

TREBALL DE FINAL DE GRAU

Eficàcia de la Realitat Virtual en Fisioteràpia Respiratòria:
Un Enfocament Innovador per al Tractament de l'Asma Pediàtric

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

Autor: Èric Ramos Ruiz

Tutor: Ana Isabel Mayer

4t Fisioteràpia UAB

07/05/2025

ÍNDEX

RESUM / ABSTRACT	4
ANTECEDENTS i JUSTIFICACIÓ	6
INTRODUCCIÓ i JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL	6
L'ASMA PEDIÀTRIC I LES SEVES IMPLICACIONS TERAPÈUTIQUES	7
REALITAT VIRTUAL COM A EINA TERAPÈUTICA EMERGENT	7
REVISIÓ DE LA LITERATURA I PLANTEJAMENT DE LA HIPÒTESI	8
OBJECTIUS DE L'ESTUDI I DISSENY DE L'ASSAIG	9
INTERVENCIÓ DE LA FISIOTERÀPIA I REALITAT VIRTUAL	10
DECLARACIÓ D'INTERESSOS	10
POLÍTICA DE DISSEMINACIÓ	11
METODOLOGIA	11
PARTICIPANTS, CRITERIS D'INCLUSIÓ I CRITERIS D'EXCLUSIÓ	11
VARIABLES DE MESURA I INSTRUMENTS D'AVALUACIÓ	12
CRONOLOGIA I ORGANITZACIÓ DE L'ESTUDI	13
GESTIÓ DE DADES I ANÀLISI ESTADÍSTIC	14
CONSIDERACIONS ÈTIQUES I CONFIDENCIALITAT DE DADES	15
LIMITACIONS DE L'ESTUDI I CONTROL DE BIAIXOS	15
CONCLUSIONS I IMPLICACIONS CLÍNiques	16
BIBLIOGRAFIA	18
ANNEXES	21

RESUM

L'asma pediàtric és una malaltia respiratòria crònica que afecta una part significativa d'infants arreu del món. Tot i els avenços farmacològics, molts pacients presenten dificultats per mantenir un control adequat de la malaltia, ja sigui per una baixa adherència o per barreres psicològiques. En aquest context, la fisioteràpia respiratòria s'ha consolidat com un complement eficaç al tractament mèdic, tot i que encara presenta diversos reptes, com poden ser, la motivació i implicació dels pacients pediàtrics.

Aquest treball explora l'ús de la Realitat Virtual (RV) com a eina complementària a la fisioteràpia respiratòria en nens i adolescents amb asma, amb l'objectiu de millorar la funció pulmonar, el control dels símptomes i la qualitat de vida. Es proposa un assaig clínic aleatoritzat amb dos grups: un grup control que rep fisioteràpia respiratòria convencional i un grup experimental que rep el mateix tractament, complementat amb sessions de RV dissenyades específicament per aquesta població. Aquestes inclouen tècniques de respiració, simulacions educatives i entorns relaxants.

L'estudi recull variables clíniques com la FEV1, FVC, ACQ i PAQLQ (Annex 1), a més d'aspectes com l'ús de medicació, la freqüència de crisis asmàtiques i la satisfacció dels pacients. Les dades s'analitzaran estadísticament per avaluar l'eficàcia de la intervenció.

Es preveu que la integració de la RV millori l'adherència al tractament, redueixi els símptomes i augmenti la motivació dels pacients pediàtrics. A més, es podria establir com una eina innovadora i aplicable en altres àmbits de la fisioteràpia respiratòria. Aquest treball vol aportar evidència científica sobre el potencial de la realitat virtual com a eina terapèutica complementària, omplint un buit en la literatura i proposant una nova línia d'intervenció en el maneig de l'asma pediàtric.

ABSTRACT

Pediatric asthma is a chronic respiratory disease that affects a significant portion of the child population worldwide. Despite pharmacological advances, many young patients face difficulties in achieving optimal disease control due to low treatment adherence and psychological barriers. In this context, respiratory physiotherapy has proven to be an effective complementary strategy to conventional medical treatment, although maintaining motivation and engagement remains a challenge—particularly in pediatric patients.

This study explores the integration of Virtual Reality (VR) as a complementary tool to respiratory physiotherapy in children and adolescents diagnosed with asthma. The aim is to enhance lung function, symptom control, and quality of life. A randomized clinical trial is proposed, involving two groups: a control group receiving conventional respiratory physiotherapy, and an experimental group receiving the same intervention complemented by VR sessions specifically designed for pediatric asthma patients. These sessions include breathing exercises, educational simulations, and immersive relaxation environments.

The study measures several clinical variables, including FEV1, FVC, ACQ, and PAQLQ scores, as well as medication usage, frequency of acute exacerbations, and patient satisfaction. Data will be statistically analyzed to evaluate the effectiveness of the intervention.

It is hypothesized that the use of VR will significantly improve treatment adherence, reduce asthma-related symptoms, and increase patient motivation. If proven effective, this approach could establish VR as an innovative, engaging, and clinically valuable tool not only for asthma management but also for broader applications in pediatric respiratory care. This project aims to fill an existing gap in the literature by providing solid evidence on the potential role of virtual reality as a therapeutic complement in managing pediatric asthma, offering new perspectives for clinical practice and future research.

INTRODUCCIÓ i JUSTIFICACIÓ DEL TREBALL

L'asma pediàtric és una malaltia respiratòria crònica que afecta una part significativa de la població infantil arreu del món (1). Aquesta condició es caracteritza per una inflamació persistent de les vies aèries, que dona lloc a episodis de dispnea, tos i sibilàncies, sobretot en resposta a estímuls com l'exercici físic, els al·lèrgens o la contaminació ambiental. Malgrat els importants avenços en el tractament farmacològic, com ara l'ús de corticosteroides inhalats i broncodilatadors, molts infants no assolixen un control òptim de la malaltia. Aquest fet sovint es deu a una adherència limitada al tractament, així com a barreres psicològiques i socials, com ara la por als efectes secundaris, la manca d'educació sanitària i la percepció errònia sobre la gravetat de la malaltia. Davant d'aquest panorama, la fisioteràpia respiratòria ha emergit com un recurs terapèutic valuós per a complementar el tractament mèdic convencional. Aquesta modalitat terapèutica inclou tècniques per millorar el patró ventilatori, eliminar secrecions, entrenar la resistència a l'esforç i educar sobre el maneig de les crisis. Tot i així, l'eficàcia d'aquestes tècniques sovint es veu limitada per la dificultat de mantenir la motivació i la participació activa dels pacients pediàtrics. Per tal d'afrontar aquesta limitació, és necessari incorporar eines que facin més atractiva l'experiència terapèutica i promoguin la implicació del nen en el seu propi procés de salut. En aquest context, la realitat virtual (RV) ha començat a guanyar pes com a recurs terapèutic innovador, aportant nous escenaris d'intervenció en salut pediàtrica. Amb la capacitat de generar entorns immersius i interactius, la RV pot esdevenir una eina útil per a millorar l'adherència al tractament i facilitar el control dels símptomes. Aquest treball parteix de la necessitat de trobar solucions eficaces i motivadores per al tractament de l'asma pediàtric, tot explorant el potencial de la RV com a eina complementària a la fisioteràpia respiratòria.

L'ASMA PEDIÀTRIC I LES SEVES IMPLICACIONS TERAPÈUTIQUES

L'asma és considerada una de les patologies cròniques més prevalents en la infància, amb un impacte significatiu sobre la qualitat de vida dels pacients i de les seves famílies. A més de les manifestacions físiques, l'asma comporta conseqüències emocionals i socials, com ara l'absentisme escolar, la restricció de l'activitat física i l'ansietat davant de possibles crisis. En termes fisiopatològics, la malaltia implica una resposta inflamatòria crònica que provoca broncoconstricció, hipersecreció de moc, edema de la mucosa bronquial i hiperreactivitat de les vies respiratòries. Aquests mecanismes condueixen a una obstrucció variable del flux aeri, que es manifesta clínicament en forma de dificultat respiratòria. El tractament de l'asma es basa en dos pilars fonamentals: el tractament farmacològic i el no farmacològic (2). En el primer, destaquen els medicaments de control com els corticosteroides inhalats i els beta-agonistes d'acció llarga, així com els medicaments de rescat com els broncodilatadors d'acció curta. Pel que fa al tractament no farmacològic, aquest engloba aspectes com l'educació sanitària, el control dels factors ambientals desencadenants, i la fisioteràpia respiratòria. Aquesta última intervé de manera activa en la millora de la mecànica respiratòria, la ventilació pulmonar i l'entrenament a l'esforç. Tanmateix, malgrat el seu potencial terapèutic, la fisioteràpia respiratòria convencional presenta limitacions en termes d'atractiu i adherència, especialment en pacients pediàtrics. La rutina, la manca d'estímul visual i la percepció d'esforç poden convertir-la en una activitat poc motivadora. És aquí on la tecnologia, i en concret la realitat virtual, pot aportar un canvi de paradigma, facilitant un entorn terapèutic més estimulante, immersiu i centrat en el pacient.

REALITAT VIRTUAL COM A EINA TERAPÈUTICA EMERGENT

La realitat virtual (RV) és una tecnologia que permet la creació d'entorns digitals interactius amb els quals els usuaris poden interactuar de manera immersiva. En l'àmbit sanitari, la RV ha estat aplicada amb èxit en contextos diversos, com la rehabilitació física, el control del dolor, la neurorehabilitació i la salut mental (3). L'evidència disponible mostra que els entorns immersius tenen la capacitat de reduir l'ansietat, augmentar la motivació i millorar l'experiència terapèutica. En el cas concret de la fisioteràpia respiratòria en infants amb asma, la RV pot oferir múltiples avantatges. Per una banda, pot facilitar la comprensió del maneig

de la malaltia mitjançant simulacions educatives. Per altra banda, pot convertir les tècniques respiratòries en activitats lúdiques, fet que incrementa l'adherència al tractament. A més, els escenaris virtuals poden actuar com a distractors cognitius que redueixen la percepció d'esforç o de dificultat associada a les maniobres respiratòries. No obstant això, cal destacar que la integració de la RV en aquest camp encara és incipient. Existeixen pocs estudis clínics específics que avaluï la seva eficàcia com a complement directe de la fisioteràpia respiratòria en nens amb asma. Les recerques existents, tot i ser prometedores, sovint presenten mostres petites, seguiments limitats i una escassa validació de protocols. Davant d'aquest buit científic, es fa evident la necessitat de desenvolupar estudis ben dissenyats que permetin valorar de manera rigorosa l'impacte de la RV en aquest àmbit. Aquest treball es planteja com una contribució a aquesta línia emergent d'investigació, amb l'objectiu d'establir bases sòlides per a la seva futura aplicació clínica.

REVISIÓ DE LA LITERATURA I PLANTEJAMENT DE LA HIPÒTESI

Diverses recerques recents han explorat el paper de la tecnologia, i específicament de la realitat virtual, en l'abordatge de l'asma infantil. L'estudi de Shin et al. va demostrar millores en el coneixement sobre el maneig ambiental de l'asma mitjançant l'ús d'entorns immersius (4). Tot i això, aquest estudi no va valorar paràmetres clínics com la funció pulmonar o la qualitat de vida. En el següent article, realitzat per Kandola A et al., es va realitzar un assaig controlat per analitzar l'efecte de la RV en l'autogestió de l'asma, obtenint millores en l'adherència i la satisfacció (5). De nou, no es va incloure la fisioteràpia respiratòria com a part del protocol. Ramsey RR et al., per la seva banda, van concloure en una revisió sistemàtica que les intervencions digitals poden tenir efectes positius en nens asmàtics, però l'ús específic de la RV com a suport a la fisioteràpia no hi estava representat (6).

A partir d'aquesta anàlisi, aquest treball planteja una hipòtesi alternativa (H1): la realitat virtual és eficaç com a complement de la fisioteràpia respiratòria en infants amb asma. També s'estableix la hipòtesi nul·la (H0), segons la qual la RV no aporta beneficis addicionals al tractament fisioterapèutic. L'objectiu és comprovar si la incorporació d'aquesta eina millora de forma significativa la funció pulmonar, el control de l'asma, la qualitat de vida i el compromís terapèutic dels pacients. Aquesta proposta de recerca busca cobrir un buit clarament identificat en la literatura científica, mitjançant un disseny experimental que avaluï

no només resultats clínics objectius, sinó també la percepció subjectiva dels pacients. Això podria oferir una nova perspectiva sobre la integració de tecnologies immersives en la pràctica clínica habitual i establir les bases per a futurs protocols multidisciplinaris en fisioteràpia respiratòria pediàtrica.

OBJECTIUS DE L'ESTUDI I DISSENY DE L'ASSAIG

L'estudi plantejat té com a objectiu principal avaluar l'eficàcia de la realitat virtual com a complement a la fisioteràpia respiratòria en pacients pediàtrics amb asma. D'aquest objectiu principal se'n deriven diversos objectius secundaris. En primer lloc, es pretén determinar si la inclusió de la RV millora els valors de funció pulmonar, mesurats a través de variables com el FEV1 i la FVC. En segon lloc, s'analitzarà si la intervenció contribueix a un millor control clínic de l'asma, mitjançant el qüestionari ACQ (Annex 2) (7,8). També s'avaluarà si els pacients mostren una millora en la seva qualitat de vida amb l'ús del PAQLQ (Annex 3) (9,10,11), una eina específica i validada per a població pediàtrica amb asma. A més, es quantificarà la possible reducció de l'ús de medicaments de rescat i de la freqüència de crisis agudes durant el període d'intervenció. Finalment, es mesurarà el grau de satisfacció i d'adherència dels pacients al tractament amb RV, emprant el qüestionari PEPAP-Q (12).

El disseny metodològic correspon a un assaig clínic aleatoritzat amb dos grups paral·lels. Un grup rebrà fisioteràpia respiratòria convencional i l'altre rebrà el mateix tractament complementat amb sessions estructurades de realitat virtual. La durada de la intervenció serà de vuit setmanes, amb dues sessions per setmana. Aquesta estructura permet comparar resultats entre grups i dins de cada grup, abans i després de la intervenció, oferint una anàlisi multifactorial. Es tracta d'un disseny robust, pensat per garantir la validesa interna i controlar els possibles factors de confusió. A més, la selecció dels participants seguirà uns criteris d'inclusió i exclusió molt rigorosos, amb l'objectiu de mantenir l'homogeneïtat de la mostra i minimitzar possibles biaixos. El procés d'aleatorització es farà mitjançant un sistema informatitzat, assegurant una assignació imparcial. Amb aquest enfocament es busca obtenir evidència sòlida sobre la utilitat de la RV com a eina terapèutica complementària dins l'àmbit de la fisioteràpia respiratòria pediàtrica, obrint la porta a la seva futura implementació clínica.

INTERVENCIÓ DE LA FISIOTERÀPIA I REALITAT VIRTUAL

Els pacients del grup control participaran en sessions de fisioteràpia respiratòria convencional (Explicat detalladament a l'annex 5). Aquestes inclouran tècniques com la respiració diafragmàtica, exercicis de reentrenament a l'esforç, eliminació de secrecions (si escau), maneig de la dispnea, control de crisis i educació sanitària. Les sessions tindran una durada de 20 minuts i es realitzaran dues vegades per setmana. Pel que fa al grup experimental, aquests rebran la mateixa fisioteràpia convencional, però complementada amb una sessió addicional de realitat virtual de 20 minuts, també dos cops per setmana. El contingut de les sessions de RV ha estat dissenyat específicament per a infants asmàtics. Inclou simulacions guiades de tècniques respiratòries com la ventilació dirigida, l'ús correcte d'inhaladors, exercicis de relaxació i contingut educatiu sobre la malaltia (Explicat detalladament a l'annex 6) (13,14,15). Els escenaris han estat pensats per oferir una experiència immersiva i atractiva, amb un estil lúdic que fomenti l'atenció i la participació activa del pacient. L'objectiu és que l'experiència virtual actuï com a reforç positiu, reduint la resistència al tractament i fomentant l'adherència. Les dues intervencions es duran a terme sota la supervisió d'un fisioterapeuta, garantint així la correcta aplicació del protocol i la seguretat del pacient.

Aquest format de doble intervenció no només permet comparar l'efecte de la RV sobre variables clíniques concretes, sinó que també afavoreix una millor acceptació del tractament entre els pacients més joves. La integració d'elements visuals i interactius pot contribuir significativament a millorar la percepció del tractament, transformant-lo en una experiència més positiva i menys aversiva. Aquesta combinació de tècnica i tecnologia busca optimitzar els resultats clínics i reforçar els aspectes educatius i motivacionals, clau en l'abordatge de l'asma pediàtric.

DECLARACIÓ D'INTERESSOS

L'autor declara que no existeix cap conflicte d'interessos econòmic, professional o personal que hagi pogut influir en el contingut, desenvolupament o resultats d'aquest treball de final de grau. L'estudi ha estat realitzat amb objectius purament acadèmics i científics, seguint els principis d'objectivitat, transparència i integritat investigadora.

POLÍTICA DE DISSEMINACIÓ

Els resultats i continguts d'aquest treball tenen la voluntat de contribuir al coneixement científic i a la pràctica clínica en l'àmbit de la fisioteràpia respiratòria pediàtrica. Per aquest motiu, es preveu la seva possible presentació en jornades acadèmiques i congressos de fisioteràpia, així com la seva difusió a través de repositoris institucionals universitaris. A més, es contempla la possibilitat de redactar un article derivat per a la seva publicació en una revista científica del sector, sempre garantint el compliment dels criteris ètics i de confidencialitat establerts.

METODOLOGIA

PARTICIPANTS, CRITERIS D'INCLUSIÓ I CRITERIS D'EXCLUSIÓ

L'estudi inclourà pacients pediàtrics amb edats compreses entre els 7 i els 17 anys, diagnosticats d'asma amb una evolució superior a un any. Aquest interval d'edat permet una aplicació adequada dels qüestionaris validades (com el PAQLQ) i assegura un nivell mínim de comprensió i col·laboració en les proves requerides. Per garantir la validesa de les mesures, els participants han de tenir capacitat per realitzar proves de funció pulmonar com l'espirometria i el mesurament del pic de flux espiratori (PEF) (16), i han d'estar clínicament estables per dur a terme les sessions de fisioteràpia i realitat virtual. També serà necessari el consentiment informat dels pares o tutors legals, que rebran informació clara i detallada sobre la finalitat, el procediment i els possibles riscos del projecte.

Pel que fa als criteris d'exclusió, s'eliminaran del protocol aquells pacients que presentin trastorns neurològics greus com epilèpsia fotosensible, problemes visuals greus (estrabisme, ambliopia) que impedeixin l'ús de dispositius de RV, o trastorns vestibulars amb risc de descompensació. També s'exclouran pacients amb asma molt greu o no controlada, ja que podrien presentar dificultats per completar el tractament de manera segura. Així mateix, es descarten aquells amb altres malalties respiratòries cròniques que podrien interferir en l'anàlisi dels resultats, trastorns psiquiàtrics severs, o limitacions cognitives o lingüístiques que dificultin la comprensió del procediment. No s'inclouran tampoc pacients amb antecedents d'efectes adversos derivats de l'ús de realitat virtual, ni aquells amb impossibilitat logística o compromís insuficient per assistir a totes les sessions. Finalment, es vetarà la participació a pacients que ja estiguin enrolats en altres estudis clínics simultanis.

Aquesta selecció rigorosa permet garantir la seguretat dels participants i la fiabilitat de les dades obtingudes al llarg de l'estudi, evitant factors de confusió i assegurant un entorn clínic controlat.

Es pot observar el pla de treball a l'annex 4.

VARIABLES DE MESURA I INSTRUMENTS D'AVUACIÓ

Les variables primàries que s'avaluaran seran la funció pulmonar, el control clínic de l'asma i la qualitat de vida. La funció pulmonar es mesurarà mitjançant espirometries realitzades en tres moments clau del protocol (inici, a la meitat del tractament i finalització), on s'analitzaran paràmetres com el FEV1 (volum espirat forçat en un segon), la FVC (capacitat vital forçada) i el FEF25-75 (flux espiratori forçat en el tram mitjà), així com el PEF (pic de flux espiratori), mesurat mitjançant dispositius manuals d'autocontrol. Aquestes dades permetran quantificar l'efecte respiratori de la intervenció.

Per valorar el control de l'asma, s'utilitzarà l'Asthma Control Questionnaire (ACQ), una eina validada que combina autoavaluació del pacient amb una mesura objectiva (el FEV1) realitzada pel fisioterapeuta. És un instrument fiable per detectar canvis clínicament rellevants durant la intervenció. En relació amb la qualitat de vida, s'emprarà el PAQLQ (Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire), que mesura dimensions físiques, emocionals i socials, oferint una visió integral de l'impacte de l'asma en el benestar del menor.

Les variables secundàries inclouran l'ús de medicaments (especialment de rescat) durant el període d'intervenció, la freqüència de crisis agudes, l'adherència a les sessions, i el grau de satisfacció del pacient. Aquesta darrera es mesurarà amb el qüestionari PEPAP-Q, una eina específica per valorar l'experiència en entorns de fisioteràpia ambulatoris (Annex 7), adaptada per detectar aspectes com la motivació, el confort i la percepció d'eficàcia del tractament.

Les avaluacions es faran al principi de l'estudi (sessió 1), a la meitat (sessió 9) i al final (sessió 16), fet que permetrà una comparació evolutiva dins de cada grup i entre grups. Aquesta estructura de mesura seqüencial reforça la validesa dels resultats i facilita la detecció de canvis progressius o sobtats al llarg del protocol.

A l'Annex 9, es poden veure les taules en les quals es recolliran les dades.

CRONOLOGIA I ORGANITZACIÓ DE L'ESTUDI

L'estudi es durà a terme en un entorn hospitalari pediàtric, concretament al servei de rehabilitació respiratòria de l'Hospital Vall d'Hebron. El procés constarà de tres fases: reclutament, intervenció i anàlisi de dades. En la fase inicial, que s'estendrà durant dos mesos, es realitzarà la captació i selecció dels participants, comprovant que compleixin els criteris d'inclusió i exclusió. Aquesta etapa es durà a terme mitjançant derivació des del servei de pneumologia pediàtrica i la difusió entre professionals de la xarxa sanitària. A continuació, es durà a terme la fase d'intervenció, amb una durada de 8 setmanes i 16 sessions per pacient. Durant aquesta etapa, es recolliran les dades corresponents en les sessions 1, 9 i 16 (Annex 8 i 10), amb especial atenció als paràmetres respiratoris i als qüestionaris d'avaluació.

Finalment, s'iniciarà la fase d'anàlisi i interpretació de resultats, amb una durada estimada de dos mesos (Annex 10), en la qual es tractaran les dades mitjançant eines estadístiques específiques. Per garantir la validesa metodològica, els participants es dividiran de forma aleatoritzada mitjançant el programa OxMaR, tenint en compte factors com l'edat, la severitat de l'asma i l'ús de medicació de manteniment (17). Aquesta estratificació permet reduir possibles biaixos i assegurar grups equilibrats a nivell clínic. Cada pacient rebrà les sessions amb un fisioterapeuta, mentre un segon investigador s'encarregarà de les mesures i del registre de dades. Aquesta separació de rols garanteix la imparcialitat, la replicabilitat i el rigor en la recollida d'informació, minimitzant interferències.

Es preveu una mostra total de 40 pacients (20 per grup), assumint una pèrdua màxima del 10% durant el seguiment. Aquesta grandària de mostra ha estat calculada amb el programa GRANMO, tenint en compte un nivell de confiança del 95%, una potència estadística del 80% i una desviació estàndard esperada de 2 punts en les variables d'estudi. L'equip investigador monitoritzarà de manera contínua la participació i el compliment del protocol per evitar desercions i millorar la fiabilitat dels resultats obtinguts.

GESTIÓ DE DADES I ANÀLISI ESTADÍSTIC

La recollida de dades es farà de forma estructurada i seqüencial al llarg de les diferents fases de l'estudi. Durant la fase d'intervenció, cada participant assistirà a un total de 16 sessions (2 per setmana durant 8 setmanes). Les dades clíniques i subjectives s'obtindran en tres moments específics: a l'inici (sessió 1), a la meitat (sessió 9) i al final del tractament (sessió 16). En cada una d'aquestes sessions, s'administraran les espirometries (per obtenir FEV1, FVC i FEF25-75), es realitzarà la mesura del PEF i es completaran els qüestionaris ACQ i PAQLQ. A més, a la sessió final es farà una valoració de la satisfacció amb el tractament mitjançant el qüestionari PEPAP-Q. Aquest sistema de recollida escalonat permet observar l'evolució del pacient i detectar canvis clínics o subjectius rellevants (Annex 8 i 9).

Les dades inicialment es recolliran en suport físic (formularis en paper), per facilitar el registre immediat per part del fisioterapeuta i de l'investigador responsable. Un cop finalitzada cada sessió, tota la informació serà digitalitzada i introduïda en una base de dades codificada i encriptada, només accessible per l'equip investigador. Aquest procediment garanteix tant la traçabilitat com la confidencialitat de les dades, d'acord amb la normativa de protecció de dades personals (LOPD 3/2018) (19).

Pel que fa a l'anàlisi estadística, primer es realitzarà una prova de normalitat (Shapiro-Wilk) per determinar si les variables quantitatives segueixen una distribució normal. En cas afirmatiu, es farà ús de la prova t de Student per a mostres aparellades (comparació dins d'un mateix grup abans i després del tractament) i per a mostres independents (comparació entre grup control i experimental). Si la distribució no és normal, s'utilitzaran proves no paramètriques com la de Mann-Whitney (18). Les variables qualitatives, com l'ús de medicació o la satisfacció del pacient, es compararan mitjançant proves de Chi-quadrat (χ^2).

Tots els resultats es consideraran estadísticament significatius quan $p < 0,05$, i s'informarà tant de la significació com de la mida de l'efecte (efect size) per valorar la rellevància clínica dels resultats. L'anàlisi es realitzarà amb programari estadístic especialitzat (com SPSS o R) i inclourà gràfics i taules comparatives per facilitar la interpretació visual. Finalment, es farà una discussió dels resultats en relació amb la literatura científica existent, avaluant la coherència dels resultats amb les hipòtesis establertes.

CONSIDERACIONS ÈTIQUES I CONFIDENCIALITAT DE DADES

L'estudi complirà estrictament amb els principis ètics establerts a la Declaració de Hèlsinki i al Codi Deontològic de la Fisioteràpia, garantint en tot moment el respecte, la dignitat i la seguretat dels participants. Prèviament a la seva incorporació a l'estudi, tots els menors i els seus tutors legals rebran informació clara, adaptada i comprensible sobre la naturalesa de la recerca, els seus objectius, les tècniques que s'utilitzaran, els possibles beneficis esperats, així com els riscos i molèsties potencials. Es deixarà ben especificat el dret a abandonar l'estudi en qualsevol moment, sense cap repercussió assistencial ni acadèmica.

La participació estarà condicionada a la signatura del consentiment informat per part dels tutors legals (Annex 11).

En relació amb la confidencialitat de les dades, aquestes es tractaran d'acord amb el que estableix la Llei Orgànica 3/2018 de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals. Totes les dades seran anonimitzades i codificades, de manera que cap informació personal pugui associar-se directament a un participant. Només l'equip investigador autoritzat tindrà accés restringit a la base de dades, protegida mitjançant contrasenya i emmagatzemada en entorns segurs.

LIMITACIONS DE L'ESTUDI I CONTROL DE BIAIXOS

Per tal de garantir la validesa i fiabilitat dels resultats, s'han establert diverses estratègies per controlar els possibles biaixos metodològics i reconèixer les limitacions pròpies del disseny.

Pel que fa al biaix de selecció, s'aplicaran criteris d'inclusió i exclusió estrictes, i la distribució dels participants als grups es farà mitjançant aleatorització estratificada amb el programari OxMaR, tenint en compte variables com l'edat, la gravetat de l'asma i l'ús de medicació de manteniment.

El biaix d'informació es minimitzarà a través de l'ús d'instruments d'avaluació validats (ACQ, PAQLQ, PEPAP-Q) i de l'aplicació estandarditzada de les proves, a càrrec de fisioterapeutes formats específicament en els protocols de recollida.

Pel que fa al biaix d'expectativa o efecte placebo, es reconeix que la realitat virtual pot generar una percepció de millora independent dels seus efectes clínics reals. Per aquest motiu, es farà una comparació rigorosa amb un grup control que rebrà la mateixa fisioteràpia però sense l'element virtual, per tal de valorar l'impacte específic d'aquesta eina complementària.

Totes aquestes mesures han estat dissenyades amb l'objectiu d'assegurar la validesa interna de l'estudi, reforçar-ne la reproductibilitat i afavorir l'extrapolació dels resultats a la pràctica clínica real.

CONCLUSIONS I IMPLICACIONS CLÍNiques

Els resultats esperats d'aquest estudi podrien representar una aportació significativa i innovadora al camp de la fisioteràpia respiratòria pediàtrica. La integració de la realitat virtual (RV) com a complement terapèutic no només respon a una necessitat clínica real sinó que també obre una nova línia d'intervenció basada en la tecnologia immersiva i l'educació interactiva. Si es confirma la hipòtesi que la realitat virtual millora la funció pulmonar, el control dels símptomes, la qualitat de vida i la implicació activa dels pacients, podrem estar davant d'una eina terapèutica amb un alt potencial d'impacte en la pràctica clínica habitual.

La possibilitat de motivar els pacients pediàtrics mitjançant entorns digitals immersius pot transformar el vincle tradicional entre terapeuta i pacient, fent-lo més participatiu, dinàmic i centrat en les necessitats emocionals i educatives de l'infant.

Les implicacions clíniques d'aquesta proposta són múltiples. En primer lloc, podria representar una millora objectiva en paràmetres de funció pulmonar, però també en la percepció subjectiva de control de la malaltia, mesurada amb escales com l'ACQ i el PAQLQ. A més, una millor qualitat de vida i un menor ús de medicació de rescat podrien traduir-se en menys visites a urgències i una reducció de la càrrega assistencial i econòmica per al sistema sanitari i les famílies. L'ús sistemàtic de la RV en fisioteràpia respiratòria podria contribuir així a millorar l'eficiència del sistema de salut.

Aquest treball també convida a la reflexió sobre la necessitat de reformular l'educació terapèutica en asma infantil, apostant per eines interactives que connectin amb els interessos i formes de comunicació dels infants del segle XXI. La realitat virtual no és només un recurs lúdic; és una eina educativa amb un gran potencial didàctic, capaç de transmetre coneixements complexos sobre la fisiopatologia i el maneig de la malaltia d'una manera més comprensible i memorable.

En definitiva, aquest estudi proposa un canvi de paradigma en l'abordatge terapèutic de l'asma pediàtric. Combinant el coneixement clínic tradicional amb les possibilitats de la tecnologia immersiva, la realitat virtual pot esdevenir una eina transformadora dins del camp de la fisioteràpia respiratòria. Més enllà dels resultats d'aquest assaig, aquesta línia d'investigació obre la porta a futures aplicacions en altres malalties respiratòries cròniques, com la fibrosi quística o la displàsia broncopulmonar, així com en altres àmbits de la fisioteràpia pediàtrica.

Les ulleres de RV i el programa (app educativa per a simulacions de RV) que s'utilitzaran per fer l'estudi es poden veure a l'Annex 12. (23,24). El pressupost total de l'estudi s'observa a l'Annex 13.

BIBLIOGRAFIA

1. Asma: concepto, fisiopatología, diagnóstico y clasificación. Pediatría Integral [Internet]. 2021 [citad el 23 de gener de 2025]. Disponible a: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2021-03/asma-concepto-fisiopatologia-diagnostico-y-clasificacion/>
2. Asociación Española de Pediatría. Tratamiento del asma [Internet]. [citad el 23 de gener de 2025]. Disponible a: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/08_tratamiento_asma.pdf
3. Virtual reality rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial [Internet]. PubMed Central; 2020 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6968810/#CIT0023>
4. Environmental management education using immersive virtual reality in children with asthma: A pilot study [Internet]. PubMed Central; 2024 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10506641/>
5. Kandola A, Edwards K, Straatman J, Dührkoop B, Hein B, Hayes J. Digital self-management platform for adult asthma: Randomized attention-placebo controlled trial. J Med Internet Res [Internet]. 2024;26:e50855. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2196/50855>
6. Ramsey RR, Plevinsky JM, Kollin SR, Gibler RC, Guilbert TW, Hommel KA. Systematic review of digital interventions for pediatric asthma management. J Allergy Clin Immunol Pract [Internet]. 2020;8(4):1284–93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaip.2019.12.013>
7. Qüestionari sobre el control de l'asma (ACQ) [Internet]. BiblioPro; 2009 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: https://bibliopro.org/media/upload/pdf/descargables/descripcion_acq_bibliopro_2009.pdf
8. Resultats del ACQ [Internet]. SVNPar; 2018 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: https://www.svnpar.es/wp-content/uploads/2018/12/Test_ACQ.pdf
9. Qüestionari de Qualitat de Vida amb nens amb asma (PAQLQ) [Internet]. BiblioPro; 2009 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en:

https://www.bibliopro.org/media/upload/pdf/descargables/descripcion_paqlq_bibliopro_2009.pdf

10. Qüestionari de Qualitat de Vida amb nens amb asma (PAQLQ) [Internet]. BiblioPro; 2009 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: https://www.bibliopro.org/media/upload/pdf/descargables/descripcion_paqlq_bibliopro_2009.pdf
11. Resultats del PAQLQ [Internet]. Elsevier; 2025 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-allergologia-et-immunopathologia-105-articulo-cali-dad-vida-pacientes-con-asma-13004017>
12. Medina-Mirapeix F, Del Baño-Aledo ME, Martínez-Payá JJ, Lillo-Navarro MC, Escolar-Reina P. Development and validity of the questionnaire of patients' experiences in postacute outpatient physical therapy settings. Phys Ther [Internet]. 2015;95(5):767–77. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20140041>
13. Flor X, Álvarez S. Membres del Grup de Respiratori de la CAMFiC Coordinació: [Internet]. Camfic.cat. [citado el 6 de marzo de 2025]. Disponible en: https://gestorweb.camfic.cat/uploads/Guia-practica-per-al-maneig-de-asma-2023.pdf?utm_source
14. Rehabilitación mediante realidad virtual en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica: un ensayo controlado aleatorizado [Internet]. PubMed; 2020 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6968810/#CIT0023>
15. Environmental management education using immersive virtual reality in asthmatic children in Korea: a randomized controlled study [Internet]. PubMed; 2022 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35811299/>
16. Miquel-Gomara Perelló J, Román Rodríguez M. Medidor de Peak-flow: técnica de manejo y utilidad en Atención Primaria [Internet]. Scii.es. 2002 [citado el 6 de marzo de 2025]. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/medif/v12n3/tecnicas.pdf>
17. Guillaumes S, O'Callaghan CA. Versión en español del software gratuito OxMaR para minimización y aleatorización de estudios clínicos. Gac Sanit [Internet]. 2019 [citado el 29 de abril de 2025];33(4):395–7. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112019000400395
18. Manual Separ de procedimientos - Asma. Barcelona: SEPAR; 2003.

19. De S en LC al N 294 D 6. de D. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO [Internet]. Boe.es. [citado el 29 de abril de 2025]. Disponible en: https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2018/12/06/pdfs/BOE-A-2018-16673-C.pdf
20. Virtual reality for asthma self-management: A mixed-methods randomized controlled trial [Internet]. BMJ Open; 2024 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://bmjopen.bmj.com/content/13/12/e074688.long>
21. Virtual reality therapy for pediatric asthma management: An emerging intervention [Internet]. Nature; 2020 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41390-020-0874-x>
22. La realidad virtual en procesos dolorosos en niños, ¿una opción para disminuir el dolor y la ansiedad? [Internet]. Evidencias en Pediatría; 2023 [citado 2025 Ene 3]. Disponible en: <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/8183/la-realidad-virtual-en-procesos-dolorosos-en-ninos-una-opcion-para-disminuir-el-dolor-y-la-ansiedad>
23. Meta.com. [citado el 19 de mayo de 2025]. Disponible en: https://www.meta.com/es/refurbished/quest-3s/?utm_source=gg&utm_medium=pla&utm_campaign=22365371231&utm_term=&utm_content=742243119592&utm_ad=177627313816&utm_location=9198860&utm_location2=&utm_placement=pla-2409192630411&utm_device=c&utm_matchtype=&utm_feed=&utm_adposition=&utm_product=SK-1000255-01&&gad_source=1&gad_campaignid=22365371231&gbraid=0AAAAo_xvTlmQc2j-w8wjctNB89fhkV19&gclid=CjwKCAjwraVBBhBjEiwAIr30VN4onSq-Avzgr4pqLg5JSugXR0if3_w7LOjqaDALL2IX1zq9Jp-R0BoC3XwQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds
24. XRHealth [Internet]. XR Health. XRHealth USA Inc; 2024 [citado el 19 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://www.xr.health/>

ANNEXES

1. Abreviatures

FEV1 = Volum espirat màxim durant el primer segon de l'inspiració forçada.

FVC = Capacitat vital forçada.

FEF25-75 = Flux espiratori forçat entre el 25% i el 75% de la FVC.

ACQ = Asthma Control Questionnaire

PAQLQ = Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire

PEPAP-Q = Questionnaire of Patients' Experiences in Postacute Outpatient Physical Therapy Settings

2. Questionari ACQ

ACQ: Cuestionario de control de asma

Este cuestionario consta de 5 preguntas que se puntúan de 0 a 6. Se suman los puntos y se divide entre 5. Según el resultado:

Menos o igual a 0,75: Control adecuado del asma

De 0,75 a 1,50: Asma parcialmente controlada

Más de 1,50: Control inadecuado del asma

En promedio, durante la última semana, ¿con qué frecuencia se despertó por la noche debido al asma?

- 0 : Nunca
- 1 : Casi nunca
- 2 : Unas pocas veces
- 3 : Varias veces
- 4 : Muchas veces
- 5 : Muchísimas veces
- 6 : Incapaz de dormir, debido al asma

En promedio, durante la última semana, ¿cómo fueron de graves los síntomas de asma que tuvo al despertarse por la mañana?

- 0 : No tuvo síntomas
- 1 : Síntomas muy ligeros
- 2 : Síntomas ligeros
- 3 : Síntomas moderados
- 4 : Síntomas bastante graves
- 5 : Síntomas graves
- 6 : Síntomas muy graves

En promedio, durante la última semana, ¿hasta qué punto el asma le limitó en sus actividades

- 0 : Nada limitado
- 1 : Muy poco limitado
- 2 : Poco limitado
- 3 : Moderadamente limitado
- 4 : Muy limitado
- 5 : Extremadamente limitado
- 6 : Totalmente limitado

En promedio, durante la última semana, ¿hasta qué punto notó que le faltaba el aire debido al asma?

- 0 : Nada en absoluto
- 1 : Muy poco
- 2 : Un poco
- 3 : Moderadamente
- 4 : Bastante
- 5 : Mucho
- 6 : Muchísimo

5. En promedio, durante la última semana, ¿cuánto tiempo tuvo silbidos o pitidos en el pecho?

- 0 : Nunca
- 1 : Casi nunca
- 2 : Poco tiempo
- 3 : Parte del tiempo
- 4 : Mucho tiempo
- 5 : Casi siempre
- 6 : Siempre

3. Qüestionari PAQLQ

¿CUÁNTO TE HA MOLESTADO EL ASMA AL HACER LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES DURANTE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS?

	Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	No me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada	No he hecho la actividad
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. _____	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. ¿CUÁNTO TE HA MOLESTADO DURANTE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS LA TOS?

Me ha molestado muchísimo	Me ha molestado mucho	Me ha molestado bastante	Me ha molestado regular	Me ha molestado poco	No me ha molestado casi nada	No me ha molestado nada
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7

EN GENERAL, ¿CON QUÉ FRECUENCIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS TE HAS SENTIDO...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	1	2	3	4	5	6	7
5. DESILUSIONADO O TRISTE POR NO HABER PODIDO HACER LO QUE QUERÍAS debido al asma? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6. CANSADO debido al asma? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

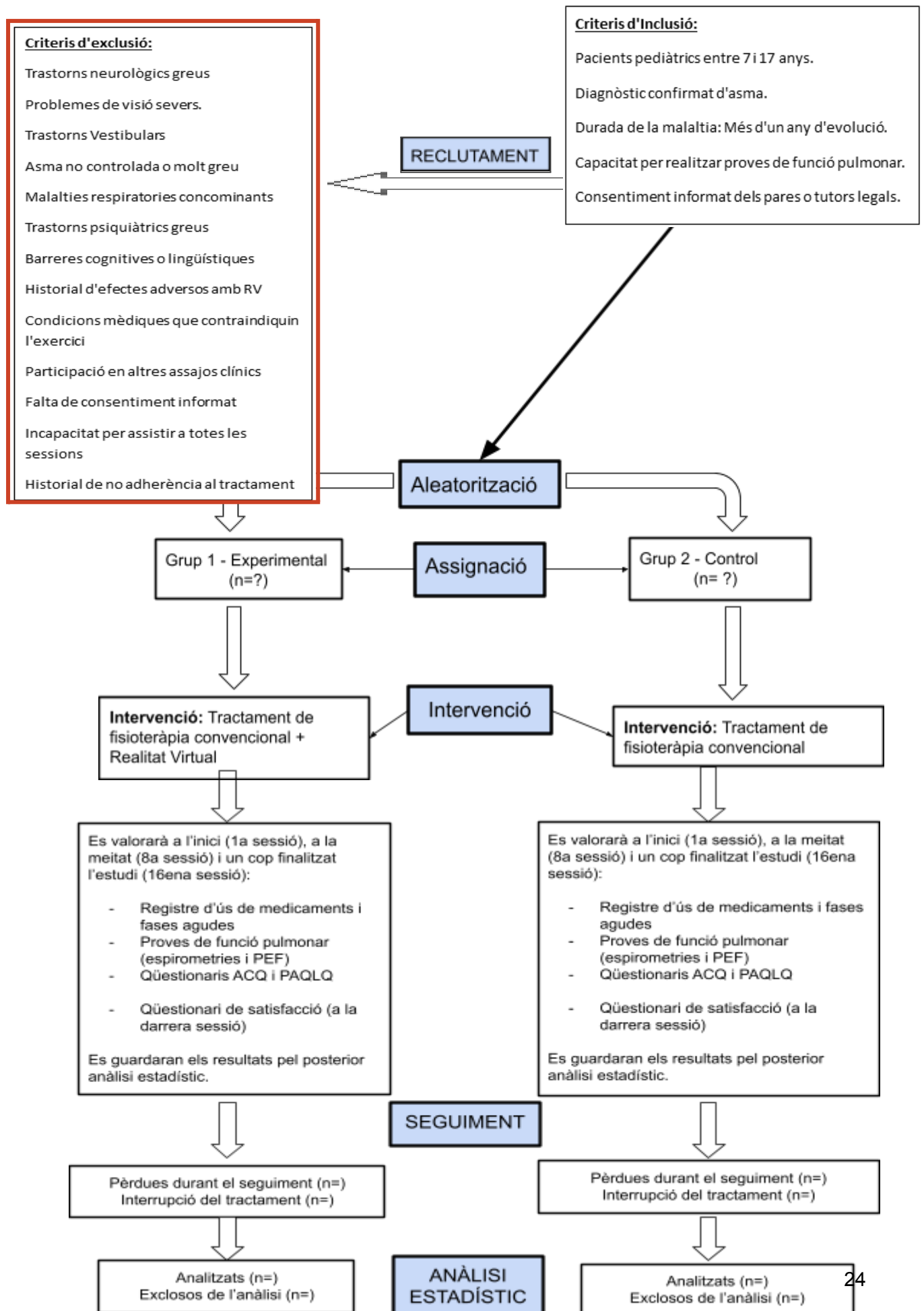
15. EN GENERAL, ¿CON QUÉ FRECUENCIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS TE HAS SENTIDO DESILUSIONADO o TRISTE porque no podías seguir el ritmo de los demás?

Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4	☐ 5	☐ 6	☐ 7

EN GENERAL, ¿CON QUÉ FRECUENCIA DURANTE LOS ÚLTIMOS 7 DÍAS...

	Siempre	Casi siempre	Muchas veces	Bastantes veces	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	1	2	3	4	5	6	7
16. te has DESPERTADO POR LA NOCHE debido al asma? ..	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
17. te has sentido DISGUSTADO O MOLESTO debido al asma? ..	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
18. has notado que te quedabas SIN AIRE? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
19. has notado que NO PODÍAS SEGUIR EL RITMO de los demás debido al asma? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
20. DORMISTE MAL por la noche debido al asma? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
21. has tenido MIEDO DURANTE UN ATAQUE DE ASMA? -----	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Pla de treball



5. Fisioteràpia respiratòria convencional

1. Exercicis per millorar el patró ventilatori

- Respiració diafragmàtica: En posició de decúbit supí i amb les cames flexionades, col·locar una mà a l'abdomen i l'altra al tòrax. Inspirar lentament pel nas inflant la panxa, mantenir l'aire 3 segons, i després expirar lentament per la boca amb les llavis frunzits.
- Respiració amb llavis frunzits
 - Inspirar lentament pel nas durant 3 segons
 - Mantenir la respiració durant 3 segons
 - Exhalar lentament a través dels llavis frunzits durant 3 segons

2. Tècniques per drenar secrecions

a. Tècniques PEP (Pressió Espiratoria Positiva)

- El pacient es col·loca normalment en **sedestació**, amb l'esquena recta i els peus recolzats al terra.
- Es realitza una inspiració profunda i es manté durant 2-3 segons.
- Es col·loca el dispositiu **Acapella** (tipus PEP discontinu amb oscil·lació) a la boca, assegurant un bon segellat.
- Es realitza una espiració lenta i sostinguda a través del dispositiu, mantenint una pressió positiva constant. El temps d'espiració hauria de ser aproximadament el doble del d'inspiració.
- Es duen a terme entre 10 i 15 respiracions consecutives amb el dispositiu.

S'ha seleccionat l'aparell *Acapella* perquè és un dispositiu de pressió espiratoria positiva amb oscil·lació, adequat per a la seva aplicació en infants amb asma, especialment durant episodis d'exacerbació o infeccions respiratòries on hi pot haver acumulació de secrecions. Aquest aparell ajuda a mobilitzar el moc i millorar la ventilació pulmonar combinant la pressió positiva amb vibracions internes durant l'espiració.

A més, el dispositiu és segur i fàcil d'utilitzar en població pediàtrica, ja que:

- Disposa de resistències regulables, adaptables a la força respiratòria dels nens. Ajustarem la resistència al 4 per a tots els participants.
- Permet un enfocament terapèutic més lúdic, afavorint l'adherència al tractament.

b. AFE SUAUA.

Indicat per als participants que tinguin secrecions.

- Posició i respiració: El pacient es col·loca en una posició còmoda i realitza una inspiració profunda per preparar-se per a l'expiració.
- Expiració suau: Es realitza una expiració lenta i controlada, evitant pressions altes per moure secrecions de manera suau.
- El fisioterapeuta ajuda fent pressions externes al tòrax.
- Ritme controlat: La respiració és regular i controlada, amb cicles de respiracions suaus, sense forçar l'aire.
- Repeteix el procés: Es repeteixen diversos cicles, amb pauses entre ells, per ajudar a mobilitzar les secrecions sense provocar irritació.

c. AFE RÀPID

- Quan les secrecions arriben a vies aèries més grans, practicarem l'AFE Ràpid per poder evacuar-les.

3. Control de crisis asmàtiques i de la dispnea

a. Tècniques de respiració controlada durant les crisis

- i. Respiració diafragmàtica
- ii. Respiració amb llavis frunzits
- iii. Control ventilatori: reduir la freqüència i augmentar el volum ventilatori.

b. Relaxació progressiva de Jacobson

- i. En aquest exercici, el fisioterapeuta guia els nens a través d'una sèrie d'activitats de contracció muscular seguida de relaxació progressiva:
 1. Mans i braços: El programa convida els nens a "prémer una pilota" tensant les mans i els braços, i després deixar-la anar, relaxant els músculs.
 2. Cara: Els pacients hauran de fer "cares divertides" tensant els músculs facials i després relaxar-los.

3. Tronc: La RV els demana que "s'inflin com un globus" tensant l'abdomen i després "desinflat-se" relaxant-lo.
4. Cames i peus: Els nens han de trepitjar el terra tensant les cames i els peus, i després "flotar a l'espai" relaxant-los.

4. Ús correcte dels inhaladors

- a. Ensenyar la tècnica correcta d'inhalació
 - i. Demostració pràctica
 - ii. Revisió periòdica de la tècnica

5. Educació sanitària per part del fisioterapeuta.

- a. Informació sobre l'asma i els seus desencadenants
 - i. Explicar la fisiopatologia de l'asma de manera senzilla
 - ii. Identificar els desencadenants específics del pacient
- b. Reconeixement precoç dels símptomes d'exacerbació
 - i. Ensenyar a identificar signes d'empitjorament
 - ii. Establir un pla d'acció en cas d'exacerbació
- c. Promoció de l'adherència al tractament
 - i. Explicar la importància del tractament de manteniment
 - ii. Utilitzar recordatoris i sistemes de seguiment
- d. Consells sobre activitat física i esport
 - i. Fomentar la participació en activitats físiques adequades
 - ii. Ensenyar estratègies per prevenir i manejar els símptomes durant l'exercici

6. Fisioteràpia respiratòria amb Realitat Virtual

Els nens es posen unes ulleres de realitat virtual i es troben en una simulació d'un entorn agradable.

1. Exercicis i tècniques de respiració:
 - a. Respiració Diafragmàtica: En posició de decúbit supí i amb les cames flexionades, col·locar una mà a l'abdomen i l'altra al tòrax. Inspirar lentament pel nas inflant la panxa, mantenir l'aire 3 segons, i després expirar lentament per la boca amb les llavis frunzits.
2. Exercicis per poder dur a terme una correcta administració d'aerosols
 - a. Simulació de l'ús d'un inhalador en RV
 - i. Exhalar completament
 - ii. Col·locar l'inhalador a la boca
 - iii. Inspirar lentament i profundament mentre s'activa l'inhalador
 - iv. Mantenir la respiració durant 10 segons
 - v. Exhalar lentament
3. Tècniques de ventilació i relaxació per el control de crisis
 - a. Respiració amb llavis frunzits
 - i. Inspirar lentament pel nas durant 3 segons
 - ii. Mantenir la respiració durant 3 segons
 - iii. Exhalar lentament a través dels llavis frunzits durant 3 segons
 - b. Relaxació progressiva de Jacobson: Es dur a terme el mateix procediment que amb el grup control però amb l'addició d'ulleres de RV.
 - i. Durant l'exercici, la RV anima als pacients a notar la diferència entre tensió i relaxació, utilitzant metàfores adequades per a la seva edat. L'entorn virtual canvia subtilment amb cada exercici, reflectint l'estat de relaxació del pacient.

Es contempla l'ús de l'aplicació BreatheVR, una eina clínica dissenyada específicament per entrenar tècniques respiratòries com la respiració diafragmàtica, la ventilació dirigida i el control de la dispnea. A través d'entorns visuals immersius, aquesta aplicació ofereix una

experiència interactiva que potencia la implicació del pacient i millora l'adherència al tractament. En el context del nostre estudi, BreatheVR actuarà com a suport a la fisioteràpia respiratòria convencional, afavorint la motivació i el control emocional dels pacients pediàtrics amb asma.

7. Questionnaire of Patients' Experiences in Postacute Outpatient Physical Therapy Settings (PEPAP-Q)

SCALE / items	FACTORS						
	1	2	3	4	5	6	7
EMOTIONAL SUPPORT							
My therapist is aware of my worries.	0.783	0.286	0.018	0.090	-0.048	0.118	0.076
I get encouragement to address worries	0.752	0.256	0.080	0.027	0.055	0.156	0.139
My therapist is interested in my recovery	0.716	0.254	0.070	-0.044	0.098	0.148	0.078
My therapist supervises the exercises	0.705	0.101	0.056	0.096	0.257	0.101	-0.075
I have opportunities to talk about worries/doubts	0.693	0.239	0.010	0.131	0.142	0.166	-0.138
PROVIDING INFORMATION AND EDUCATION							
I am told how to prevent complications	0.358	0.789	0.015	-0.002	0.025	0.021	-0.012
I get information about usefulness of the therapies	0.243	0.782	0.009	0.017	0.090	0.065	-0.051
I get information about the prognosis.	0.245	0.767	0.059	-0.007	0.139	0.172	-0.008
My therapist answers my questions	0.163	0.714	0.004	0.174	0.003	0.138	0.111
DURATION OF ATTENDANCE							
My therapist does not monitor the treatment	0.081	0.016	0.916	0.120	0.063	0.092	0.060
My therapist cannot prevent risk situations	0.016	0.054	0.885	0.103	0.049	0.052	0.058
My therapist does not spend enough time with me	0.080	0.033	0.778	0.232	0.167	0.115	-0.034
INTERRUPTIONS DURING DELIVERY OF CARE							
My therapist has to attend to other professionals	0.055	0.022	0.123	0.869	0.164	0.049	0.021
My therapist has to help other patients	0.111	0.028	0.153	0.857	0.164	0.077	0.076
My therapist has administrative demands	0.050	0.114	0.174	0.759	0.154	0.069	0.133
WAITING TIMES IN THE SEQUENCE OF TREATMENT							
The treatment tables are occupied	0.103	0.016	0.088	0.128	0.826	0.046	0.101
Other equipment is occupied	0.111	0.121	0.011	0.204	0.825	0.132	0.071
Boxes or devices are occupied	0.156	0.085	0.175	0.153	0.765	0.086	0.033
SENSITIVE MANNERS TO PATIENTS' CHANGE							
My therapist adapts treatment to pain	0.143	0.131	0.124	0.089	0.146	0.838	0.025
My therapist adapts treatment to functional status	0.138	0.217	0.147	0.063	0.086	0.773	0.093
My therapist adapts treatment to changes of mood	0.320	0.034	0.004	0.055	0.043	0.738	-0.090
PATIENT SAFETY							
I experience dangerous situations	-0.036	-0.004	0.004	0.051	0.050	0.054	0.873
I have to ask other patients for help	0.087	0.039	0.076	0.148	0.130	-0.034	0.841
Critical value:	7.142	3.333	2.309	1.892	1.748	1.477	1.386
% explanation of variance:	23.81	11.11	7.70	6.31	5.83	4.92	4.62
Kaiser-Meyer-Olkin: 0.828 Bartlett's test: 5018.027 p<0.01							

8. Planificació de la recollida de dades

	Sessió 1 1a Recollida de dades		Sessió 2	
	Sessió 3		Sessió 4	
	Sessió 5		Sessió 6	
	Sessió 7		Sessió 8	
	Sessió 9 2a Recollida de dades		Sessió 10	
	Sessió 11		Sessió 12	
	Sessió 13		Sessió 14	
	Sessió 15		Sessió 16 3a Recollida de dades	

9. Taules de recollida de dades

ESPIROMETRIES

Participant ID	Grup (GC / GI)	Sessió 1 - FEV1 (%)	Sessió 1 - FVC (%)	Sessió 1 - FEF25-75 (%)	Sessió 9 - FEV1 (%)	Sessió 9 - FVC (%)	Sessió 9 - FEF25-75 (%)
1	Control						
2	Control						
...	...						
20	Control						
21	Intervenció						
22	Intervenció						
...	...						
40	Intervenció						

Sessió 16 - FEV1 (%)	Sessió 16 - FVC (%)	Sessió 16 - FEF25-75 (%)

FLUX ESPIRATORI MÀXIM (PEF)

Participant ID	Grup (GC / GI)	Sessió	PEF (L/min)
1	Control	1	
1	Control	9	
1	Control	16	
2	Control	1	
...			
21	Intervenció	1	
21	Intervenció	9	
21	Intervenció	16	
22	Intervenció	1	
...			

QÜESTIONARI ACQ

Participant ID	Grup (GC / GI)	Sessió 1	Sessió 9	Sessió 16
1	Control			
2	Control			
...				
20	Control			
21	Intervenció			
22	Intervenció			
...				
40	Intervenció			

QÜESTIONARI PAQLQ

Participant ID	Grup (GC / GI)	Sessió 1 - Puntuació Total	Sessió 9 - Puntuació Total	Sessió 16 - Puntuació Total
1	Control			
2	Control			
...				
20	Control			
21	Intervenció			
22	Intervenció			
...				
40	Intervenció			

ÚS DE MEDICAMENTS I FASES AGUDES

Participant ID	Grup (GC / GI)	Sessió	Medicaments (Sí / No)	Dossificació
1	Control	1		
1	Control	9		
1	Control	16		
2	Control	1		
2	Control	9		
2	Control	16		
...				
21	Intervenció	1		
21	Intervenció	9		
21	Intervenció	16		
...				

Fase Aguda (Sí / No)	Data fase aguda	Durada Fase Aguda (dies)

QÜESTIONARI DE SATISFACCIÓ (PEPAP-Q)

Participant ID	Grup	Puntuació total	Observacions
1	Control		
2	Control		
...			
21	Intervenció		
22	Intervenció		
...	...		

10. CRONOGRAMA DE L'ESTUDI

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny
Fase de Reclutament						
Reclutament						
Recopilació de dades						
Selecció de la mostra						
Fase d'intervenció						
16 sessions / 25 registres						
Fase final del projecte						
Recollida i anàlisi de dades						
Resultats i conclusions						

11 - Consentiment Informat per a la participació en l'estudi:



CONSENTIMENT INFORMAT DEL PARTICIPANT

“Eficàcia de la Realitat Virtual en la Fisioteràpia Respiratòria: Un Enfocament Innovador per al Tractament de l’Asma Pediàtric”

Centre d’estudi: (Nom del centre/hospital)

Investigador principal: (Nom del responsable de l’estudi)

Data: (Data de signatura)

INTRODUCCIÓ

El/la [nom del menor] ha estat seleccionat/da per participar en un estudi d’investigació que té com a objectiu avaluar l’eficàcia de la realitat virtual com a complement a la fisioteràpia respiratòria en pacients pediàtrics amb asma.

Aquest estudi està autoritzat pel comitè ètic corresponent i segueix totes les normatives legals i ètiques per garantir la seguretat i el benestar dels participants.

OBJECTIU DE L’ESTUDI

L’estudi vol determinar si l’ús de la realitat virtual durant la fisioteràpia respiratòria pot millorar la funció pulmonar, el control de l’asma i la qualitat de vida dels infants diagnosticats amb aquesta patologia.

PROCEDIMENT DE L’ESTUDI

Si accepteu participar, el/la vostre/a fill/a serà assignat/da a un dels dos grups de l’estudi:

- Grup control: rebrà fisioteràpia respiratòria convencional.
- Grup experimental: rebrà la mateixa fisioteràpia respiratòria, però amb la incorporació d’una intervenció amb realitat virtual.

La participació en aquest estudi tindrà una durada de 8 setmanes i inclourà 2 sessions setmanals de fisioteràpia. Durant aquestes sessions, es realitzaran proves de funció pulmonar (espirometria) i es demanarà als participants que responguin qüestionaris sobre la seva qualitat de vida i el control de l'asma.

POSSIBLES BENEFICIS

Aquest estudi pot contribuir a millorar el coneixement sobre nous tractaments per a l'asma pediàtric i ajudar el vostre fill/a a gestionar millor la seva condició respiratòria. Tot i això, no es pot garantir que hi hagi una millora directa en el seu estat de salut.

RISCOS I EFECTES ADVERSOS

L'ús de la realitat virtual és segur en població pediàtrica, però algunes persones poden experimentar mareig, fatiga visual o malestar lleu. En cas que el participant presenti alguna molèstia, podrà interrompre l'ús de la realitat virtual en qualsevol moment. A més, no hi ha riscos afegits en comparació amb la fisioteràpia respiratòria convencional.

CONFIDENCIALITAT I TRACTAMENT DE LES DADES

Totes les dades recollides en aquest estudi seran tractades de manera confidencial i només seran utilitzades amb finalitats científiques. Es complirà la Llei Orgànica 3/2018 de Protecció de Dades Personals i Garantia dels Drets Digitals. La informació s'analitzarà de manera anonimitzada i no s'inclouran noms ni dades personals en els resultats publicats.

DRET A RETIRAR-SE DE L'ESTUDI

La participació en aquest estudi és totalment voluntària. Els pares o tutors poden retirar el seu fill/a en qualsevol moment sense necessitat de justificar-ho i sense que això afecti la seva atenció mèdica habitual.

DECLARACIÓ DE CONSENTIMENT

Jo, _____, (tutor/a legal del menor)
amb DNI _____, declaro que:

- He llegit i entès la informació d'aquest document.
- He pogut fer preguntes i se m'han respost de manera satisfactòria.
- Accepto voluntàriament que el/la meu/va fill/a participi en aquest estudi.
- Sé que puc retirar el consentiment en qualsevol moment sense cap conseqüència.

· Signatura del tutor/a legal: _____

· Data: _____

· Signatura de l'investigador/a responsable: _____

· Data: _____

12 - Ulleres i Programa de Realitat Virtual.



 **XRHealth**

13 - Pressupost de l'estudi

<u>Concepte</u>	<u>Quantitat</u>	<u>Preu</u> <u>unitari (€)</u>	<u>Total</u> <u>(€)</u>
1. Equipament de Realitat Virtual			
Ulleres Meta Quest 3 (refurbished)	2 unitats	399,00	798,00
App educativa (simulacions RV)	2 subscripcions	150,00	300,00
Suport tècnic i configuració RV	1 servei	200,00	200,00
2. Materials de Fisioteràpia Respiratòria			
Dispositius PEP (Acapella)	10 unitats	55,00	550,00
Espiròmetres manuals i PEF	4 unitats	90,00	360,00
Material fungible (mascaretes, tubs, desinfectants, etc.)	Pack per 40 pacients	10,00	400,00
3. Recursos Humans			
Fisioterapeuta (supervisió de sessions – 8 setmanes, 16 sessions x 2 grups)	64 h aprox.	15,00 €/h	960,00
Investigador assistent (registre i anàlisi de dades, suport)	40 h	10,00 €/h	400,00
4. Altres costos			
Impressió i còpies de qüestionaris (ACQ, PAQLQ, PEPAP-Q)	40 pacients x 3 recollides	0,50 €/unitat	60,00
Anàlisi estadística (lloguer SPSS o programari equivalent)	1 subscripció	100,00	100,00

TOTAL ESTIMAT: 4.428,00 €

