial d'aquest recurs en el camp mèdic [69]. Les aplicacions són els programes del software que han estat desenvolupades per fer funcionar el dispositiu mòbil per complir un propòsit específic. [70]

Aquest mercat està en constant creixement i això comporta la necessitat d'una regulació adient i adaptada a les innovacions que aquest camp implementa. La *Emergency Nurses Association* reconeix el potencial de defectes de software i contingut inexacte existent en diferents aplicacions mèdiques que els telèfons intel·ligents poden incorporar, a causa de la manca de revisió professional de les aplicacions que surten al mercat. La *Food and Drugs Administration (FDA)*, regula totes aquelles aplicacions mèdiques que estan destinades a ser empleades com un accessori d'un dispositiu mèdic regulat o que transformi el mateix telèfon intel·ligent en un dispositiu mèdic regulat. [69]

L'ús de dispositius mòbils en espais sanitaris ha transformat molts aspectes de la pràctica clínica, tenint en compte l'ampli creixement destinat a softwares per aquestes plataformes. Actualment nombroses aplicacions estan disponibles realitzant tasques molt importants destinades principalment al control de les informacions, consultes i comunicació, monitoratge del pacient i educació i entrenament.

El primer mòbil va ser incorporat al mercat social l'any 2002, la *BlackBerry*. Després d'aquesta introducció, molts altres mòbils van ser introduït. L'any 2007 Apple incorpora la primera generació d'*iPhones* i el 2008 entra en mercat el sistema operatiu Android. Al Juliol de l'any 2008, l'accés als grans conjunts d'aplicacions existents va revolucionar la creació de l'*Apple iTunes Appstore*, que va permetre l'habilitat de comprar i descarregar diferents aplicacions disponibles en línia. En 2011, Apple va crear l'apartat «*Apps for Healthcare Professionals*». Es pot determinar que la introducció

d'aplicacions sanitàries i mèdiques van sorgir a finals de la dècada dels 2000, en l'aparició de comptadors de calories i dispositius portàtils com podòmetres.

El Juny del 2012, *Manhattan Research/Physician Channel Adoption Study* descobreix el gran ús existent dels telèfons mòbils per part dels doctors i metges presents en institucions sanitàries. Com a resultat de l'estudi es plasma que més del 85%, 90% i 85% dels enquestats, respectivament, utilitzen els telèfons mòbils en una àmplia varietat d'aplicacions mèdiques, des de les classes de la Universitat fins als hospitals. [70]

El Juliol de 2011, la pressió social per les parts interessades sobre les aplicacions de dispositius mòbils, van forçar a l'emissió per part de la FDA de la primera guia sobre aplicacions mòbils. El 2013 la FDA intenta definir quins són els factors que porten a l'aplicació mòbil a comportar-se com un dispositiu mèdic. Per limitar les regulacions, s'estableix únicament la destinació de regulació en aquelles aplicacions que poden presentar major risc per als consumidors quan funcionen incorrectament, destinades al diagnòstic d'infermetat o altres afeccions, en la cura, mitigació, tractament o prevenció.

L'any 2012, es determina una estratègia proposada i recomanacions sobre el marc de regulació basat en la tecnologia de la salut, incloses les aplicacions mòbils. La FDA, la ONC i la FCC van establir un grup de treball, FDASIA, amb l'objectiu d'accelerar l'orientació sobre les aplicacions mèdiques a causa de la importància d'aportar claredat en un curt termini de temps. L'Agència Reguladora de Medicaments i Productes Sanitaris (MHRA) és una agència que en Març de 2014 publica una guia sobre software independent per a dispositius mèdics, incloses les aplicacions mòbils mèdiques. Totes aquelles aplicacions que tinguin un propòsit mèdic requereixen la marca CE, que significa que el desenvolupador ha complert amb els requisits del sistema de conformació d'avaluació, que depenen de la classe del dispositiu, per exemple, totes les aplicacions destinades al diagnòstic, són considerades classe IIa, requerint un organisme notificat per avaluar el compliment. A més, l'any 2012, la Comissió Europea, va publicar un conjunt de directrius per classificar els diferents softwares mèdics, no jurídicament vinculants però amb l'objectiu de crear uniformitat entre les diferents directives.

Tot seguit, comencen a aparèixer conjunts de regulacions amb objectiu organitzacional sense cap ànim de lucre. Entre aquest conjunt, apareixen les regulacions d'*United States Pharmacopeia's* (USP) que va ser acceptat per la FDA l'any 1906. Aquesta organització presenta un mecanisme de forma voluntària per proveir una bona estructura per crear un programa de verificació destinat a les aplicacions mòbils. Per altra banda, *Health on the Net* (HON), aprovada el 1995, és una organització internacional que proveeix una guia per la creació d'un sistema de regulació per les aplicacions mòbils als Estats Units.

El Setembre de 2013, la FDA estableix una guia de regulació destinada a les aplicacions mèdiques, actualitzades el Febrer de 2015, tot i no haver presentat regulacions formals fins al moment. A l'igual que els dispositius de salut independents, els telèfons mòbils poden realitzar procediments mèdics complexos depenent de les aplicacions que siguin utilitzades. Aquestes funcions i programes poden ser regulades per part de la FDA com a dispositius independents. Per culpa de les àmplies limitacions existents i els diners que comporta, molts desenvolupadors d'aplicacions mòbils no volen que les seves aplicacions estén subjectes a la FDA.

Per altra banda, els problemes de privacitat de dades és una altra raó per les quals l'agència governamental ha de necessitar regular una aplicació. Aquest àmbit proporciona una preocupació per la FDA i el Departament de Salut i Serveis Humans (HHS) que estan treballant per determinar els efectes de la HIPAA utilitzada principalment per controlar l'intercanvi d'informació de salut. [71]

En resum, aquesta analogia presenta la necessitat, per una millora en termes de regulació i l'adaptació de normatives i directives concretes en relació amb la robòtica social als hospitals, d'iniciar la introducció d'aquests dispositius amb les poques normatives existents i provocar una pressió social a les diferents organitzacions que controlen els aspectes legals per determinar la carència d'informació i l'àmplia necessitat de regulació referent a la tecnologia d'interès. Cal seguir el mateix recorregut que els telèfons mòbils, creant la necessitat a les diferents institucions relacionades amb normatives a realitzar una sèrie de guies legals.

5.4. Viabilitat econòmica

Les tècniques d'avaluació econòmica són eines de valoració tant d'eficàcia com beneficis i seguretat, proporcionant informació sobre el balanç entre costos i beneficis. Els costos es mesuren en unitats monetàries, en canvi, els beneficis poden mesurar-se en qualitat de vida. En aquest apartat s'avalua la viabilitat econòmica estimant beneficis i realitzant una anàlisi de l'eficàcia i l'augment de productivitat davant la implementació del robot Pepper a la unitat. Els conceptes econòmics quantificables no són un aspecte crític a l'hora de decidir la implementació d'aquest tipus de robòtica a l'hospital. Es determinen els valors inquantificables que fan d'aquesta tecnologia, una tecnologia assumible per l'hospital.

L'estudi econòmic reclama la selecció d'alternatives de manera clara i basada en criteris que justifiquin la seva rellevància. Aquestes alternatives han de respondre a diferents escenaris en què s'avalua el conjunt de beneficis en vers l'hospital i l'objectiu empresarial que comporta a la realització d'una coordinació col·lectiva per obtenir beneficis conjunts. Existeixen una sèrie de limitacions per realitzar aquesta anàlisi, ja que aquesta tecnologia és una innovació en el sector espanyol.

- × Actualment cap hospital públic a Espanya ha incorporat un robot social i/o assistencial en funcionament i contacte directe amb els pacients.
- × El desenvolupament més gran d'aquests sistemes s'ha produït al Japó, país amb un sistema sanitari diferent de l'espanyol.
- × No existeix cap estudi a Espanya relacionat amb la implementació de robòtica, principalment social, a una unitat hospitalària, que realitzi una avaluació dels beneficis i costos associats.

Demostrar la rendibilitat tant per l'hospital com per l'empresa no és tasca fàcil. Un mètode pot basar-se en la realització d'estimacions econòmiques dels costos totals que comporta i dels ingressos derivats d'aquesta, però aquesta anàlisi convencional no és suficient per a aquest camp. Es precisa considerar àmpliament els beneficis intangibles, relacionats amb eficiència, productivitat i efectivitat que busca l'hospital rere la implementació de la robòtica social, juntament amb les accions empresarials òptimes per adquirir els seus objectius de mercat i incrementar l'interès hospitalari. Aquests resultats plasmaran si la implementació de robots Pepper a l'Hospital Clínic de Barcelona és assumible.

Tot i no ser determinant, l'obtenció dels robots comporta una sèrie de costos tangibles que cal esmenar, directes i indirectes representats en la *Figura 44*. Els costos directes inclouen despeses mèdiques i no mèdiques que formen part del procés clínic, així com adjuntar la compra de l'aparell i el seu manteniment anual. Els costos indirectes s'associen a tots els costos que no es relacionen directament al centre de costos, és a dir, a la Unitat Geriàtrica d'Aguts, com és la despesa elèctrica, els canvis en instal·lacions i l'adaptació de l'aparell. [72]

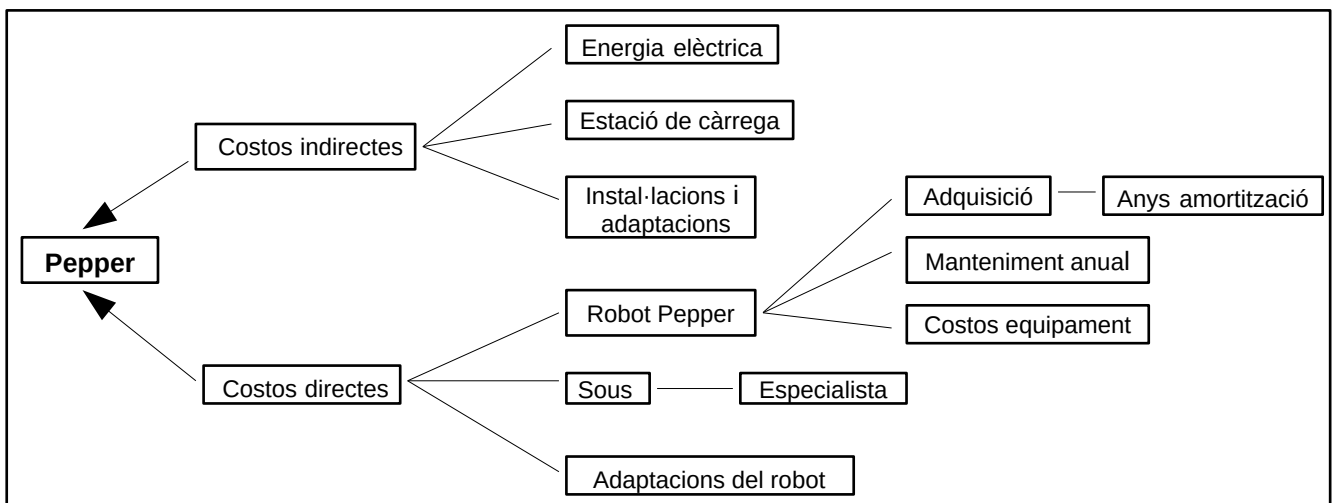


Figura 44. Costos d'adquisició del robot Pepper

L'empresa determina el preu i el mètode de venda destinat a l'hospital. En els següents apartats s'estima el millor mètode per obtenir uns beneficis econòmics i d'expansió del producte adients i que beneficiï tant a l'hospital com a la mateixa empresa.

5.4.1. Softbank Robotics

Softbank Robotics és l'empresa encarregada de la fabricació i venda de les diferents existències de robot Pepper. Actualment, com bé s'exposa en l'apartat referent a la viabilitat ètica, el robot es troba en expansió dins de diversos àmbits, entre ells, la interacció amb el conjunt de persones de tercera edat. Les seves principals funcions són interactives, aportant companyia, entreteniment, comunicació i distracció.

El principal objectiu empresarial comporta la màxima expansió del producte dins del mercat, amb la finalitat de trobar noves vies d'adaptació i implementació i nous objectius de venda. Davant l'increment de l'envelliment de la població, les necessitats referents a aquest col·lectiu es troben cada cop més presents a la societat actual i això comporta la necessitat social d'obtenir solucions, obrint un possible camí d'interès per a *Softbank Robotics*. El robot Pepper comporta una innovació tecnològica amb altes capacitats que proporcionen beneficis a aquest col·lectiu i això presenta una via d'expansió bastant àmplia rere la normalització del producte dins la societat.

L'interès empresarial davant la implementació de robòtica social en àmbits hospitalaris permet l'adaptació del robot en espais concurrents on, tant el col·lectiu de pacients geriàtrics com els seus acompanyants entren en contacte amb el robot, tenint en compte que són els futurs compradors d'aquesta tecnologia per abastiment propi, permetent la demostració de funcionalitats i la necessitat real, fomentant alhora la seva normalització social.

L'empresa aporta els seus serveis a les institucions a través de la realització de contractes de tres anys de duració, extensibles però no aturables durant el període. L'hospital hauria d'assumir una sèrie de costos d'obtenció del material, així com el manteniment i les adaptacions, tant robòtiques com d'espai, necessàries. L'empresa aporta els següents costos a través del contracte de lloguer [73]:

- Adquisició: 1700 € / unitat. Preu fixat. Estableix la possibilitat de demanar demostracions, realitzar reunions i ensenyament inicial de forma gratuïta. Aquest ensenyament simplement comporta el primer contacte amb el robot, aportant un increment d'acceptació.
- Estacions de càrrega: 73,70 € / unitat. Es retornen al final del contracte.
- Manteniment (suposant una revisió mensual de l'estat de l'equip): 110,03 € / mes durant els tres anys de contracte pel primer robot obtingut. Existència d'una reducció de preu per aquell nombre de robots extra: 73,08 € / unitat.

- Adaptacions del Software: Existeix *Pepper for Biz*, model en venda del robot que conté aplicacions pre-instal·lades, estàndard, per l'ús estrictament empresarial. S'ofereix un plan mensual amb la capacitat de personalització i adaptació de les aplicacions destinades al negoci d'interès. Incorpora atenció al client disponible per telèfon o línia, reemplaçaments i intercanvis cada cop que el robot no funciona correctament. El preu consta de 413,60 € / mes

Semblaria raonable la tramitació d'un conveni donatiu amb l'Hospital Clínic de Barcelona que permeti l'obtenció de beneficis comuns. Aquest conveni preveuria la donació de l'equip necessari a l'hospital i l'adaptació del robot, la realització de tots els tests i regulacions necessàries i l'aportació de nous softwares i funcions destinades a àmbits hospitalaris i adaptades a les noves funcionalitats, a part de les adaptacions referides a les persones de tercera edat generals. Això, representaria una oportunitat empresarial d'expansió del producte i de futura obtenció de beneficis a gran escala, gràcies a la possible normalització del producte i la necessitat social d'obtindre els dispositius per al consum propi, el que desemboca en un gran augment en vendes incomparable a tancar-se només a la via hospitalària.

Tenint en compte que el robot té una vida útil que pot arribar fins als 20 anys de funcionament, es proposen els següents punts que posteriorment seran avaluats per preveure els beneficis que pot obtenir l'empresa.

- ✓ Realitzar un contracte inicial de tres anys, però extensible un cop finalitzat el període.
- ✓ El procés d'adaptació del robot recau sobre l'empresa.
- ✓ Les estacions de càrrega i l'adquisició robòtica recau sobre l'empresa.

La inversió inicial de l'empresa en aquest procés d'implementació i adaptació hospitalària seria bastant elevada però es traduiria en possibles beneficis a curt termini per l'empresa de caràcter diferencial establerts en el conveni.

- ✓ Oportunitat de presentar al conjunt social la necessitat i els beneficis d'adquirir aquest equip per al consum propi.
- ✓ L'Hospital pot recórrer als seus serveis davant la incorporació de noves tecnologies robòtiques.
- ✓ Es poden obrir altres unitats per l'adaptació i prova de noves tècniques robòtiques.
- ✓ La possibilitat de realitzar estudis sobre els beneficis i adaptacions del robot dins la interacció de l'hospital.
- ✓ Propostes referents a noves aplicacions i nous mètodes d'adaptació del robot en entorns hospitalaris.

5.4.2. Hospital Clínic de Barcelona

Els beneficis de l'hospital depenen del mètode empresarial que es decideixi seguir com a venda. En aquest apartat s'avaluen els beneficis intangibles que representen els principals valors de l'hospital, dels quals depèn la viabilitat i desenvolupament del projecte. S'han proposat un nombre de tres robots Pepper per abastir el màxim les hores de soledat dels pacients en la unitat (*Taula 18*)

Per seguir una metodologia estudiada, es segueixen els passos determinats en l'estudi «*Evaluación económica de intervenciones de Salud Pública*» on es defineixen les diferents variables que s'han de tindre en compte per realitzar una avaluació de cost-efectivitat completa [74]. En termes generals, en la *Taula 21* representa la resolució referent a les variables per al cas d'aquest projecte:

Etapa d'avaluació econòmica	Aplicació a l'estudi de viabilitat robòtica
Definició del problema / pregunta a resoldre	Estimar els beneficis que suposa la implementació de robòtica social al Hospital Clínic de Barcelona
Perspectives d'anàlisi	Empresa adjunta i sistema sanitari
Alternatives comparades	1) Existència de robòtica a la Unitat Geriàtrica d'Aguts 2) No existència de robòtica a la Unitat Geriàtrica d'Aguts
Horitzó temporal	3 anys
Costos inclosos	Costos directes Costos indirectes
Aplicació d'una taxa de descompte	Taxa de descompte anual del 3 %
Mesura de resultats	Euros

Taula 21. Avaluació econòmica i les aplicacions de l'estudi

Seguidament es realitza una distinció entre les possibles alternatives de resolució de l'Hospital Clínic de Barcelona rere la realització i obtenció de conclusions del projecte. S'avaluen els beneficis inquantificables. Els costos inclosos es representen en la *Taula 21*, no representatius per la resposta final davant el projecte.

Alternatives comparades

Es presenten les diferències presents en termes de beneficis i obtenció de qualitat en els dos escenaris establerts, davant l'adaptació del robot Pepper en la unitat hospitalària i l'estat actual.

Actualment la Unitat Geriàtrica d'Aguts compta amb la supervisió del personal per abastir l'entreteniment i assistència, així com l'adaptació de televisió per pagament a aquells pacients que poden i volen obtenir aquest mètode d'entreteniment. Tots aquests mètodes seran substituïts davant l'aplicació de robòtica social.

El personal destina temps dins del seu període laboral a l'abastiment d'aquestes necessitats, sent la principal font d'obtenció d'entreteniment, companyia, comunicació i assistència per als diferents pacients. Això es tradueix en hores pagades on el personal no està realitzant les tasques principals i importants que representa la Unitat Geriàtrica d'Aguts. Aquestes hores es tradueixen en pèrdua de productivitat, representant una minimització del temps útil, dins del període laboral, destinat a les tasques d'infermeria i auxiliar, aportant així un empitjorament en qualitat laboral i qualitat en la realització de les diferents tasques. Indirectament proporciona un augment en percentatge d'absències laborals per infermetat o problemes físics i comporta pèrdues relacionades amb el material utilitzat indegudament a causa de la manca de concentració i temps de realització.

Davant l'obtenció dels robots, a part de l'adaptació tècnica per la implementació dels robots i els costos relacionats amb l'equip, així com el manteniment, l'hospital podria destinar costos extres amb la finalitat d'ensenyar i incorporar el robot Pepper en la unitat, aportar una excel·lent interacció i enteniment del seu funcionament, millorant així el capital humà i estructural. Es proposa l'aportació d'un operari durant una estada d'un mes per concretar les adaptacions del software i ensenyar al personal.

En termes inquantificables, s'obtidrien un conjunt de beneficis relacionats amb la satisfacció i qualitat d'estança, tant per als pacients, com personal i acompanyants. Els paràmetres avaluable d'interès per a l'hospital que permetrà determinar si el cost total és assumible davant els efectes en la salut i qualitat són els següents:

- Augment en qualitat de vida dels pacients durant l'estança, així l'estat anímic.
- Capacitats mentals i físiques dels pacients i el seu increment. Augment de la participació i ajut a les tasques relacionades amb el personal i una millora en la salut, podent reduir el nombre de dies d'estada.
- Augment en fluïdesa comunicativa dels pacients.
- Menys soledat dels pacients.
- Establiment de seguretat entorn dels pacients, al voltant de la unitat.
- Increment en qualitat laboral del personal, relacionada amb el nivell d'estrès i les capacitats físiques.
- Millora en l'estat anímic dels familiars i el nombre d'informació que aquests reben, així la seva tranquil·litat.
- Millor productivitat i eficiència. Augment en temps destinat a les tasques imprescindibles.

Les següents afirmacions representarien l'increment en termes d'eficiència i productivitat de la unitat gràcies a la implementació robòtica:

- Reducció d'absències per malaltia o problemes físics del personal. Millor **atenció de servei**.
- Reducció relacionada amb el malgast de material a causa de la manca de concentració i temps. **Fiabilitat i eficiència**.
- Possibilitat en un futur d'abastir més nombre de pacients amb el mateix nombre de personal que l'actual. **Motivació**.
- Millora en la qualitat de les tasques realitzades. Més **productivitat**.

Rere l'anàlisi comparatiu anterior, es remarquen els possibles beneficis no relacionats amb els costos ni mesura de satisfacció davant l'adaptació i manteniment d'aquesta innovació tecnològica. La robòtica social a l'Hospital Clínic podria aportar les següents oportunitats:

- ✓ Patentar un software destinat a la interacció hospitalària del robot Pepper.
- ✓ Obrir les portes espanyoles a l'obtenció de robots socials hospitalaris i domèstics.
- ✓ Realització d'estudis sobre les diferents interaccions i les possibles adaptacions de la robòtica social en l'àmbit hospitalari destinat al contacte amb pacients.
- ✓ Possibilitat en un futur d'abastir un major nombre de pacients amb el mateix nombre de personal actual.

Es confirmaria l'eficàcia i productivitat que la implementació del robot Pepper a la unitat comporta. Per l'àmbit empresarial és un bon mètode d'introducció a la societat d'aquests mètodes tecnològics amb una àmplia probabilitat de presentar les funcions i capacitats que aquests dispositius comporten.

5.4.3. Analogia

L'Hospital Clínic de Barcelona ha incorporat unes tauletes tàctils amb l'objectiu de permetre als pacients amb disfuncionalitats de parla obtenir un nou mètode de comunicació ràpid i efectiu. Aquestes tauletes s'han introduït en la Unitat de Cuidats Intensius.

L'empresa venedora de les tauletes, té com a objectiu fomentar la normalització dels dispositius i presentar la necessitat als pacients i als seus acompanyants, presentant les seves funcionalitats i beneficis que incorporen en la vida diària d'una persona amb problemes comunicatius. S'escull l'àmbit hospitalari perquè proporciona la possibilitat de tractar amb un conjunt de població que adjunta aquest problema i als seus acompanyants. Amb la col·laboració hospitalària s'adjunta l'especialització i supervisió del personal en vers aquesta nova tecnologia implementada.

L'hospital acceptaria la introducció dels dispositius però valorant l'obtenció de beneficis propis. La tauleta incorpora una sèrie de programes del software destinats al target del dispositiu, però adjunta una sèrie de programacions destinades a realitzacions mèdiques i facilitats destinades a l'hospital, incorporant així una sèrie de beneficis en l'àmbit d'introducció.

6. Planificació robòtica

El principal problema que s'aborda consisteix en la col·laboració de diversos robots per la consecució d'un mateix objectiu. L'objectiu és coordinar els tres robots Pepper que podrien ser adaptats a la unitat per abastir en un mateix nombre de temps i amb el mateix propòsit a tots els pacients coordinar-se amb la dinàmica de la unitat i les necessitats i problemes diaris. En aquest apartat es tenen en compte les possibles situacions que es poden dur a terme durant la realització de les tasques principals relacionades amb la interacció i la coordinació i s'especifiquen una sèrie d'accions que s'han de dur a terme per cada activitat, juntament amb els seus requisits.

La planificació consisteix en un primer esbós general. És una disciplina que afegeix la intel·ligència artificial amb l'objectiu de produir plans sobre robots amb la característica de l'aportació de solucions complexes als diferents problemes i optimitzades per un espai multidimensional [75]. Per una correcta funcionalitat i coordinació dels robots Pepper a la unitat, s'ha de coordinar una sèrie de requisits.

Moments d'intervenció: Els robots haurien d'abastir en igual nombre d'hores als diferents pacients respectant, en condicions normals, els espais acotats per al dinamisme de la unitat.

- S'han d'aportar unes hores principals concretes coordinades amb el personal de la unitat per aportar un dinamisme principal a seguir, però sempre amb possibilitat de variació per urgències o canvis temporals.
- En cas de canvi d'horari, el robot ha de determinar a través del seu sistema de sensors i capacitat de reconeixement si els diferents pacients es troben acompanyats o sols, o dormint, per dur a terme les seves tasques.
- Cal que el robot adjunti un comptador que aporti la seguretat d'abastir amb el mateix nombre aproximat de temps als diferents pacients, en cas de ser possible.
- El robot ha de ser capaç de realitzar torns equitatius per al matí i per a la tarda.
- Si un pacient no necessita la intervenció robòtica, es pot abastir el temps de l'habitació en altres pacients.
- En cas de canvi de pacient no hi haurà cap problema, ja que l'únic control que ha de portar el robot és relacionat amb les habitacions.

Coordinació robòtica o de situació. Els robots han d'estar en constant interacció per evitar problemes conjunts i poder seguir abastint la unitat en cas de condicions anormals.

- Coordinar informació dels diferents pacients per conèixer-los col·lectivament i evitar l'inici de noves interaccions en cas d'intercanvi d'espais entre el robot o fallades.

- En cas de fallada d'un robot o manca d'abastiment d'hores als pacients que li pertoquen, cal que un altre robot intervingui en la zona per realitzar les tasques. El robot haurà estat programat per determinar la seva zona laboral abans d'incorporar-se a la unitat.
- Cal que el robot sigui programat i controlat un cop per setmana, per determinar algun tipus de variació relacionat amb les tasques o dinamisme de la unitat.
- Evitar col·lisions. Tots els robots coneixen la localització dels altres dins de la unitat.

Es realitza una anàlisi de cada apartat i s'especifiquen una sèrie d'accions planificades per l'adaptació del robot a la unitat. Abans es determinen els conceptes de requisits funcionals, no funcionals i les característiques que s'han de tindre en compte. Els requisits funcionals consisteixen en la sèrie de moviments que el robot ha de coordinar per dur a terme les accions i les interaccions que han d'obtenir per la seva realització. Per altra banda, els requisits no funcionals comporten aspectes de seguretat, principalment. L'especificació de requisits ha de complir els següents aspectes:

- Viable: Cada requisit ha de ser complet pel software desenvolupat i ha de tindre la capacitat de realitzar les accions.
- No ambigua: Ha de tindre una única interpretació.
- Completa: Plasmar tots els requisits significatius.
- Consistent: No hi ha requisits que generin conflictes amb els altres.
- Estabilitat: Cada requisit indica la seva importància davant els altres requisits funcionals, especificant així la sèrie d'accions més importants per realitzar la funció establerta.
- Verificable i modificable: Cada requisit es pot verificar per separat i permet canvis de forma senzilla.
- Traçabilitat: Incloure clarament l'origen de cada requisit.

Els requisits es representen a través d'un número o signe clau, nom, descripció general i la importància que aquest comporta. La *Taula 22* representa la sèrie d'aspectes que es tenen en compte a l'hora de nomenar els diferents requisits que posteriorment s'estableixen en la planificació d'accions.

X	R	Requisit funcional
	N	Requisit no funcional
Y	F	Funcional
n1	0	Funció principal
	1	Tasca
n2	Diferenciació numèrica	

Taula 22. Nomenclatura dels diferents requisits

6.1. Moments d'intervenció

Seria convenient facilitar la intervenció dels diferents robots en els espais i facilitar la coordinació de treball en la dinàmica hospitalària. Es proposa adaptar una pantalla present en la recepció de la unitat que determini l'estat de les habitacions, en terme de soledat dels pacients. En cas d'algun tipus d'interacció en contacte amb els pacients, gràcies a un sensor de presència aplicat a l'entrada de les habitacions, a la pantalla s'aplica una figura vermella que determina l'ocupació de l'espai. En cas de cap interacció, apareix una franja verda. Aquesta pantalla anirà coordinada amb els tres robots aportant la informació necessària sobre les seves zones determinades i l'estat dels seus pacients facilitant la coordinació dels temps d'interacció i evitar desplaçaments o interaccions innecessàries. (Figura 45)

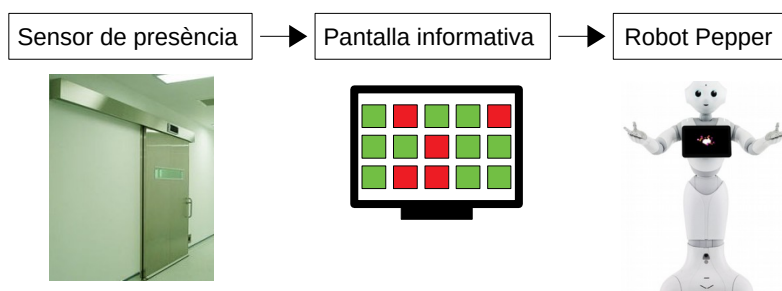


Figura 45. Adaptació d'una pantalla informativa

En la Taula 4 representa el cas ideal d'un pacient i les seves interaccions diàries per suposar quines franges de temps són les més propenses a tindre pacients sense cap mena d'interacció en un període llarg. S'obté que el període abans del segon àpat, compost entre les 12.25 i les 14.00 hores, el pacient no rep cap interacció de personal a no ser que sigui estrictament necessari en presència d'una urgència i sempre en cas de no rebre visites d'acompanyants. Durant l'interval de temps entre les 16.25 i les 19.20 hores el pacient es troba en la mateixa situació.

El robot ha d'estar preparat per realitzar torns de matí i de tarda, complint un màxim de tres hores d'interacció per habitació. Seria necessari un comptador que determini el temps per habitació que ha anat realitzant durant el dia, així com la capacitat de dividir les tres hores en un període al matí i un altre a la tarda el màxim equitatiu possible. En la *Taula 23* s'especifica l'horari robòtic establert inicialment.

Hora	Acció	Descripció
9:30	Inici	Inici de la intervenció robòtica evitant així problemes de coordinació amb la franja temporal més dinàmica de la unitat
9:30 – 11:30	Vigilància	Franja temporal amb activitats relacionades amb el personal. El robot haurà de realitzar rondes de vigilància i estar atent a les demandes d'interacció.
11:30 – 14:00	Interacció	Espai de temps destinat a la intervenció robòtica. Màxim hora i mitja per habitació.
14:00 – 15:00	Estacionament	Franja de temps amb possibilitat d'estacionament o càrrega. En cas de no ser necessari, període de vigilància.
15:00 – 16:20	Vigilància	Determinar els pacients que dormen i aquells que romanen desperts, interaccionant a les comandes per veu i demandes.
16:20 – 20:00	Interacció	Franja d'interacció període de la tarda. Màxim hora i mitja per habitació.
20:00	Fin	Final del torn laboral dels robots.

Taula 23. Intervenció horària dels robots

6.1.1. Planificació d'acció

Aquest espai es centra en la planificació d'una de les activitats necessàries presentades anteriorment. Destinat al moment d'interacció es determina una planificació de vistes preestablerta que comporta la sèrie d'accions generals que s'han de dur a terme per cada acció:

1. Pepper rep la informació de la pantalla on s'especifiquen les situacions de les diferents habitacions.
2. Pepper determina l'habitació, suposadament amb un pacient o pacients sense interacció, on iniciarà la interacció.
3. Pepper, gràcies al seu sistema de posicionament, determina la posició de l'habitació, agafant com a punt de referència la seva posició, a través de la realització d'un plànol de navegació.
4. Inici del desplaçament fins a la porta de l'habitació. En cas d'aplicació de la pantalla informativa, el robot rebrà la informació abans d'arribar al lloc d'interacció si durant el seu desplaçament fins l'habitació alguna persona entra en contacte amb el pacient. En cas de només ser programada per rebre informació puntual referent a l'estat de les habitacions

abans d'iniciar el desplaçament, el robot haurà d'anar fins l'habitació d'interès i continuar el procés.

5. Gir per obtenir el màxim camp visual de l'entorn.
6. Reconeixement i anàlisi de l'espai per comprovar si l'habitació conté personal o acompanyants dels pacients i/o el pacient dorm. En cas d'iniciar la interacció robot-pacient i entrar un acompanyant, el robot sortirà de l'habitació per ordres de veu.
7. Planificació de l'acció principal. En cas de no haver-hi interacció, és a dir, els moments en què el pacient es troba sol, s'inicia la interacció. Si es troba davant la intervenció d'algun membre del personal o acompanyant del pacient es retorna a l'espai fora de l'habitació i es connecta amb la pantalla per determinar un altra habitació d'interès.
8. Executa un plan en funció de la resposta obtinguda en l'apartat anterior.

Els requisits funcionals són els següents, destacant que el sistema consisteix al software que determina la realització de funcions del hardware.

RF01 - Obtenció d'informació: El sistema ha de ser capaç d'obtenir la informació de la secció corresponent del robot facilitada a la pantalla d'informació descrita a l'apartat de propostes. - Important.

RF02 – Localització: El sistema ha de ser capaç d'enviar la localització de l'habitació que el robot ha d'assistir en aquell moment determinat. - Important

RF03 – Desplaçament: El sistema ha de ser capaç d'enviar al robot el senyal per iniciar una sèrie de desplaçaments continus fins a arribar al punt d'interès. - Important

RF04 – Gir: El sistema ha de ser capaç d'enviar el senyal al robot perquè giri cap a l'orientació determinada (l'entrada de l'habitació) - Important

RF05 – Reconeixement: El sistema ha de ser capaç d'enviar el senyal al robot perquè inici el procés de reconeixement de persones al llarg de tot l'espai de l'habitació. Cal comprovar que no hi hagi ningú i que el pacient no dorm, sempre i quan el robot no rebi una notificació de la pantalla informativa sobre el canvi d'estat de l'habitació a ocupada mentre es troba en el desplaçament. - Important

RF06 – Planificació: El sistema ha de tindre la capacitat de generar un plan a partir dels fitxers del domini i el resultat del reconeixement anterior. - Important

RF07 – Executar plan: El sistema ha de ser capaç d’enviar les comandes necessàries al robot per executar les accions corresponents. - Important

Els requisits no funcionals consisteixen en:

NF01 – Seguretat: El sistema tindrà en compte les restriccions del hardware.

NF02 – Tancada: El sistema, en cas de trobar-se una porta d’habitació tancada, tornarà a realitzar les tasques des del moment d’obtenció d’informació de la pantalla.

NF03 – No informació: El sistema, en cas de no rebre informació de la seva secció a través de la pantalla, iniciarà un procés d’avaluació referent a les altres seccions per coordinar-se amb un altre robot en cas de necessitat o iniciarà un desplaçament cap a la zona de càrrega per estacionar-se.

6.2. Coordinació de situació

La coordinació robòtica consisteix en la interconnexió entre els tres robots que componen la unitat amb la finalitat d’obtenir el màxim enteniment i la màxima adaptació dels robots al dinamisme i a l’espai de la unitat. Aquest apartat té com a objectiu que tots els robots obtinguin la mateixa informació dels pacients, com evitar fallades inesperades que provoquin una descoordinació general i evitar col·lisions entre els robots.

6.2.1. Planificació d’acció

En aquest apartat es representa la planificació d’acció referent al moment de fallada d’un robot i l’intercanvi d’informació necessari per continuar amb el dinamisme de manera normal i eficient. El conjunt d’accions que comporten aquesta activitat són les següents:

1. Robot Pepper determina la seva incapacitat per realitzar les tasques de la unitat. Això podria vindre determinat per falles de hardware, incapacitat de funcionament correcte a causa de les descoordinacions relacionades amb el software, desconnexió del wifi o inclús manca de bateria.
2. Robot Pepper fora de servei envia senyal als altres dos robots Pepper per determinar el seu estat i la seva posició.
3. Els dos robots Pepper s’envien informació entre ells per determinar aquell que pot abastir la part d’unitat del robot fallit.
4. El robot escollit per la substitució envia senyal al robot fallit.
5. El robot fallit envia la informació sobre les tasques al robot escollit.

6. Els dos robots Pepper actius, determinen les accions que han de realitzar en el moment, és a dir, el nombre d'interaccions i tasques que tenen previstes realitzar a partir d'aquest moment, així com el nombre d'hores d'interacció que falten per abastir en les habitacions que tenen coordinades.
7. El robot escollit determina una nova coordinació horària per abastir totes les situacions.
8. Planifica
9. Executa un plan

Seguidament es descriuen el conjunt de requisits, tant funcionals com no funcionals, que comporta l'acció robòtica determinant un número o signe clau, el nom, una descripció general i la importància, de la mateixa manera que l'apartat anterior.

Els requisits funcionals són els següents:

RF01 – Obtenció d'informació i localització: El sistema ha de ser capaç de captar el senyal i la informació del robot fallit i enviar-la als robots actius. - Important

RF12 – Acceptació: El sistema ha de ser capaç de coordinar-se entre els dos robots actius i enviar un senyal als dos robots per determinar la possibilitat de realització.

RF13 – Desactivació: El sistema ha de ser capaç d'enviar una senyal al robot fallit per iniciar la seva desactivació rere l'acceptació d'almenys un robot dels actius.

RF14 – Re-estructuració: El sistema ha de ser capaç d'enviar un senyal als robots actius per iniciar la re-estructuració dels temps i tasques establertes inicialment incorporant les de la nova secció.

RF01 – Obtenció informació: El sistema envia un senyal al robot per iniciar l'obtenció d'informació de la pantalla referent a la seva nova zona d'actuació. - Important

RF02 – Localització: El sistema ha de ser capaç d'enviar la localització de l'habitació que el robot ha d'assistir en aquell moment determinat. - Important

RF03 – Desplaçament: El sistema ha de ser capaç d'enviar al robot el senyal per iniciar una sèrie de desplaçaments continus fins a arribar al punt d'interès. - Important

RF04 – Gir: El sistema ha de ser capaç d'enviar el senyal al robot perquè giri cap a l'orientació determinada (l'entrada de l'habitació) - Important

RF05 – Reconeixement: El sistema ha de ser capaç d’enviar el senyal al robot perquè inici el procés de reconeixement de persones al llarg de tot l’espai de l’habitació. Cal comprovar que no hi hagi ningú. - Important

RF06 – Planificació: El sistema ha de tindre la capacitat de generar un plan a partir dels fitxers del domini i el resultat del reconeixement anterior. - Important

RF07 – Executar plan: El sistema ha de ser capaç d’enviar les comandes necessàries al robot per executar les accions corresponents. - Important

Es pot comprovar que aquesta última planificació acaba amb la major part de la planificació referent al moment d’interacció. Això plasma la importància i referència present que s’hi trobarà en la majoria de planificacions robòtiques d’aquestes actuacions, ja que són les principals.

Els requisits no funcionals són els mateixos esmenats anteriorment.

6.3. Restriccions del sistema

En aquest apartat s’especifiquen les diferents característiques que es necessiten per dur a terme aquest conjunt d’accions juntament amb la coordinació establerta. S’analitzen les restriccions i necessitats relacionades amb el hardware i del software del robot.

Hardware: Les connexions entre els diferents robots i la pantalla d’informació es realitza a través de la xarxa wifi, tenint en compte les restriccions de moviment precedides pels graus de mobilitat del robot Pepper, compost per una part mòbil al cap, dos a les espatlles, dos als colzes i ninetes, deu als dits, una part mòbil al maluc, i per últim, una part mòbil al genoll.

Software: Les restriccions relacionades amb el software vénen relacionades amb el llenguatge empleat, així com l’arquitectura del mòdul de control desenvolupat per l’enviament d’ordres als diferents robots adaptats a la unitat.

7. Anàlisi de l'impacte ambiental

Aquest projecte no s'ha basat en l'ús de cap material específic. Així doncs, s'inicia una anàlisi de l'impacte ambiental que comporta la implementació de la robòtica social, en concret Pepper, en la unitat hospitalària.

El robot principalment està compost pel material ABS-PC. Aquest material és una barreja entre ABS i PC, obtenint una combinació única que suma l'alta capacitat de ser processat del ABS amb excel·lents propietats mecàniques i de resistència als impactes i la calor del PC. No presenta riscos ambientals durant la seva utilització, però la seva producció presenta butadiè i estirè, a més d'acrilonitril, un producte altament tòxic. Al mateix temps, a causa de la seva complexa composició química, és un material difícil de reciclar. S'espera, però, que l'empresa presenti canvis del dispositiu durant l'ús i temps d'implementació d'aquest robot, fent-se responsables del correcte reciclatge dels dispositius en finalitzar la seva vida útil. [76]

Un concepte més directament relacionat amb l'ús hospitalari està relacionat amb l'eficiència energètica. La presència de tres dispositius robòtics augmenta el consum energètic, però únicament en el moment de la seva càrrega. Cal destacar que millorar la prestació de cuidats de salut produeix generalment un augment del consum elèctric, acceptable sempre que els usuaris dels robots siguin conscients i s'eduquin sobre com disminuir el consum energètic.

Per acabar, les radiacions electromagnètiques impulsades pels dispositius sense fils, entre ells, les tauletes tàctils, creen camps electromagnètics no ionitzants que, si s'emeten a nivells suficients, poden escalfar els teixits biològics. Això comporta una necessitat d'incrementar la precaució davant l'ús del wifi en espais públics, entre ells, els hospitals. Davant la implementació dels dispositius robòtics, caldrà un increment i una millora del senyal wifi que pot presentar impactes negatius davant el medi ambient i la salut humana. Cal destacar, que els efectes nocius apareixen sempre que hi hagi un conjunt de dispositius en funcionament. És per això, que caldrà portar un control de les connexions dels robots i els diferents dispositius presents en la unitat. [77]

8. Visió futura

En aquest apartat s'especifiquen els passos que caldria afrontar rere l'estudi i realització d'aquest projecte, tot i que es pot considerar unes especificacions atemporals. S'aclareixen les indicacions d'adaptació del robot i la visió en el futur relacionat amb l'hospital, els fabricants i la mateixa societat.

8.1. Hospital Clínic de Barcelona

Un cop estudiada la viabilitat i l'acceptació del robot Pepper amb l'obtenció de resultats positius, juntament amb la consciència de l'ampli creixement del mercat de robòtica social i l'augment de coneixement i consciència política sobre la necessitat d'actuar enfront l'envelliment de població que s'estima en un futur pròxim, es consideraria el moment oportú per afrontar una implementació d'aquest nivell. Cal aportar una nova visió de futur dins l'àmbit empresarial per l'adaptació del robot en vers les necessitats específiques de la Unitat Geriàtrica d'Aguts a l'hospital.

L'hospital ha de contactar amb *Softbank Robotics* per plantejar diferents propostes i interessos representats en aquest projecte. S'hauria d'estimar un espai temporal suficientment acotat per dur a terme aquest plantejament a causa de la ràpida ampliació de tasques i interessos empresarials que la robòtica social comporta actualment, especialment en alguns sectors sanitaris espanyols.

L'objectiu principal és l'obtenció de productivitat i eficàcia hospitalària, però també comportar consciència a altres centres de l'envelliment de població i la necessitat d'aportar una millor qualitat de vida relacionada amb els aspectes socials. Comporta beneficis traduïts en estudis, aportacions de caràcter d'investigació, tant en l'àmbit geriàtric com en termes de robòtica social adaptada, amb possibilitat d'utilitzar el robot Pepper en altres unitats, amb altres adaptacions, i poder augmentar el nombre de pacients establerts en les unitats geriàtriques.

8.2. Softbank Robotics

Softbank Robotics té com a objectiu ampliar els camps d'implementació de la seva robòtica social, amb una finalitat concreta; la normalització i creació de necessitat en vers l'àmbit domèstic de les persones de tercera edat. Per aquest motiu, el contacte amb un hospital pioner en la implementació i fomentació de noves tecnologies amb perspectiva futura, permet a l'empresa obtenir un nou camp d'adaptació robòtica i un espai on investigar i aplicar innovacions d'acord a les funcionalitats i necessitats establertes. Es podrien obtenir estudis necessaris per implementar aquestes noves objeccions en molts altres centres fins a obtenir la normalització d'aquest tipus de robòtica en aquest sector i futura implementació domèstica.

L'empresa ha de viure en constant innovació, tenint en compte el creixement expansiu del mercat de la robòtica social podria aprofitar el conjunt d'estudis i investigacions per adaptar el robot amb les màximes característiques possibles i abastint el màxim nombre de necessitats referents a l'àmbit hospitalari, concretament la Unitat Geriàtrica d'Aguts, generant un coneixement i una expansió de les necessitats cobertes en vers la tercera edat, que permetria un creixement exponencial traduït en vendes. Una proposta és l'abastiment o ajut a les persones amb discapacitats motrius per realitzar moviments, com caminar, aportant elements d'assistència.

8.3. Societat actual

El mercat robòtic està en present creixement i s'espera una alta demanda en un futur pròxim a causa del gran envelliment de la població. La normalització d'aquests tipus de tecnologia es troba només en el principi. Aprofitant aquest desconeixement social sobre aquest tipus de robòtica, l'objectiu d'introduir-ho en un àmbit concurrent de pacients d'aquestes característiques d'interès, on intervenen acompanyants d'aquests pacients amb alt criteri d'opinió davant els elements funcionals i necessaris per al cuidat i millora d'aquests, permetria la introducció de la funcionalitat i objectius reals del robot Pepper, i així la seva normalització, on l'empresa surt beneficiària. Cal que la societat obtingui i percebi la necessitat d'introduir aquest tipus de robòtica, tant en hospitals, com en àmbits domèstics i això és simplement fer consciència del futur mundial envellit que espera a la societat, així com la sèrie de beneficis que l'adaptació i implementació d'aquests robots en interacció amb el conjunt de població de tercera edat comporta.

9. Propostes

En aquest apartat s'exposen una sèrie de propostes realitzades per dur a terme el projecte d'implementació d'una manera més complerta i viable, tot millorar la seva efectivitat. Un conjunt de les propostes exposades s'han anat exposant a mesura que s'avança el treball, necessàries per donar continuïtat als següents apartats i donar finalització a l'estudi de viabilitat del robot Pepper.

9.1. Propostes tècniques

La primera etapa reflexa el conjunt de propostes referents a l'espai que delimita la unitat i possibles adaptacions necessàries a tindre en compte per la futura obra de la nova Unitat Geriàtrica d'Aguts.

Divisió d'habitacions per la nova unitat

Per determinar el temps d'interacció dels pacients durant el dia, així com el càlcul relacionat amb el nombre de robots necessaris, s'estableix sota criteri propi i tenint en compte la divisió actual i el criteri establert de la Unitat Geriàtrica d'Aguts, la futura divisió d'habitacions per part del personal en la nova unitat. El resultat es presenta en la *Figura 12*.

Especificació del nombre de robots necessari

Un cop establert que el robot Pepper és el robot amb característiques més completes per abastir les necessitats socials de la Unitat Geriàtrica d'Aguts, es calcula, tenint en compte el temps de soledat que presenta un pacient al llarg del dia (*Taula 16*), el nombre de robots Pepper necessaris per abastir amb equitat als 20 pacients que compondran la futura unitat, així com la seva distribució en la *Taula 17*. Es proposen un nombre de tres robots Pepper per abastir un màxim de 3 hores de soledat per pacient i aplicant un sol robot per la zona d'habitacions individuals, i els altres dos repartits de manera equitativa per les habitacions dobles.

Estacions de càrrega

En la *Figura 37* es representen els diferents espais escollits per administrar les tres estacions de càrrega necessàries, que corresponen a cada robot Pepper. Davant la dubtable possibilitat d'adaptació de l'estació de càrrega número 3, present al passadís de la unitat en la zona d'habitacions individuals, per possibles accidents i poca seguretat, es proposa l'obtenció de dos robots automàtics amb la corresponent instal·lació de les estacions de càrrega i un robot manual que s'adapti a la zona d'habitacions individuals. Es determina aquesta zona per al robot manual, a part dels problemes referents a la seguretat de l'estació de càrrega, perquè abasteix menys habitacions i menys pacients.

El personal incrementa la seva responsabilitat davant l'adaptació d'un robot manual, però únicament caldria que, un cop finalitzades les 12 hores de funcionament, el reculli i l'aparqui.

L'espai determinat per això correspondria a l'espai on s'adapta l'estació de càrrega número 2, ja que únicament conté la finalitat de contenir una estació de càrrega i un dels robots, sense aprofitar tot l'espai útil i es troba a poca distància de la zona de funcionament del robot destinat a les habitacions individuals.

Seguretat referent a la xarxa Wifi

Si es té en compte la connexió present dels tres robots a la xarxa Wifi, seria necessari tindre un usuari personalitzat per la unitat, únicament destinat a la connectivitat dels tres robots, la pantalla informativa, el dispositiu del personal i el sistema informàtic que obté les dades dels robots. Caldria l'aportació d'un usuari i contrasenya que únicament sigui conegut pels membres del personal de la unitat, així com una millora en connectivitat. Aquesta proposta s'analitza al *capítol 5.1.3*.

Portes corredisses

Tot i l'àmplia viabilitat del robot Pepper davant la infraestructura que presenta la futura nova situació de la unitat, l'aplicació i adaptació de portes corredisses es considera una proposta adient. La instal·lació d'aquest tipus de portes permet un augment en espai i una millora en espai útil per al moviment robòtic i proporcionen una facilitat al robot per incorporar-se dins dels diferents espais i aportar la seguretat i control necessari a la unitat.

Nombre de pacients

Molt pocs hospitals presents a Espanya adapten unitats destinades al cuidat de persones que conformen la tercera edat. Això presenta un problema davant el futur envelliment de la població. Es proposa, per un futur, l'augment del nombre de pacients presents a la Unitat Geriàtrica d'Aguts de l'Hospital Clínic de Barcelona amb el mateix nombre de personal. És possible gràcies a l'abastiment de tasques socials que realitza el robot retallant així el temps que el personal de la unitat destina als aspectes socials i incrementant el temps que poden destinar al cuidat de la salut dels pacients. Gràcies a aquest increment temporal, tenint en compte que actualment sense la presència de tecnologia robòtica abasteixen un nombre de 20 pacients, existeix la possibilitat d'abastir un nombre més elevat de pacients amb la mateixa productivitat i efectivitat. (*Capítol 5.4.2*)

Es proposa, davant l'aplicació d'una base de dades que obté informació sobre els pacients, la possibilitat de realitzar estudis que presentin el comportament i mètodes emprats per l'acceptació de la tercera edat davant noves tecnologies. Alhora, estudiar els increments en salut que això comporta.

9.2. Propostes econòmiques

Per l'obtenció de beneficis col·lectius, tant per l'empresa com per l'hospital, es proposa l'adaptació i creació d'un software per als pacients de tercera edat i principalment destinat a la unitat hospitalària amb una possibilitat de realització d'estudis referents a les interaccions i adaptacions robòtiques dins de la unitat. La proposta de software està plantejada a l'*apartat 9.4* d'aquest capítol.

9.3. Propostes d'introducció del robot en l'àmbit hospitalari

Per una correcta acceptació es realitzen una sèrie de propostes en el *capítol 5.2*, referent a la viabilitat ètica, per incrementar l'acceptació i millorar la viabilitat de l'adaptació dels robots a la unitat.

- Sessió de primer contacte amb el robot Pepper: Aportar factors lúdics, presentació d'estudis, funcionalitats i objectius de la implementació del robot, juntament amb els beneficis que comporten.
- Curs d'experiència i actuacions en diferents situacions amb el robot.
- Mes de coordinació, adaptació i coneixement del robot dins la unitat sota la supervisió d'un tècnic especialitzat.
- Facilitar un mètode de comunicació directa entre el personal i els membres especialitzats en el robot per aportar confiança.

9.4. Propostes per fomentar la planificació i coordinació robòtica

Rere l'estudi d'una planificació robòtica d'alt nivell realitzada al *capítol 6*, es presenta la necessitat de interconnexió entre els diferents robots, així com el traspàs d'informació necessari entre els diferents components de la unitat, per exemple, entre el robot i el personal i entre el nombre de robots implementats. Una dels principals elements consisteix en un sistema informàtic que permeti l'adaptació i coordinació del robot de forma manual i contingui tota la informació referent a les tasques realitzades per als dispositius. Per altra banda, una pantalla informativa permet conèixer, per part del robot, l'estat dels pacients, és a dir, si és troben sols o acompanyats, per poder iniciar el conjunt de tasques que els robots coordinen al llarg del dia.

Base de dades i pantalla informativa

Es proposa l'adaptació d'un sistema informàtic que, com a funció principal, aporti una base de dades que incorpori totes la informació, dades i traçabilitat d'accions per portar un control exhaustiu sobre les interaccions i moviments del robot al llarg de la seva vida útil. Permet el control i increment de seguretat davant de problemes o situacions dubtables en presència del robot i

l'obtenció d'informació sobre els pacients, com paràmetres que determinin el seu estat d'ànim i de salut, depenent de les adaptacions del software que s'incorporin presentades posteriorment. Permet el control manual dels robots i la possibilitat de determinar canvis en les seves funcionalitats establertes, així com aturar accions que s'estiguin duent a terme, en cas de necessitat.

Es proposa també la instal·lació d'una pantalla informativa que presenti l'estat de les habitacions, és a dir, si es troba ocupada per alguna persona extra al pacient, o el pacient es troba completament sol. Això permet una facilitació en la realització de les tasques dels robots, així com una millor coordinació permetent al robot abastir tot el seu temps de funcionament optimitzant el nombre de moviments, descartant els innecessaris. (*Figura 45*)

Dispositius de seguretat per al personal

Es proposa aprofitar les capacitats de reconeixement facial i el conjunt de càmeres incorporades als diferents robots, per aportar informació sobre temes de seguretat i emergències a les infermeres, a través de l'adaptació d'un dispositiu connectat amb els robots, que permeti obtenir informació sobre les emergències. Aquesta necessitat es presenta en el capítol referent a la viabilitat econòmica com a un dels possibles objectius de la implementació robòtica. (*Capítol 5.4.2*)

9.5. Propostes robòtiques

En aquest apartat s'especifiquen el conjunt de propostes relacionades amb adaptacions futures per als robots Pepper implementats en la unitat. Aquesta necessitat s'ha trobat representada durant la realització dels diferents apartats referents al *capítol 5*.

9.5.1. Hardware

L'objectiu principal del projecte consisteix a abastir les necessitats trobades durant el període de pràctiques a l'hospital. Aquestes necessitats es centren en dos grans blocs: Entreteniment i assistència, donant una importància més àmplia als aspectes socials i d'entreteniment a causa de la manca d'interès actual sobre aquesta temàtica i la gran importància que això comporta.

S'ha obtingut la solució destinada a l'àmbit social en termes robòtics però cal especificar una sèrie de propostes relacionades amb l'àmbit d'assistència aplicables per la nova obra. Un part d'aquestes propostes s'incorporen en l'*Annex 2*.

Es considera oportú, en un futur, l'augment de capacitats del robot Pepper en direcció a l'abastiment dels problemes assistencials, així com una millora en l'equilibri que permeti al robot l'ús de les seves extremitats superiors, així com l'alt grau de mobilitat que aquestes incorporen, per realitzar tasques d'ajut o suport als moviments dels pacients.

9.5.2. Software

Tenint en compte el pla econòmic realitzat anteriorment, la realització d'un software que aporti i s'adapti a les necessitats de la gent de tercera edat, així com a la dinàmica hospitalària és necessari per a la correcta adaptació i confirmació de la viabilitat, aportant beneficis col·lectius tant a l'empresa com l'àmbit hospitalari. En aquest apartat s'exposen una sèrie de propostes que permetrien desenvolupar un software més estrictament adequat per la unitat, presentant propostes referents a la capa externa d'interacció amb l'usuari. Són propostes bastant generals adaptables per moltes altres unitats hospitalàries. S'inicia una cerca dels diferents softwares o adaptacions del software presents en venda per *Softbank Robotics*. Es pot observar que en l'apartat hospitalari, hi ha una carència d'adaptacions. En la *Figura 46* s'especifiquen els destacats actualment en el mercat.

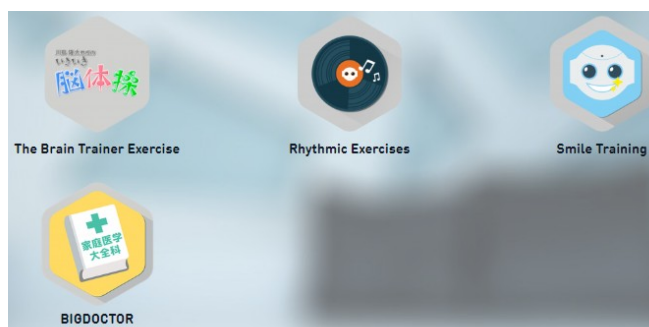


Figura 46. Aplicacions actuals del robot Pepper destinades al camp mèdic
(Font: Softbank Robotics)

L'objectiu és adaptar el dispositiu a l'entorn mèdic i les necessitats dels pacients. Les propostes en termes generals són les següents:

- **Adaptació d'un horari orientatiu** diari, on el personal plasmaria l'ordre de les seves activitats perquè el robot pugui determinar els rangs de temps màxim que pot aprofitar per a la realització d'intervencions amb capacitat de modificacions manuals davant la possible instal·lació del sistema informàtic i l'adaptació de la pantalla informativa exposades anteriorment.
- Davant la manca d'interacció, iniciar una sèrie de desplaçaments per la zona de la unitat assignada per **vigilar als diferents pacients** i moviments de la unitat, podent avisar en cas d'emergència o moviment diferent. Detecció de canvis bruscs en moviment per detectar caigudes i adjuntar un sistema d'emergència que contacti amb el personal en cas de demanda emergent.
- Permetre la **comunicació i enviar missatges als dispositius de les infermeres** en cas d'emergència o demanda important dels pacients durant el període de vigilància.
- **Ajut al personal** en termes de transport d'objectes bàsics del magatzem i control dels pacients en entorns aïllats.

- Saber **interaccionar amb els familiars i/o acompanyants** de manera empàtica i aportant la informació necessària sobre els pacients. Cal que fomenti la millora comunicativa entre aquest col·lectiu i el pacient, ja que quan els acompanyants es trobin dins l'habitació el robot no realitzarà el seu període d'intervenció.

Relacionat amb l'estat dels pacients i la interacció entre el robot i el pacient, s'especifiquen les següents propostes:

- Aportació de **jocs físics** destinats a l'avaluació i millora dels pacients geriàtrics. Destacant la manca d'espai i la inseguretat aplicable al realitzar tasques amb els pacients fora de l'entorn de les habitacions i, depenent de les seves característiques funcionals, caldrà que es realitzin des del llit. És per això, que es proposa l'aportació d'activitats lúdiques que incorporin moviments, així com ballar realitzant moviments a les articulacions principals, respondre preguntes de cultura aixecant els braços o realitzant moviments troncal depenent de la resposta afirmativa o negativa.
- Aportació de **jocs mentals** destinats a l'avaluació i millora de capacitats dels pacients geriàtrics. Una font principal d'aquests jocs podria consistir en la realització d'exercicis per estimular les funcions cognitives dels pacients. Existeixen molts tipus d'exercicis referents al manteniment de les capacitats mentals de les persones grans i tots aquests exercicis podrien ser adaptats en el robot Pepper que gràcies a la incorporació de la tauleta tàctil permet la fàcil interacció visual amb el pacient.[78]
- Realització d'**avaluacions psicològiques** a través de la realització de preguntes avaluable per determinar la seva situació mental i l'estat d'ànim real. Alhora, es podrien aportar preguntes relacionades amb l'estada i que permetrien aportar millores generals tant en la unitat com en el software del robot.
- En el cas d'habitacions dobles, realitzar **interaccions col·lectives** que fomentin la interacció entre els dos membres que hi formen part. Això permet que els pacients gaudeixin en presència del robot però que fomentin les interaccions durant els moments on el robot no intervé, tenint en compte que en les habitacions dobles, el temps d'interacció és menor. Un mètode podria ser fomentar els jocs de taula a través de la tauleta del robot.
- Aprofitant les habilitats del robot en àmbits públics i reunions per realitzar **meetings o jornades col·lectives** amb conjunts de pacients cada cert temps, així com explicació de comptes, balls o simplement activitats lúdiques.
- Proporcionar la possibilitat d'adaptar Pepper amb coordinació d'**unes ulleres de realitat virtual** permeti als pacients de tercera edat viure i gaudir de les noves tecnologies i les capacitats que aporten de transportar-los allà on vulguin. Hi ha diferents estudis que presenten l'interès d'aplicar la realitat virtual com a mètode d'entrenament cognitiu i mental

per a les persones que conformen la tercera edat, tot i que encara està en procés d'adaptació perquè en alguns casos es presenten símptomes, com marejos, durant les sessions pilot. [79]

10. Conclusions

En vista de l'actual envelliment de la població i el seu increment futur, els problemes ètics, econòmics i polítics que això comporta, es destaca la necessitat de normalitzar i adaptar noves tecnologies destinades a la millora d'aquest fenomen social, mercat en actual creixement i on s'esperen unes innovacions destinades al sector de la tercera edat elevades. L'àmbit hospitalari és un espai on es pot treure partit d'aquests mètodes i fomentar la consciència dels problemes i les necessitats que incorpora l'envelliment de la població dins la societat.

Rere la realització de l'estada de pràctiques curriculars a l'Hospital Clínic de Barcelona en la Unitat Geriàtrica d'Aguts i l'obtenció del coneixement i especialització adequada en vers aquest tipus d'unitats, s'obtenen les conclusions relacionades amb les principals necessitats, referents als aspectes socials i ajuts assistencials, que aquesta unitat hospitalària comporta. D'igual manera succeeix en els espais domèstics, on les persones de tercera edat viuen amb carències socials i d'ajuts físics.

Aquest fet va comportar el plantejament d'adaptar robòtica hospitalària (social i assistencial), davant altres mètodes de mercat, per solucionar les principals necessitats. Es presenta la importància de tractar aquest aspecte, destacant els conceptes socials, en les unitats hospitalàries on els pacients es troben amb poques capacitats de mobilitat o amb estances de llarga durada, tenint en compte la manca de recursos establerts actualment per abastir-ho. Cal destacar que els pacients que conformen les unitats geriàtriques en un futur pròxim comportaran la major part d'assistències mèdiques dels diferents hospitals, i un ampli rang de soledat en espais domèstics. Aquestes implementacions amb finalitats socials i assistencials proporcionen millores en la salut, l'estat d'ànim i la qualitat de vida general dels diferents pacients i persones.

Iniciada la cerca de mercat i aprofitant l'actual creixement de mercat robòtic, s'obtenen el conjunt de coneixements i capacitats per cercar, comprendre i analitzar els diferents robots presents en el mercat amb capacitats socials, tot avaluant els paràmetres establerts d'interès per a la implementació hospitalària, obtenint una especialització robòtica que rere una anàlisi comparativa permet establir el robot Pepper com el robot adient i amb més capacitats per abastir les necessitats socials que la unitat comporta. Els mètodes assistencials establerts correspondran als redactats durant la realització de les pràctiques.

Actualment, l'existència de la robòtica social està destinada principalment a l'abastiment de l'àmbit domèstic. Tot i que en altres països la introducció a àmbits hospitalaris ja està a l'ordre del dia, a Espanya actualment no existeix cap robot social destinat a la interacció amb pacients, així, Pepper adaptat a l'Hospital Clínic podria arribar a ser el primer robot social en realitzar aquestes tasques obrint així pas a una altra manera d'entendre el mercat robòtic social.

L'adaptació i incorporació del robot Pepper aportaria una millora en qualitat de vida dels pacients, així com una millora en qualitat laboral destinada al personal que conforma la unitat. Per una banda, conté un conjunt d'elements d'interacció suficients per poder tractar amb els diferents pacients que conformen la unitat, tant els dependents com els independents, mantenint-los entretinguts i aportant una millora del seu estat anímic, les seves funcions cognitives i físiques. Alhora, incorpora capacitats de reconeixement d'estat d'ànim i facial que permet conèixer als diferents pacients i adaptar les funcions segons les seves capacitats. Per altra banda, permetria una millor coordinació dins la dinàmica del personal, aportant un augment en l'eficiència relacionat amb les tasques i productivitat. Adjunta la possibilitat d'adaptació del software que permetrà a l'hospital determinar i tindre en compte les diferents propostes plantejades en l'anterior capítol.

L'estudi de viabilitat permet conèixer el conjunt de limitacions i el nivell d'adaptació possible que comporta el robot Pepper a la unitat, tenint en compte les característiques robòtiques i els àmbits tècnics, ètics, legals i econòmics referents a l'hospital. Dins l'àmbit tècnic, Pepper presenta una perfecta coordinació espacial que gràcies a la seva autonomia, la unitat només presentaria la necessitat de realitzar adaptacions destinades a la incorporació de les diferents estacions de càrrega i una millora qualitativa de seguretat en la xarxa. Actualment, aquest robot presenta un reso social en diferents àmbits que permet la realització d'un pla d'adaptació justificat que permetria una adaptació relacionada amb els pacients, personal i acompanyants.

Aquest tipus de robòtica és molt complexa i actualment no presenta una legislació clara en la Unió Europea. Després de l'especialització en diferents mètodes d'introducció de dispositius de caràcter social en àmbits hospitalaris amb carències legals i la cerca del conjunt de normatives referents a aquest tipus de robòtica, s'especifica la possibilitat d'incorporar Pepper en àmbit hospitalari pressionant així al conjunt d'institucions encarregades d'implementar normatives destinades a l'àmbit d'interès per amplificar i especificar l'àmbit legal. El robot compleix els requisits tècnics generals per poder ser implementat a l'hospital aportant la seguretat necessària als pacients, tot i tindre manca d'equilibri.

L'anàlisi econòmica comporta un enteniment específic referent al conjunt de mètodes i polítiques econòmiques que envolten l'àmbit hospitalari. En definició, l'hospital defineix si un dispositiu és assumible fent referència als aspectes i beneficis inquantificables principalment. En l'anàlisi econòmica es representen els diferents objectius i factors d'interès hospitalari, així com els empresarials. Aquest estudi permet determinar els beneficis, l'eficàcia i productivitat que el robot aporta dins la unitat a diferència de la situació actual, proporcionant alhora una introducció innovadora del robot que permet la realització d'estudis i una sèrie de propostes a llarg termini.

Totes les competències i coneixements referents al robot Pepper adquirides permeten la realització d'una planificació robòtica d'alt nivell que representa les diferents accions que el conjunt de tres

robots, proposats en l'apartat de viabilitat, haurien de realitzar per obtenir una coordinació col·lectiva davant diferents situacions exposades.

Com a conclusió final, s'especifica la possibilitat d'arrancar amb el projecte actualment davant la necessitat de recursos socials a la Unitat Geriàtrica d'Aguts, deixant en segon pla l'adaptació d'elements assistencials i el conjunt de beneficis que s'obtenen, sempre que l'empresa estigui d'acord en adaptar el robot al conjunt de tasques hospitalàries, amb un software i unes característiques més adients. Una altra opció podria consistir a esperar a l'adaptació de robòtica social i assistencial més introduïda en cobrir ambdues necessitats i introduir-ho. Cal tindre en compte el ràpid creixement i desenvolupament del mercat destinat a la robòtica social i l'ampli interès per part de diversos camins empresarials, que estima una acceptació i normalització del robot en vers la societat general, ràpida i que dificultarà l'interès empresarial d'introduir la robòtica a la unitat en un futur pròxim. Per altra banda, l'aportació de robòtica amb altes capacitats assistencials entraria en conflicte ètic davant la possibilitat de substitució de tasques laborals. L'objectiu principal es aplicar la robòtica com a element de suport al personal, ja que aquest tipus de tecnologia no conté les capacitats humanes, ni professionals ni emocionals, ni els beneficis que això comporta davant els pacients i persones de tercera edat.

10.1. Moment del tancament

La robòtica hospitalària és un àmbit en creixement actual i és una bona opció per reduir la necessitat social als hospitals. Rere l'obtenció del robot òptim, Pepper és un robot amb possibilitats d'adaptació per a la interacció amb persones de tercera edat, així com interactuar en àmbits empresarials o laborals. El moment d'adaptació idoni del robot Pepper en l'àmbit hospitalari recau en el temps actual, en un possible interval de mesos i dos anys, ja que es troba en expansió i creixement, sent el robot social més famós fins a el moment i amb més reso en la societat actual, fet que permetria una avançada acceptació col·lectiva i facilitats per exposar exemples de triomf en altres sectors, però això no descarta la possibilitat d'una adaptació futura més sostenible. La implementació donarà lloc sempre i quan l'empresa estigui disposada a l'adaptació del robot a les necessitats hospitalàries. Es pretén incorporar el conjunt de necessitats obtingudes durant la realització de pràctiques. La més important és l'entreteniment, però cal implementar elements que permetin una millora de la independència dels pacients, és a dir, elements assistencials.

El fet de la introducció de Pepper en molts altres espais, excepte la interacció amb pacients directe, permet un nou camí empresarial, així com una coordinació extraordinària, per interès col·lectiu, relacionat en les adaptacions de Pepper en aquest sector i sobretot en la unitat d'interès. Es podrien realitzar estudis i adaptacions concretes del robot, per abastir el màxim nombre d'accions dins de la unitat, sempre sense la substitució d'accions laborals, i amb la visió futura d'adaptar-ho en altres unitats.

10.2. En un futur

Dins les expectatives de futur, els robots socials estan en present introducció en el mercat general i concretament en l'hospitalari, però la metodologia establerta durant el projecte es considera atemporal i aprofitable en qualsevol moment que es decideixi. Tenint en compte el possible contracte inicial de tres anys que es realitza amb l'empresa *Softbank Robotics*, posterior a les proves pilot, cal aprofitar-ho per realitzar adaptacions, estudis, investigacions i noves propostes destinades a aquest àmbit i en la millora de robot Pepper. Això permetria que finalitzats els tres anys, l'Hospital Clínic obtingui el robot adaptat concretament a les necessitats de la unitat i amb possibilitat d'extensió a altres unitats amb pacients de llarga estança, així com trobar altres camins d'administració del robot. Aquest interès també és clau per l'empresa, expandint així el producte i obtenint idees per futures innovacions o nous productes. Cal, que com a conjunt, procurin realitzar les propostes i adaptació de metodologies amb perspectives futures, és a dir, realitzant propostes innovadores, evitant que el mercat robòtic conjunt hi passi per davant.

En un futur de més de 5 anys respecte la introducció del robot a l'hospital, i cada període comprès en aquest espai temporal, es proposa realitzar un nou projecte d'investigació de mercat i observació de necessitats en la Unitat Geriàtrica per poder determinar si la tecnologia utilitzada a la unitat, els robots socials, abasteix el nombre de necessitats o si actualment en el mercat existeix la possibilitat d'adaptar nous dispositius o altres mètodes per millorar la qualitat d'estança, de vida i laboral present a la unitat, així com un estudi del nivell d'acceptació actual. En el moment en què el projecte d'investigació determinés l'existència d'un mètode tecnològic, encara que no robòtic, que abasteixi més nombre de necessitats i amb millors resultats, es plantejaria el canvi d'element o la possibilitat d'adaptació de Pepper en aquells sectors o tasques que fins a el moment no s'havien plantejat i realitzar les proves pertinents. En cas d'impossibilitat, es podria proposar la realització de noves adaptacions per incloure, conjuntament amb l'empresa, els nous mètodes. Això, però, caldrà que passin almenys 10 anys per poder determinar realment la utilitat de Pepper i la necessitat real del seu canvi, ja que s'espera que dins d'aquest període es finalitzi el període d'acceptació social referent a la robòtica social gràcies al seu actual creixement i adaptació en diferents camins socials. La *Figura 47* mostra el cronograma relacionat amb els diferents aspectes tractats en aquest capítol en cas que el robot fos introduït posteriorment a l'entrega i acceptació del projecte. En cas contrari, es una metodologia que es podria establir en qualsevol moment d'implementació.

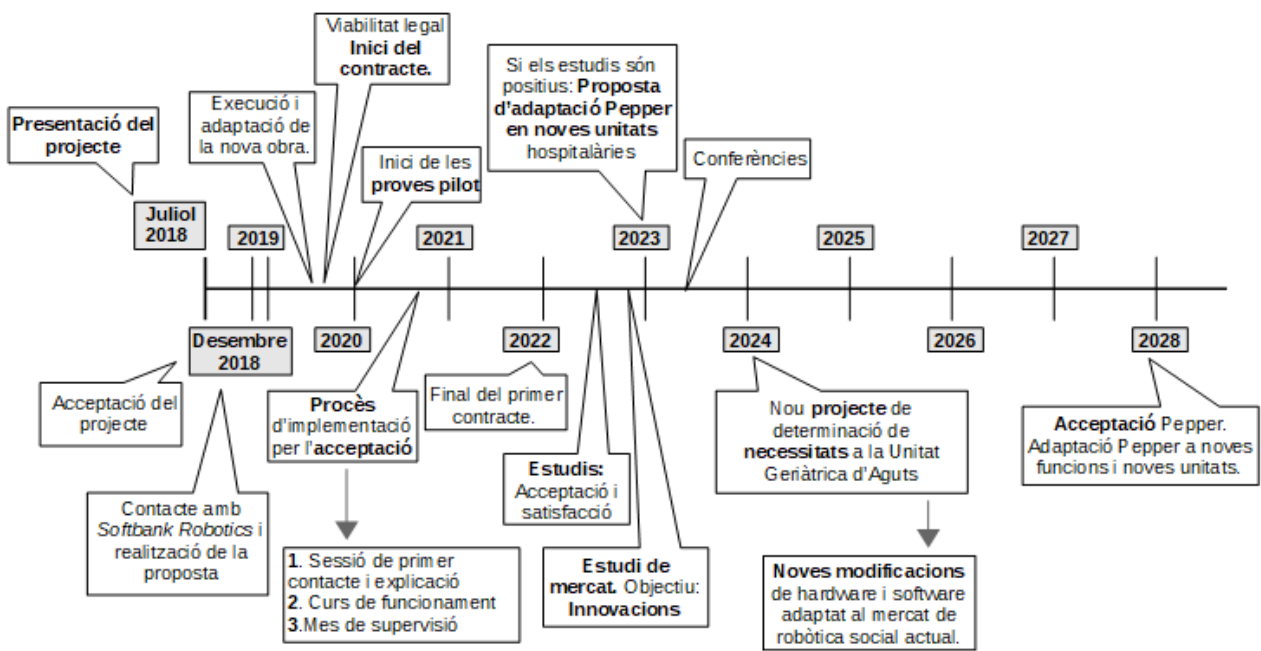


Figura 47. Cronograma. Acceptació del projecte.

11. Pressupost

En aquest apartat s'inclou, de forma desglossada, la mesura i valoració econòmica dels mitjans emprats per la realització d'aquest projecte.

11.1. Pressupost informàtic

La Taula 24 adjunta el conjunt de costos relacionats amb els elements informàtics necessaris.

Concepte	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
<i>Ordinadors</i>			
Ordenador portàtil TOSHIBA Satellite Pro R50-C-1CT	1	980,00	980,00
<i>Recursos Software</i>			
Microsoft Office	1	149	149
AutoCad	1	0	0
<i>Otros</i>			
Pendriva Toshiba Hayabusa 16gb Blanco	1	6	6
TOTAL			1.135,00

Taula 24. Pressupost dels elements informàtics emprats durant el projecte

11.2. Pressupost de mà d'obra

La Taula 25 recull el cost de mà d'obra en funció de les hores destinades a cada tipus de treball. S'ha cercat el sou bàsic d'un Enginyer Junior en un centre hospitalari (22.000€ bruts anuals).

Concepte	Hores (h)	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Enginyer Junior al Departament d'Enginyeria Biomèdica e Infraestructures de l'Hospital Clínic de Barcelona	360	21	7.560,00
Director del projecte. Enginyer Senior	60	50	3.000,00
Investigació	120	21	2.520,00
Metodologia i enginyeria	240	10	2.400,00
Redacció de la memòria	300	10	3.000,00
TOTAL			18.480,00

Taula 25. Pressupost del personal en funció de les hores destinades a cada treball

11.3. Pressupost de material d'oficina

La Taula 26 representa el cost destinat al material de l'oficina i la impressió de les diferents parts del projecte durant la seva realització.

Concepte	Unitats	Cost unitari (€)	Cost total (€)
Paquet de fulls Din A4	1	4,75	4,75
Impressió del projecte	2	50	100
Enquadernació del projecte	1	3	3
TOTAL			107,75

Taula 26. Pressupost referent al material d'oficina

11.4. Pressupost total

La Taula 27 adjunta el cost total del projecte.

Concepte	Cost total (€)
Pressupost informàtic total	1.135,00
Pressupost de mà d'obra total	18.480,00
Pressupost de material d'oficina total	107,75
TOTAL	19.722,75

Taula 27. Pressupost total de realització del projecte

12. Bibliografia

12.1. Referències bibliogràfiques

- [1] United Nations. *World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*. 2017. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Working Paper No. ESA/P/WP/248. https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf (Consultat el 21 de Desembre del 2017).
- [2] Eurostat. *Estructura demogràfica y envejecimiento de la población*. 2017. Article d'estadístiques. http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing/es (Consultat el 21 de Desembre e 2017).
- [3] United Nations. *Population Ageing and Development 2009*. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. <http://www.un.org/esa/population/publications/ageing/ageing2009chart.pdf> (Consultat el 21 de Desembre de 2017).
- [4] M. Hornillos Calvo. *Hospitales de día geriátricos en España: Un estudio descriptivo de su estructura y funcionamiento*. Madrid, 1995. Tesis doctoral, Universitat Complutense de Madrid, Facultat de Medicina i Departament de Medicina. (Consultat el 4 de Gener de 2018).
- [5] Idescat. *Proyecciones de la población de Catalunya 2013-2051*. Catalunya, Dossier 2015. Núm 18. ISSN: 2013-3898. Ed.:Febrer 2015. www.idescat.cat (Consultat el 4 de Gener de 2018).
- [6] Público. *El gasto público en Sanidad y en Educación alcanzará su mínimo histórico en 2018*. Público, 19 de Novembre de 2017, Secció Societat. <http://www.publico.es/sociedad/montoro-gasto-publico-sanidad-educacion-sera-minimo-historico-2018.html> (Consultat el 4 de Gener de 2018).
- [7] Dr. Salgado Alba. *Historia de la Geriatria*. Geriatria Espanyola. <http://www.doctoredogallegos.com/wp-content/uploads/2008/02/Historia-de-la-Geriatr%C3%ADa.-Dr.-Salgado-Alba.pdf> (Consultat el 9 de Gener de 2018).
- [8] I. Ruipérez, J. Midónb, J. Gómez-Pavónc, N. Maturanad, P. Gile, M. Sanchof y J.F. Maciasg. *Nivel de adecuación de los recursos geriátricos en los hospitales generales españoles: Junta Directiva de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología*. Madrid, España, 2003 – 2005. Rev Esp Geriatr Gerontol 2003; 38(4):281-7. (Consultat el 10 de Gener de 2018).

- [9] Govern d'Espanya. *Catàleg Nacional d'Hospitals 2017*. Ministeri de Sanitat, Serveis Socials e Igualtat. Madrid, 2017. <https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/prestaciones/centrosServiciosSNS/hospitales/docs/CNH2017.pdf> (Consultat el 10 de Gener de 2018).
- [10] El Mundo. *Japón Subvenciona nuevos robots 'low cost' que cuiden de ancianos*. El Mundo, 10 de Gener del 2015, Secció d'Economia. <http://www.elmundo.es/economia/2015/01/09/54aeeadce2704e5a258b456f.html> (Consultat el 20 de Gener de 2018).
- [11] C. Prieto Jurczynska, M. Eimil Ortiz, C. López de Silanes de Miguel, M. Llanero Luque, A. Villarejo Galende. «*Impacto social de la enfermedad del Alzheimer y otras demencias*» Fundació Cervell, 2017. (Consultat el 25 de Gener de 2018).
- [12] OECD. *Health at a Glance 2009-2010*. 10 de Novembre del 2015, Health policies and data. <http://www.oecd.org/health/health-systems/health-at-a-glance-19991312.htm> (Consultat el 2 de Febrer de 2018).
- [13] J.S. Saczynski, L.A. Pfeifer, K. Masaki, E. S. C. Korf, D. Laurin, L.White, L. J. Launer. *Influence of social network on occurrence of dementia: a community-based longitudinal study*. American Journal of Epidemiology. 1 de Març de 2006. Volum 163, Issue 5, 1 March 2006, P. 433–440. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj061> (Consultat el 3 de Febrer de 2018).
- [14] J.S. Saczynski, L.A. Pfeifer, K. Masaki, E.S. Korf, D. Laurin, L. White, L.J. Launer. *The effect of social engagement on incident dementia: the Honolulu-Asia Aging Study*. Am J Epidemiol. 2006 Mar 1;163(5) : 433-40. DOI:10.1093/aje/kwj061 (Consultat el 3 de Febrer de 2018).
- [15] R.S. Wilson, K.R. Krueger, S.E. Arnold, J.A. Schneider, J.F. Kelly, L.L. Barnes, Y. Tang, D.A. Bennett. *Loneliness and risk of Alzheimer disease*. Arch Gen Psychiatry. Febrer de 2007; 64(2): 234-40. DOI:10.1001/archpsyc.64.2.234 (Consultat el 3 de Febrer de 2018).
- [16] J.D. Walston. *Sarcopenia in older adults*. Curr Opin Rheumatol. Novembre de 2012; 24(6): 623-7. DOI: 10.1097/BOR.0b013e328358d59b (Consultat el 8 de Febrer de 2018).
- [17] R.S. Lindle, E.J. Metter, N.A. Lynch, J.L. Fleg, J.L. Fozard, J. Tobin, T.A. Roy, Hurley BF. *Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr*. J Appl Physiol (1985). Novembre de 1997; 83(5):1581-7. DOI:10.1152/jappl.1997.83.5.1581 (Consultat el 20 de Febrer de 2018).
- [18] G.R. Hunter, J.P. McCarthy, M.M. Bamman. *Effects of resistance training on older adults*. Sports Med. 2004; 34(5):329-48. PMID:15107011. (Consultat el 20 de Febrer de 2018).

- [19] M. Heinrichs, B. von Dawans, G. Domes. 2009. *Oxytocin, vasopressin, and human social behavior*. *Frontiers in Neuroendocrinology* 30. 2009; 548–557. DOI:10.1016/j.yfrne.2009.05.005 (Consultat el 5 de Febrer de 2018).
- [20] K.R. Krueger, R.S. Wilson, J.M. Kamenetsky, L.L. Barnes, J.L. Bienias, D.A. Bennett. *Social engagement and cognitive function in old age*. *Exp Aging Res. Gener-Marcç*, 2009; 35(1): 45-60. DOI: 10.1080/03610730802545028 (Consultat el 6 de Febrer de 2018).
- [21] D.H. Paterson, D. Govindasamy, M. Vidmar, D.A. Cunningham, J.J. Koval. *Longitudinal study of determinants of dependence in an elderly population*. *J Am Geriatr Soc*. Octubre del 2004;52(10):1632-8. DOI:10.1111/j.1532-5415.2004.52454.x (Consultat el 24 de Febrer de 2018).
- [22] R.S. Lindle, E.J. Metter, N.A. Lynch, J.L. Fleg, J.L. Fozard, J. Tobin, T.A. Roy, B.F. Hurley. *Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr*. *J Appl Physiol* (1985). Novembre de 1997;83(5):1581-7. DOI: 10.1152/jappl.1997.83.5.1581 (Consultat el 2 de Març de 2018).
- [23] P.A. Brill, C.A. Macera, D.R. Davis, S.N. Blair, N. Gordon. *Muscular strength and physical function*. *Med Sci Sports Exerc*. Febrer del 2000; 32(2):412-6. PMID: 10694125 (Consultat el 4 de Març de 2018).
- [24] M.F. González, M.F. Valencia, M.A. Manso Huerta, M.P. Gómez Rodríguez, M.C. Jiménez Recio, F. del Coz Díaz. *Musculoskeletal disorders in nursing assistants from the Resource Polyvalent Centre for the Elderly "Mixta" Gijón - C.P.R.P.M. MIXTA*. Març del 2014. Gerokomos, vol.25 n.1 Barcelona. <http://dx.doi.org/10.4321/S1134-928X2014000100005>. (Consultat el 11 de Maig de 2018).
- [25] L.M. Mayor. *Evaluación de factores ergonómicos y estrés laboral en trabajadoras de una residencia geriátrica. Propuestas de medidas de prevención*. Gener del 2016. Treball de final de Màster, Universitat Pública de Navarra. <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/20246/97411TFMmayo.pdf?sequence=1> (Consultat el 11 de Maig de 2018).
- [26] Hospital Clínic. Secció *100 years of Health*. <https://www.hospitalclinic.org/en/clinic/100-years-health>. (Consultat el 11 de Maig de 2018).
- [27] J. Porto Pérez, M. Merino. *Definición de robot*. 2010. <https://definicion.de/robot/> (Consultat el 6 de Març de 2018).

[28] V. Torra. *La inteligencia artificial*. Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial (CSIC). Núm. 07, Lychnos. ISSN: 2171-6463. http://www.fgcsic.es/lychnos/es_es/articulos/inteligencia_artificial (Consultat el 20 de Març de 2018).

[29] R.A. Beasley. *Medical Robots: Current Systems and Research Directions*. 2012. Hindawi Publishing Corporation Journal of Robotics. Volume 2012, Article ID 401613, 14 pages. DOI:10.1155/2012/401613 (Consultat el 20 de Març de 2018).

[30] R.A. Brooks, A.M. Flyinn. *Fast, cheap and out of control: A robot invasion of the solar system*. Journal of The British Interplanetary Society, Vol. 42, pp 478-485, 1989. MIT Artificial Intelligence Lab, Cambridge, MA, USA (Consultat el 10 de Març).

[31] The Guardian diary. *Robot revolution: rise of 'thinking' machines could exacerbate inequality*. The guardian, 5 de Novembre del 2015. Secció economia. <https://www.theguardian.com/technology/2015/nov/05/robot-revolution-rise-machines-could-displace-third-of-uk-jobs> (Consultat el 30 de Març de 2018).

[32] N. Riether, F.Hegel, G. Horstmann, B. Wrede. *Social Facilitation with Social Robots?*. Human-Robot Interaction (HRI), Juliol del 2012, ACM/IEEE Conferència Internacional. DOI: [10.1145/2157689.2157697](https://doi.org/10.1145/2157689.2157697). (Consultat el 4 d'Abril de 2018).

[33] Global Market Insights. *Healthcare Assistive Robot Market worth over \$950mn by 2024: Global Market Insights Inc*. Ocean View, Delaware, Feb. 13, 2017. <https://globenewswire.com/news-release/2017/02/13/916382/0/en/Healthcare-Assistive-Robot-Market-worth-over-950mn-by-2024-Global-Market-Insights-Inc.html> (Consultat el 26 de Març de 2018).

[34] Global Market Insights. *Healthcare Assistive Robot Market Size By Product (Surveillance & Security, Humanoid, Rehabilitation, Socially Assistive), By Portability (Fixed base, Mobile), By Application (Stroke, Orthopedics, Cognitive & Motor Skills, Sports), Industry Analysis Report, Regional Outlook (U.S., Canada, Germany, UK, France, Spain, Italy, Japan, China, South Korea, Brazil, Mexico, South Africa), Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2016 – 2024*. January 2017. 200 Pages. Report ID: GMI1114. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthcare-assistive-robot-market> (Consultat el 26 de Març de 2018).

[35] R.D. Laurel. *Healthcare Robotics*. Computer Science and Engineering University of California, San Diego. 12 d'Abril del 2017. arXiv:1704.03931v1 [cs.RO]. (Consultat el 10 d'Abril de 2018).

- [36] Medical Futurist SM. *Robotics in Healthcare – Get ready!* Trends Section. <http://medicalfuturist.com/robotics-healthcare/> (Consultat el 12 d’Abril de 2018).
- [37] J.E. Speich, J. Rosen. *Medical Robotics*. 2004. Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering, 983. DOI: 10.1081/E-EBBE 120024154. (Consultat el 18 d’Abril de 2018).
- [38] A. Cesta, G. Cortellessa, A. Orlandini, L. Tiberio. *Long-Term Evaluation of a Telepresence Robot for the Elderly: Methodology and Ecological Case Study*. *Int J of Soc Robotics* (2016) 8:421–441. DOI 10.1007/s12369-016-0337-z (Consultat el 20 d’Abril de 2018).
- [39] MedTech Boston. Secció de productes. <https://medtechboston.medstro.com/blog/2014/08/26/rp-vita-robot-extends-specialized-medical-care/comment-page-1/> (Consultat el 21 d’Abril de 2018).
- [40] F. Hegell, C. Muh, B. Wrede, M. Hielscher-Fastabend, G. Sagerer. *Understanding Social Robots*. 1-7 de Febrer, 2009. DOI: 10.1109/ACHI.2009.51 (Consultat el 20 d’Abril de 2018).
- [41] S. Moriello. *Robots sociales, la nueva generación*. Megatendencias. 13 de Diciembre de 2018. https://www.tendencias21.net/Robots-sociales-la-nueva-generacion_a2833.html (Consultat el 20 d’Abril de 2018).
- [42] T.V. Barreira, D.A. Rowe, M. Kang. *Parameters of Walking and Jogging in Healthy Young Adults*. 2010. International Journal of Exercise Science: Vol. 3 : Iss. 1. <https://digitalcommons.wku.edu/ijes/vol3/iss1/2> (Consultat el 21 d’Abril de 2018).
- [43] S. Crowe. *RoboCoach Robot Trainer Personalizing Elderly Workouts*. Robotic business review. 05 d’Octubre del 2015. https://www.roboticsbusinessreview.com/rbr/robocoach_robot_trainer_personalizing_elderly_workouts/ (Consultat el 4 d’Abril de 2018).
- [44] Comissió Europea. Horizon 2020. Secció de programes. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/what-horizon-2020#Article> (Consultat el 4 d’Abril de 2018)
- [45] Softbank Robotics. Pepper for Biz. Secció robot; Manual del propietari. Apèndix, materials empleats. <http://help.mb.softbank.jp/robot/pepper-for-biz/pc/09-02.html> (Consultat el 29 de Maig de 2018).
- [46] Resinex. PC/ABS, Policarbonato/Acrilonitrilo Butadieno Estireno. Secció productes. <http://www.resinex.es/tipos-de-polimeros/pc-abs.html> (Consultat el 29 de Maig de 2018).

- [47] Softbank Robotics. Aldelbaran Documentation. Secció Pepper Robot. http://doc.aldebaran.com/2-4/home_pepper.html (Consultat el 25 d'Abril de 2018).
- [48] *Lithium ion Battery*. Wikipedia 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/Lithium-ion_battery#cite_note-17 (Consultat el 21 d'Abril de 2018).
- [49] *IEEE 802.11*. Wikipedia 2018. https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11 (Consultat el 25 d'Abril de 2018).
- [50] J. Fitzpatrick. *The Difference Between WEP, WPA, and WPA2 Wi-Fi Passwords*. 21 de Setembre del 2016. <https://www.howtogeek.com/167783/htg-explains-the-difference-between-wep-wpa-and-wpa2-wireless-encryption-and-why-it-matters/> (Consultat el 30 d'Abril de 2018).
- [51] Softbank Robotics. *For business*. <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/solutions/business> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [52] G. Warth. *Palomar introduces first AI robot of its kind on U.S. college campus*. The San Diego Union-Tribune, 10 d'Octubre de 2017, Secció Novetats, educació. <http://www.sandiegouniontribune.com/news/education/sd-me-palomar-robot-20171009-story.html> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [53] Fullsix. *Case Studies*. <https://www.meetpepper.it/en/case-studies/> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [54] B. Shankar. *Toronto's Humber River first hospital in Canada to recruit a humanoid robot*. Mobilesyryp, 23 de Febrer de 2018, Secció de Negocis. <https://mobilesyryp.com/2018/02/23/toronto-humber-river-hospital-canada-pepper-robot/> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [55] J. Mischke. *Patients greeted by robot at Belgian hospital*. Reuters, 17 de Juny de 2016, Secció Sanitat. <https://in.reuters.com/article/us-tech-robot-health/patients-greeted-by-robot-at-belgian-hospital-idINKCN0Z30QJ> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [56] El diari digital del tercer sector de Catalunya, Social.cat. *La Fundació Althaia estudia incorporar un robot per donar suport als pacients*. 28 de Març de 2018, Secció Salut. <https://www.social.cat/noticia/8017/la-fundacio-althaia-estudia-incorporar-un-robot-per-donar-suport-als-pacients> (Consultat el 3 de Maig de 2018).

- [57] Homecare California. *Pepper Robots for Enhanced Elderly Health*. <https://www.homecare-california.com/single-post/2017/02/05/Pepper-Robots-for-Enhanced-Elderly-Health> (Consultat el 3 de Maig de 2018).
- [58] Softbank Robotics Japó. Me with Pepper. Secció d'opinió. <https://www.softbank.jp/robot/special/pepper/> (Consultat el 3 de Maig de 2018).
- [59] M. Foster. *Ageing Japan: Robots may have role in future of elder care*. Aol, 27 de Març de 2018. <https://www.aol.com/article/news/2018/03/27/ageing-japan-robots-may-have-role-in-future-of-elder-care/23397072/> (Consultat el 2 de Maig de 2018).
- [60] M.Garcia, L.Bechade, G.Dubuisson, G.Pittaro, L.Devillers. *Towards metrics of Evaluation of Pepper robot as a Social Companion for Elderly People*. LIMSI-CNRS, Universite Paris-Saclay, Orsay, France. https://www.uni-ulm.de/fileadmin/website_uni_ulm/iui.iwsds2017/papers/IWSDS2017_paper_24.pdf (Consultat el 4 de Maig de 2018).
- [61] B.C. Stahl, M. Coeckelbergh. *Ethics of healthcare robotics: Towards responsible research and innovation*. *Robotics and Autonomous Systems* 86 (2016) 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2016.08.018> (Consultat el 4 de Maig de 2018).
- [62] H. Robinson, B. MacDonald, E. Broadbent. *The Role of Healthcare Robots for Older People at Home: A Review*. Novembre del 2014. Volume 6, Issue 4, pp 575–591. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12369-014-0242-2> (Consultat el 5 de Maig de 2018).
- [63] J. Goetz, S. Kiesler. *Cooperation with a robotic assistant*. Extended abstracts of the 2002 Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI 2002, Minneapolis, Minnesota, USA, April 20-25, 2002. DOI: 10.1145/506443.506492. (Consultat el 5 de Maig de 2018).
- [64] C. Yu Chung Chang, M.Díaz, C.Angulo. *The Impact of Introducing Therapeutic Robots in Hospital's Organization*. IWAAL 2012, LNCS 7657, pp. 312–315, 2012. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-35395-6_42 (Consultat el 5 de Maig de 2018).
- [65] United Nations. Human Rights. 'United Nations Principles for Older Persons'. Office of the high commissioner. Adopted by General Assembly resolution 46/91. 16 de Desembre de 1991. <http://www.ohchr.org/EN/ProfessionalInterest/Pages/OlderPersons.aspx> (Consultat el 5 de Maig de 2018).
- [66] La Vanguardia. *Europa empezará a legislar sobre robótica para avanzar al futuro*. El mundo, 13 de Juny de 2017. Secció *Futuro de la Tecnologia*.

<http://www.lavanguardia.com/internacional/20170216/4273901443/europa-robots-legislacion-ley.html> (Consultat el 7 de Maig de 2018).

[67] EuroParlTV. *RoboLaw: Regulating Robotics*. European Parliament, 7 de Febrer de 2017. Secció Societat. <https://www.europarl.europa.eu/programme/society/roboLaw-regulating-robotics> (Consultat el 7 de Maig de 2018).

[68] Drew Simshaw, Nicolas Terry, Dr. Kris Hauser, Dr. M.L. Cummings. *DRAFT-Regulating Healthcare Robots in the Hospital and the Home: Considerations for Maximizing Opportunities and Minimizing Risks*. <http://www.werobot2015.org/wp-content/uploads/2015/04/Simshaw-Hauser-Terry-Cummings-Regulating-Healthcare-Robots.pdf> (Consultat el 7 de Maig de 2018).

[69] N.A. Thomairy, M. Mummaneni, S. Alsalamah, N. Moussa, A. Coustasse. *Use of Smartphones in Hospitals*. *The Health Care Manager*. 2015. 34(4), 297-307. DOI: 10.1097/HCM.0000000000000080. (Consultat el 8 de Maig de 2018).

[70] C. Lee Ventola. *Mobile Devices and Apps for Health Care Professionals: Uses and Benefits*. *Maig del 2014*; 39(5): 356–364. PMID: 24883008. (Consultat el 8 de Maig de 2018).

[71] S. J. Kilker. *Effectiveness of Federal Regulation of Mobile Medical Applications*. 2016. 93 *Wash. U. L. Rev.* 1341. http://openscholarship.wustl.edu/law_lawreview/vol93/iss5/8 (Consultat el 8 de Maig de 2018).

[72] L.P. Senovilla, V. M. Gómez. *NTP 640: Indicadores para la valoración de intangibles en prevención*. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. 2003. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_640.pdf (Consultat el 10 de Maig de 2018).

[73] Softbank Robotics. Pepper for Biz. <https://www.softbankrobotics.com/emea/en/press/press-releases/pepper-for-biz> (Consultat el 10 de Maig de 2018).

[74] A. García-Altés, E. Navas, M.J. Soriano. *Evaluación económica de intervenciones de salud pública*. *Gaceta Sanitaria*, 2011; 25(Supl1): 25-31. [https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(11\)70005-X](https://doi.org/10.1016/S0213-9111(11)70005-X) (Consultat el 12 de Maig de 2018).

[75] R.M. Vera Cañal. *Sistemas de planificación en robótica*. Universidad de Carlos III, Treball de Final de Màster. <http://plg.inf.uc3m.es/~mmartin/TFGM/TFM-RVC.pdf> (Consultat el 2 de Maig de 2018).

- [76] A. Hierso. *Caracterización de las propiedades de mezclas de PC/ABS recicladas*. Treball de Final de Grau, Universitat Politècnica de Barcelona. Febrer de 2006. <http://hdl.handle.net/2099.1/3224> (Consultat l'1 d'Abril de 2018).
- [77] Council of Europe. Parliamentary Assembly. *The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment*. Resolution 1815 (2011). <http://assembly.coe.int/nw/Home-EN.asp> (Consultat l'1 d'Abril de 2018).
- [78] P. Espínola Rodríguez. *Recurso para educadores sociales: Actividades de estimulación cognitiva*. 2014-2015. Treball de Final de Grau, Universitat de Barcelona. <http://www.grupdem.com/uploads/documentos/recurso-para-educadores-sociales.pdf> (Consultat el 29 de Maig de 2018).
- [79] G. Optale, C. Urgesi, V. Busato, S. Marin, L. Piron, K. Priftis, L. Gamberini, S. Capodieci, A. Bordin. *Controlling Memory Impairment in Elderly Adults Using Virtual Reality Memory Training: A Randomized Controlled Pilot Study*. 24 de Novembre del 2009. Volum: 24, Issue: 4, P:348-357. <https://doi.org/10.1177/1545968309353328> (Consultat el 29 de Maig de 2018).

