

# Uso das novas tecnologias para o desenvolvimento de ferramentas para ajudar fisioterapeutas na avaliação neuromuscular com a escala MFM

**ADRIANA GOMES LISBOA DE SOUZA**

Turma de arquitetura, 2021

02 de junho de 2021

- Fisioterapeuta pela faculdade PUC\_Campinas/ Unipê;
- Especialista em Uroginecologia e Obstetrícia pela Faculdade Redentor, Recife;
- Mestre em engenharia de produção pela Universidade Federal da Paraíba – UFPB, com subárea em Ergonomia, desempenho, saúde e conforto ambiental, com subárea em Ergonomia.
- Doutora em engenharia de produção pela Universidade Grenoble Alpes, laboratório G-SCOP - concepção de produtos e ferramentas para medição da função motora em pacientes com doenças neuromusculares.



## Laboratório G-SCOP - Sciences pour la conception, l'Optimisation et la Production

<https://g-scop.grenoble-inp.fr/>

- Subsidiada pela UGA- Université Grenoble Alpes
- Laboratório multidisciplinar - trabalha com pesquisa e desenvolvimento de design do produto, a gestão dos sistemas de produção e pesquisa operacional.

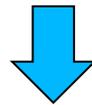
Possui 6 áreas de especialização:

1. Organização Combinatória - OC
2. Pesquisa operacional e sistema de produção - ROSP;
3. Gestão de sistema de Produção - GCSP
4. **Concepção Colaborativa – CC**
5. Concepção de processo de produto – CPP
6. Sistema de informação, concepção robusta de produto - SIREP



**Ergonomia – é a ciência que busca entender a relação do homem com as condições de trabalho, com o objetivo de estabelecer normas para melhorar esse relacionamento.**

Perfil da população x tarefa/ trabalho



Elaborar padrões e medidas para reduzir os riscos

- Atua :
1. Ambiente (Ergonomia física)
  2. Organização de Processo ( Ergonomia organizacional)
  3. Saúde psicológica (Ergonomia cognitiva)

**Ergonomia organizacional** é a macroergonomia, que engloba o entendimento do gerenciamento de recursos de pessoas, projetos de trabalho, cultura organizacional, forma de comunicação, organização em rede, tele-trabalho, gestão de qualidade e modo temporal do trabalho.

Demanda:

- a. Necessidade de modernização (por exemplo, mudança tecnológica).
- b. Ajuste de sistema em curso (alterações que demandam esse ajuste).
- c. Recomendações externas.
- d. Negociações sindicais.
- e. Parecer de um especialista.
- f. Filosofia administrativa.
- g. Conscientização da existência de problemas decorrentes da ausência de ergonomia.
- h. Reclamações e reivindicações dos trabalhadores.
- i. Exigência legal.
- j. Melhor preparação para o mercado e outros.

**Necessidade de modernização – Introdução de tecnologias em um ambiente clínico.**

Introdução de tecnologias acessíveis



- Melhoria dos processos
- Solução de problemas já existentes e perceptíveis
- Aceitação da intervenção (usuário 2)

## Desenvolvimento de uma ferramenta para área de saúde

1. Contexto de trabalho - Doenças Neuromusculares, e avaliação motora funcional e Escala MFM;
2. Eixo de pesquisa 1 - Rastreamento dos movimentos com sensores 3D
3. Eixo de pesquisa 2 - Avaliação da motricidade fina
4. Eixo de pesquisa 3 - Desenvolvimento de jogos e animações baseado na MFM
5. Eixo de pesquisa 4 - Integração da ferramenta para fisioterapeuta

**Concepção Centrada no Utilizador (CCU) - um processo de design iterativo no qual os designers se concentram em envolver os usuários e suas necessidades em cada etapa do design.**

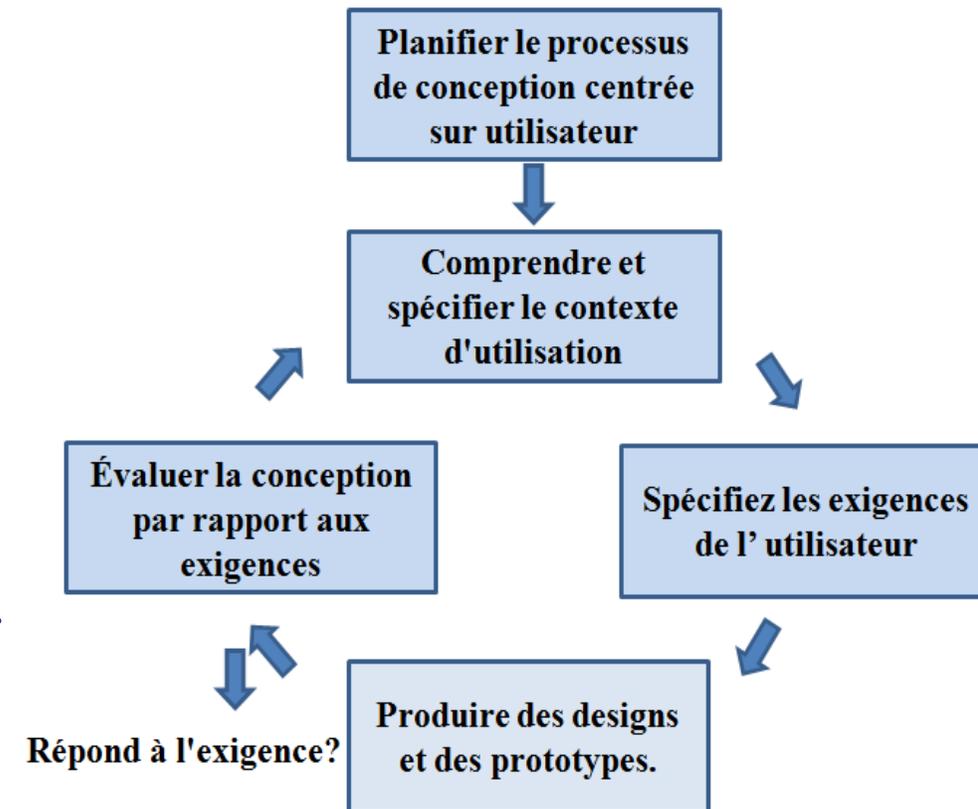
Os princípios-chave deste método envolvem (MAGUIRE, 2001):

- Uma preocupação ascendente dos usuários, suas tarefas e seu ambiente.
- Participação ativa do usuário no processo desde as fases iniciais de criação do produto / serviço / software.
- Uma distribuição adequada de funções entre o usuário e o sistema a ser desenvolvido, com uma divisão de trabalho claramente estabelecida.
- Uma equipe multidisciplinar de constitui a equipe de design para uma ampla contribuição ao produto

**ISO 13407: 1999 / ISO 9241-210 (ISO, 2010)**, o método CCU foca principalmente no uso do sistema, na aplicação de conhecimentos e técnicas de fatores humanos, na ergonomia e na usabilidade.

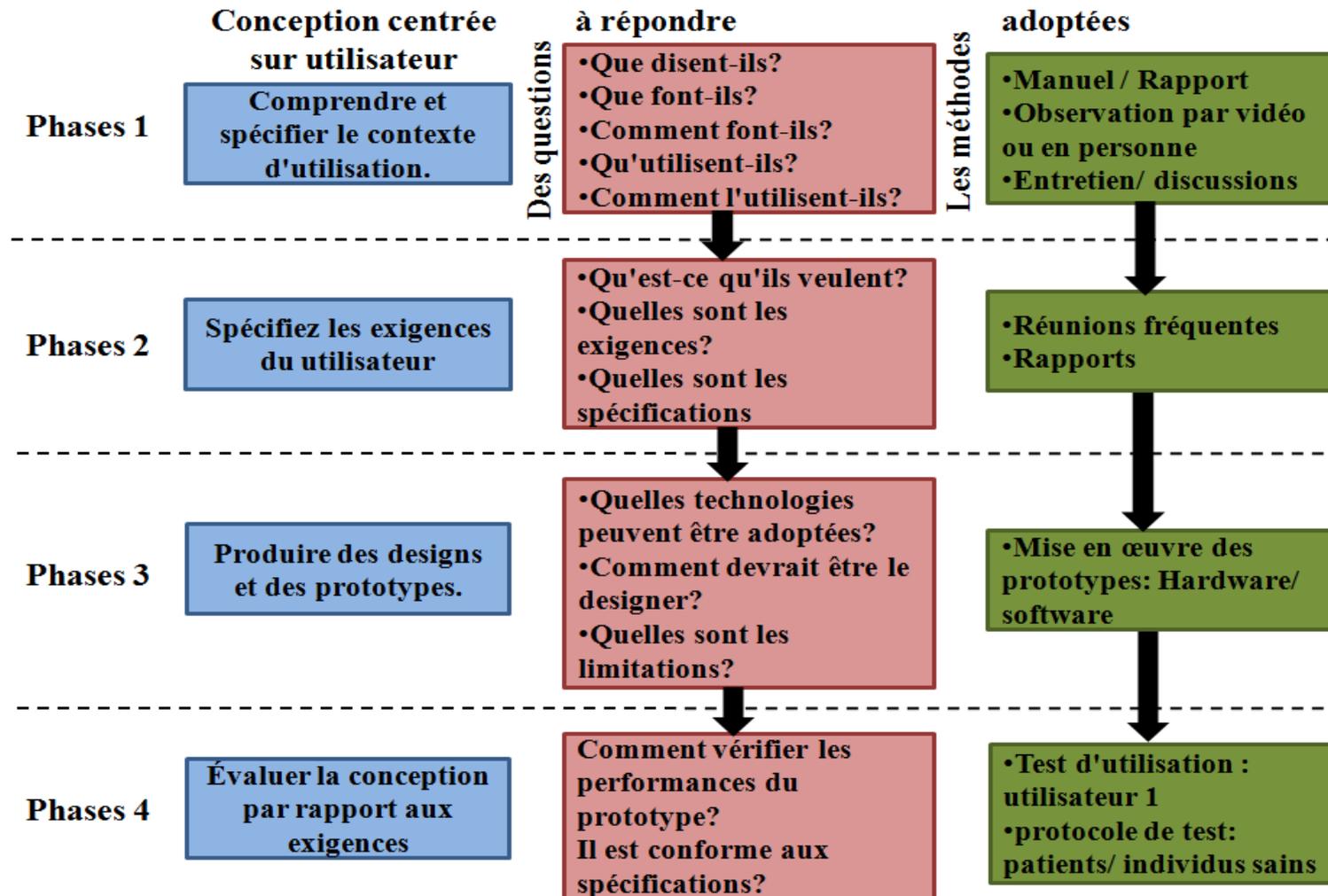
Ciclo iterativo:

- (1) Planejar o processo de design centrado no usuário;
- (2) Compreender e especificar o contexto de uso;
- (3) Especificar os requisitos do usuário e da organização;
- (4) Produzir projetos e protótipos
- (5) Avaliar o projeto em relação aos requisitos do usuário.

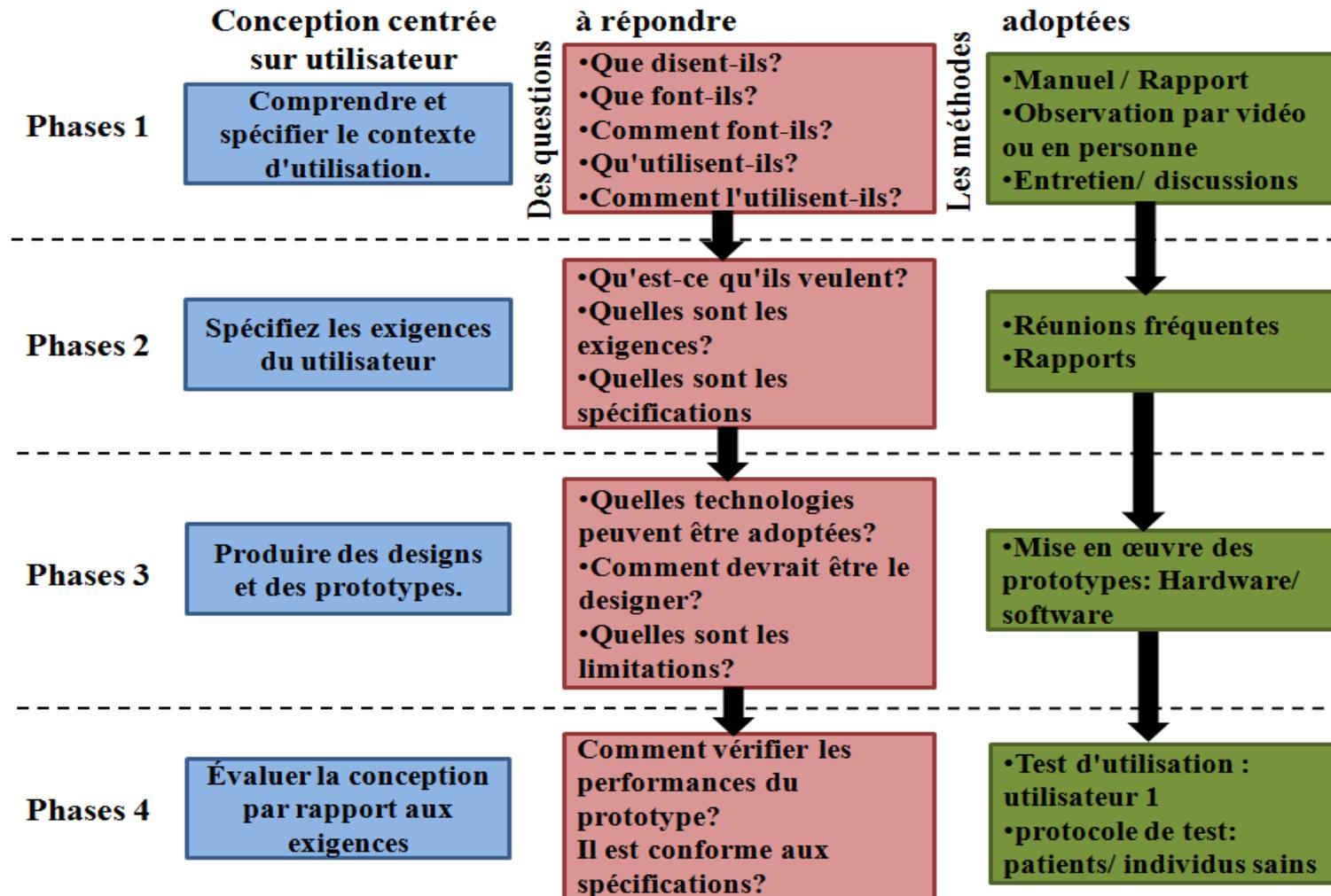


## **Pretenção com o método CCU**

1. Desenvolvimento de uma ferramenta no contexto da escala MFM, cujos usuários são terapeutas (avaliadores) e pacientes.
2. A ferramenta deve auxiliar o terapeuta durante sua análise dos movimentos da criança, fornecendo-lhe informações relevantes sobre a qualidade desses movimentos.
3. A ferramenta deve estimular a participação e o interesse das crianças na cooperação para a realização dos itens.



1. Específica, para cada um dos 4 estágios do processo iterativo, as perguntas que a equipe de design fará .
2. Os métodos ou ferramentas adotados para encontrar as respostas dos usuários



Fase 1- de compreensão e especificação do contexto de uso: Bibliografia, compreensão precisa de como o MFM funciona e seus objetivos.

Fase 2 – Afirmação das exigências dos usuários

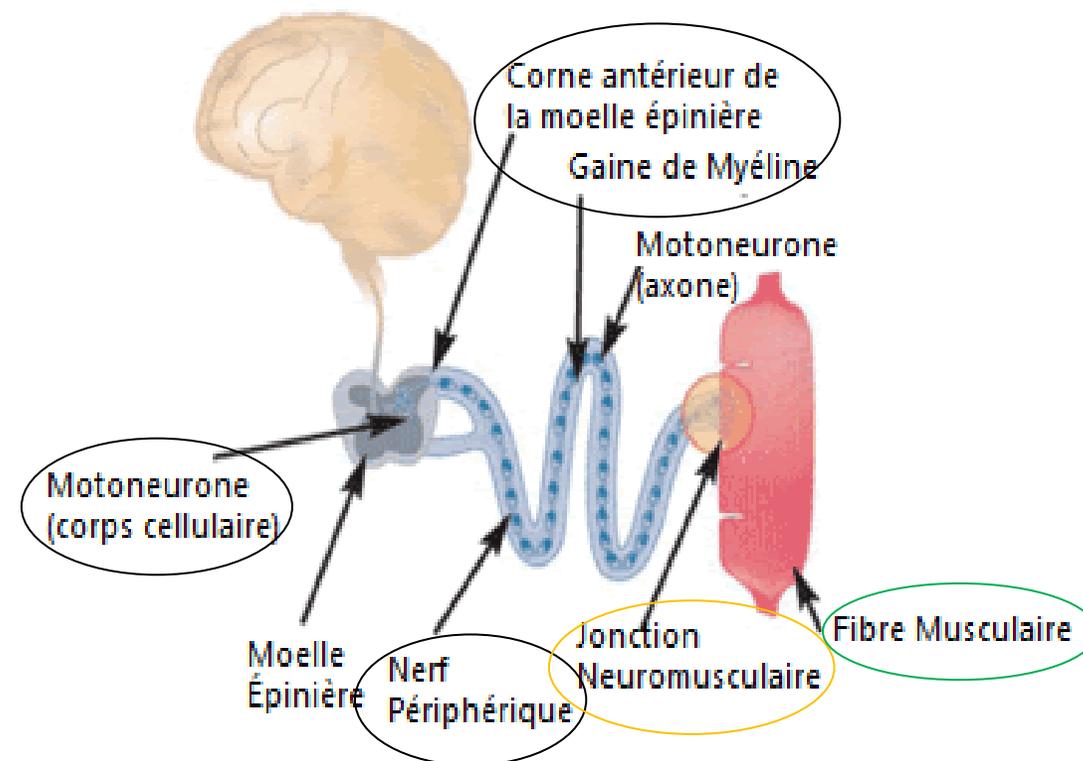
Fase 3 – Propostas de soluções de design e desenvolvimentos de protótipos.

Fase 4 – Etapa de teste, verificação do desempenho dos softwares e hardwares com o usuário 1. Protocolo de teste clínico com o usuário2 (paciente)

## Contexto de trabalho

### Doenças neuromusculares - MNMs

- Grupo de patologias de origem hereditária ou adquirida que atinge o sistema nervoso periférico, a junção neuromuscular ou o músculo.
- Patologias degenerativas progressivas
- Principal sintoma: Fraqueza muscular
- Perda de controle motor e sobre a atividade da vida diária



## Contexto de trabalho

### **Doenças neuromusculares**

**« Hoje são catalogadas mais de 200 patologia »**

- Esclerose Lateral Amiotrófica
- Distrofia Muscular de Duchenne;
- Distrofia Muscular de Becker;
- Miastenia gravis;
- Atrofia muscular espinhal;
- Distrofia muscular de cinturas

- Podem se desenvolver em qualquer idade: infância, adolescência, adultos e idosos;
- Ambos os sexo;
- Não afetam as aptidões intelectuais ou cognitivas

## Contexto de trabalho

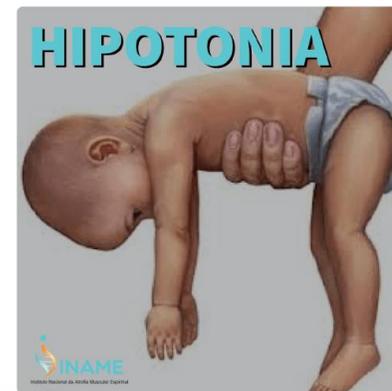
### Amiotrofia Muscular Espinhal Infantil

ASI /SMA pour *Spinal Muscular Atrophy*

- Afeta particularmente crianças
- Degeneração das células do corno anterior da medula espinhal
- Cinco tipos: SMA tipo I, tipo II, tipo III

### SMA tipo I:

- Forma mais severa, com início ainda na gestação ou até 6 primeiros meses de vida.
- Não adquire o controle da cabeça, não rola, nem senta-se.
- Musculatura respiratória é normalmente comprometida



## Contexto de trabalho

### SMA tipo II

- Idade de aparição : 7 a 18 meses
- Inicia com acometimento dos MMII e presença de tremores nos MMSS;
- Podem sentar, mas incapazes de andar .
- Os músculos intercostais são frequentemente acometidos.



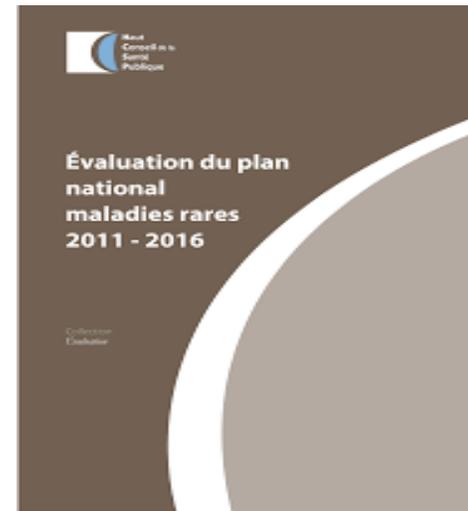
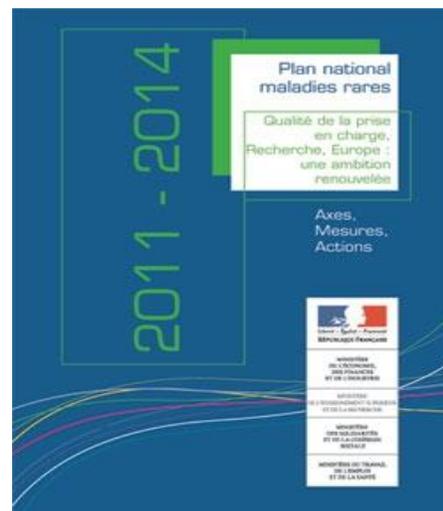
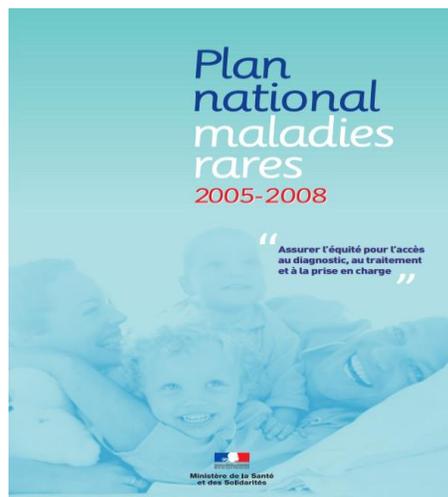
### SMA tipo III

- Idade de aparição : 18 meses a 18 anos
- Fraqueza muscular lenta e progressiva;
- Adquirem todas as aquisições motoras: sentar, nadar, andar...
- Perdas das funções motoras progressivas



## Gestão de doenças raras na França e Europa

- Planos nacionais de doenças raras, com o objetivo de garantir o acesso dos pacientes aos cuidados de qualidade;
- Os cuidados abrangem aspectos funcionais, ortopédicos, respiratórios, cardíacos, nutricionais, psicológicos, cognitivos e de suporte social familiar;
- Acompanhamento a longo prazo com consultas com equipes multiprofissionais;



## Contexto de trabalho

➤ **O diagnóstico: história clínica, exames neurológicos e físicos e exames complementares.**

➤ **As avaliações musculoesqueléticas são importantes - falta de biomarcadores precisos.**

➤ **Monitoramento de paciente : 1. Progressão clínica da doença ; 2. Eficácia do tratamento e intervenções 3. Antecipa as necessidades de adaptação do paciente**

## Métodos

➤ **Testes de força muscular**

➤ **O teste de caminhada de seis minutos;**

➤ **Avaliações funcionais**

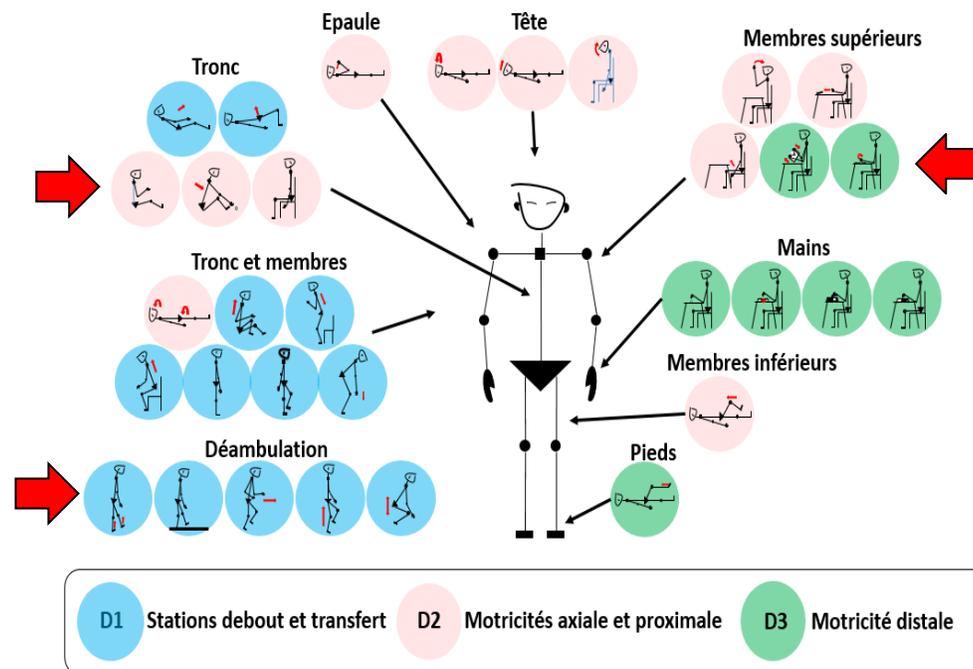
**Avaliações funcionais: "Consiste em realizar tarefas padronizadas que são observadas pelo examinador e pontuadas em uma escala reconhecida"**

## Contexto de trabalho

### Escala MFM - Medida da Função Motora

**MFM - 32 (6 – 60 ans)**

**MFM-20 (moins de 7 ans)**



- Escala validada
- Aplicável à maioria dos MNMs
- Composta por 32 itens
- Itens agrupados por área
- Item avaliado em uma escala de 4 pontos
- Equipamentos específicos e padronizados .



## Contexto de trabalho

### A valiação

- Ocorre no dia da consulta
- Tempo (teste completo de 35 minutos)
- Sala adequada
- Propostas dos itens pelo fisioterapeuta
- Posição inicial do paciente
- Observa e julga os movimentos
- Folha de anotações
- Banco de dados nacional - Pesquisa e ensaios clínicos  
(Departamento de Medicina Física Pediátrica e Reabilitação - L'Escale)



**15. ASSIS SUR LA CHAISE OU DANS SON FAUTEUIL, AVANT-BRAS POSÉS SUR LA TABLE, COUDES EN DEHORS DE LA TABLE**  
Mettre les mains sur la tête

**Position de départ :** Installer le sujet assis<sup>1</sup> devant la table réglée à hauteur adaptée, avant-bras en appui sur la table mais coudes en dehors. Le sujet peut être en appui contre le dossier. S'il est assis dans son fauteuil roulant, les accoudoirs doivent être enlevés.

**Tâche à accomplir :** Mettre les 2 mains sur la tête.

**Consignes complémentaires :** Se tenir les mains ou s'aider de la bouche correspond à une cotation 0. Des compensations au niveau de la tête et/ou du tronc limitent la cotation à 2.

- 0 : ne soulève pas les 2 mains de la table
- 1 : soulève les 2 mains de la table, les avant-bras peuvent rester en contact avec la table
- 2 : soulève les 2 avant-bras de la table mais ne parvient pas à porter les 2 mains en même temps sur le sommet du crâne. Les mains atteignent au moins le niveau de la bouche
- 3 : porte en même temps les 2 mains sur le sommet du crâne, la tête restant dans l'axe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> "assis" se définit comme une position verticale du tronc en appui sur les fesses. L'alignement du bassin et du tronc peut varier mais le tronc ne doit pas être penché de plus de 45° quel que soit le sens. Sauf précision, la position des membres inférieurs est indifférente.  
<sup>2</sup> "tête et/ou tronc dans l'axe" signifie que la tête et le tronc sont bien positionnés dans les trois plans de l'espace. Ils sont verticaux (ni en flexion ni en extension dans le plan sagittal), non inclinés sur le côté (les yeux sont à la même hauteur dans le plan frontal) et non en rotation (dans le plan horizontal).



## Contexto de trabalho

### A valiação

#### Problemas das avaliações:

- Variabilidade das avaliações
  - Inter e intra terapeutas
- Motivação dos pacientes
- Capitalização dos dados de movimentos

### Restrições

#### Demanda de um produto

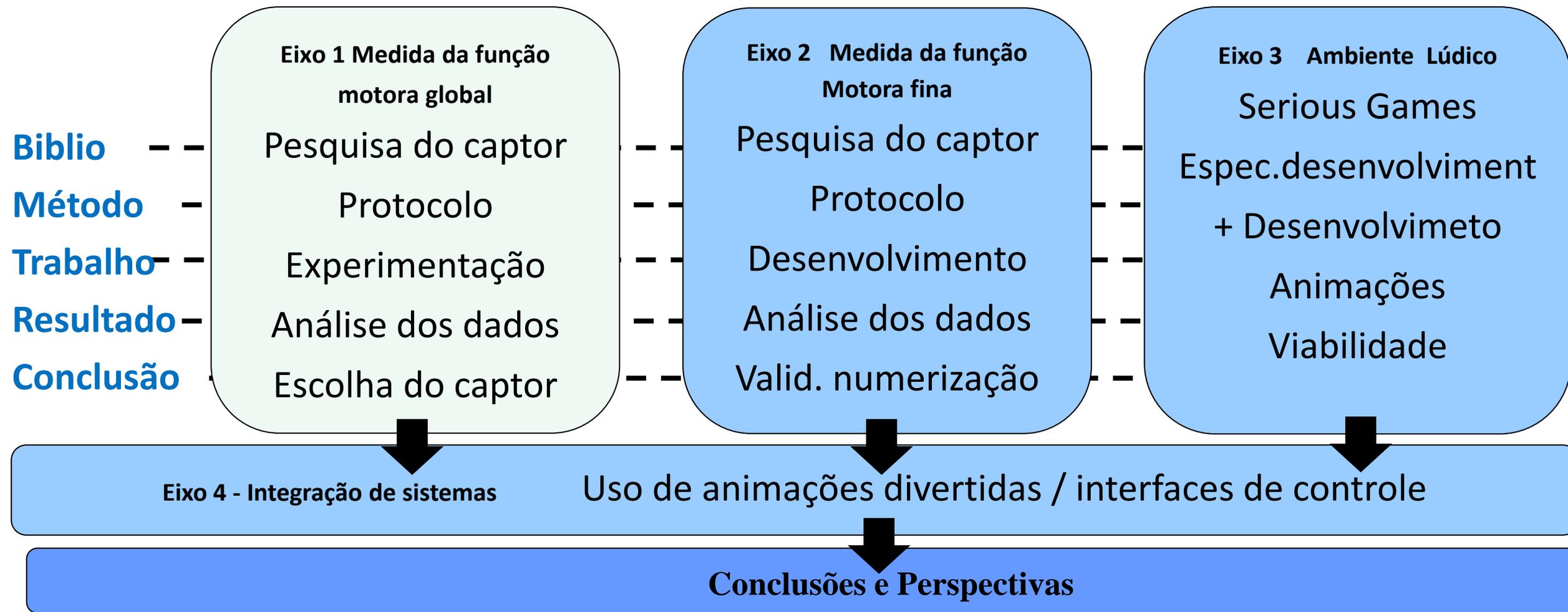
#### Protocolo MFM

- Integração na dinâmica de trabalho
- O terapeuta - no centro das atividades
- Economia de tempo (30 – 35 minutos)
- Manter relações terapeuta-paciente

#### Tecnológica

- Tecnologia de baixo custo
- Adaptável ao protocolo MFM
- Manuseio fácil

Contexte de travail Doença Neuromuscular / Problemática / Trabalhos Anteriores / Questão de pesquisa



## Escolhas das Tecnologias

### Sensor Infravermelho (Kinect, VicoVR, Intel RealSense)

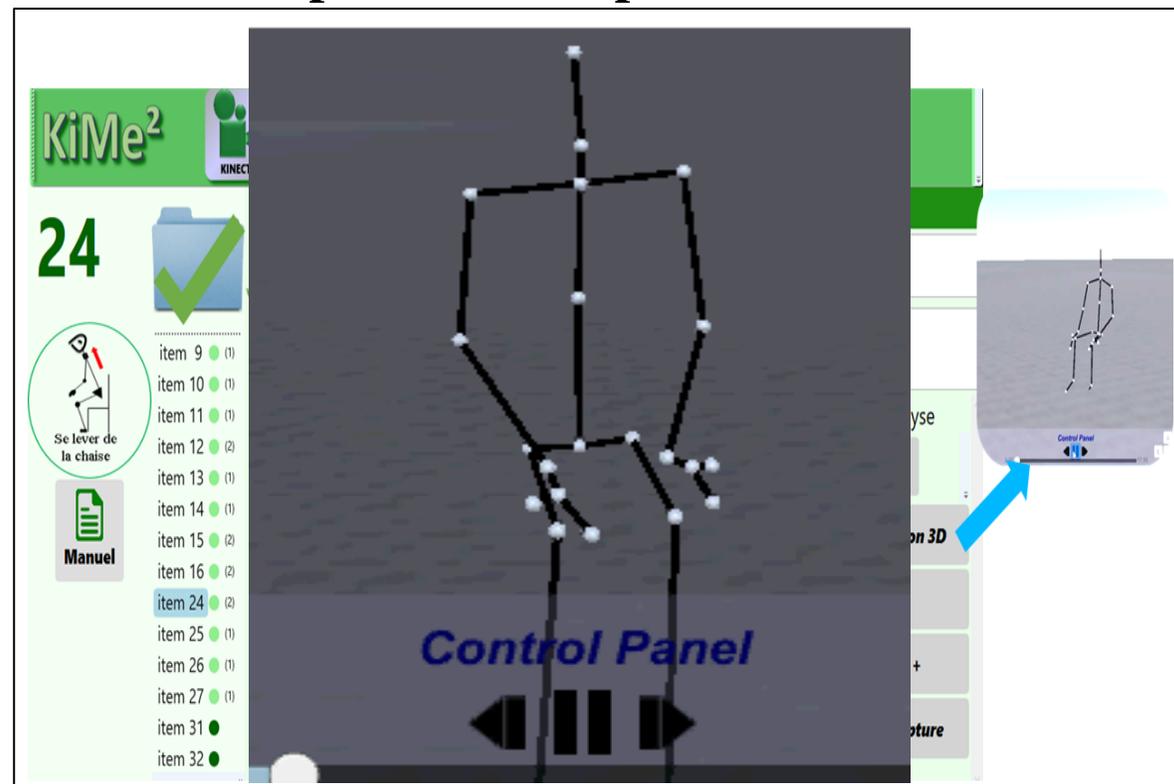
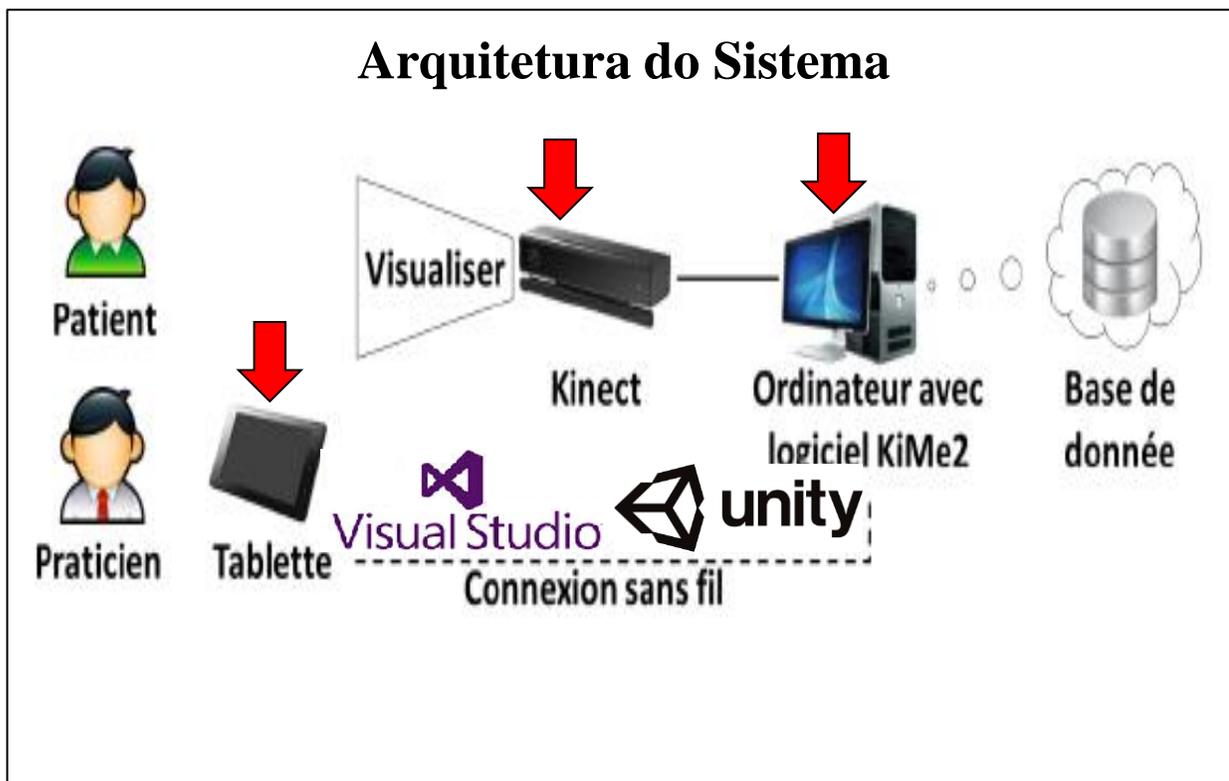


- Tecnologia de Rastreamento 3D;
- Baixo custo
- Fácil acessibilidade aos dados cinemáticos;
- Portátil
- Rastramento (estimativa) do esqueleto 3D

## Contexto de trabalho

### Primeira versão de uma ferramenta de assistência para fisioterapeutas

#### Arquitetura do Sistema



### Motricidade fina

- Última função perdida
- Escala MFM contem 6 - Itens 17 a 22



### Restrição - Rastreamento do movimento da mão

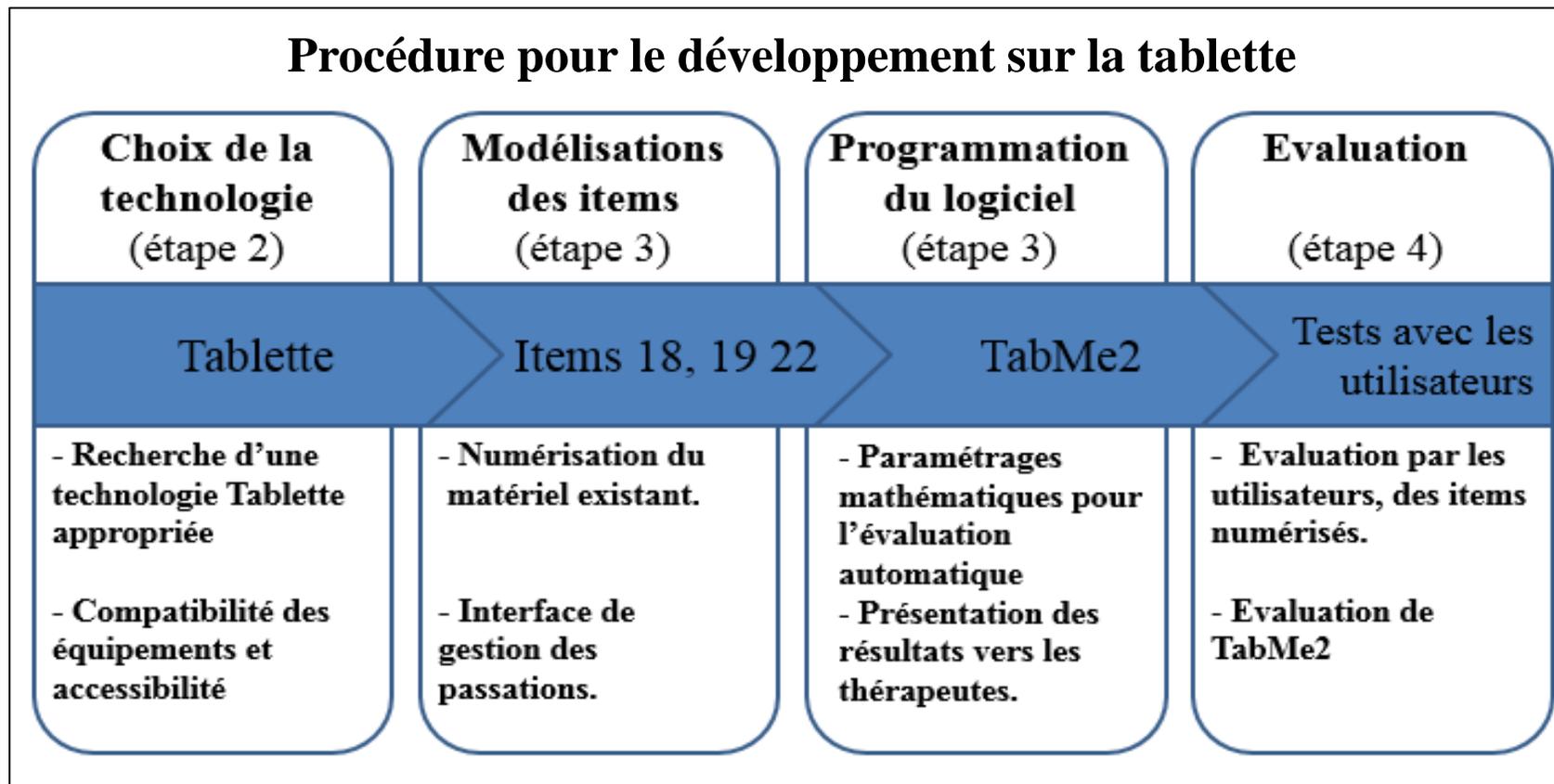
- As mãos devem estar visíveis e separadas
- Movimentos amplos e fluidos
- Posicionada entre 15 e 25 cm
- A postura de “pulso quebrado” é proibida

### Tablet

- Aceito pelo público
- Portabilidade
- A interface do usuário construída em torno de uma tela
- Detecção de toque na tela

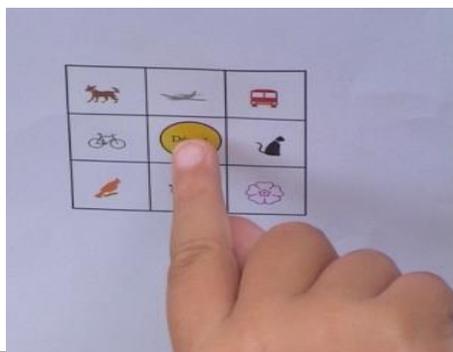
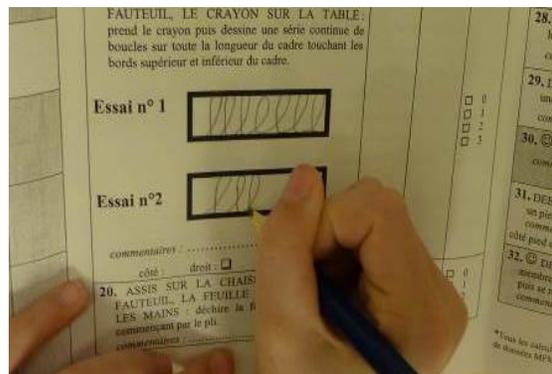


## Metodologia



## Metodologia/ Resultados

### Itens de Motricidade Fina (18, 19 e 22)



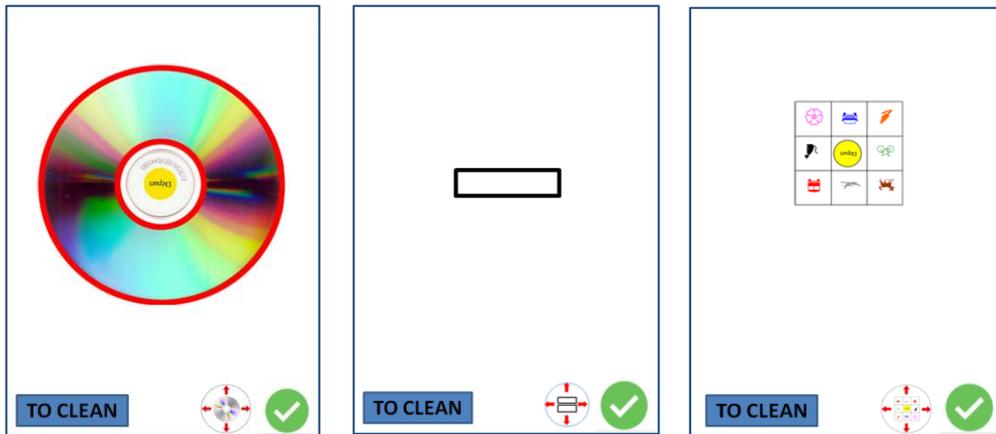
**Item 18** - O item 18 consiste em circular um CD com um dedo, começando com um toque inicial em seu centro. O material padrão utilizado neste item é um CD colado em uma folha de papelão A4 .

**Item 19** - Para o item 19, o paciente deve desenhar uma série contínua de laços em um retângulo, com um lápis, tocando as bordas superior e inferior do retângulo, disponível na folha de avaliação.

**Item 22** - L'item 22 de l'échelle MFM propose que, à partir d'un touché initial sur le dessin central d'une figure, le patient touche ensuite tous les autres dessins qui sont disposés en carré autour de ce dessin central

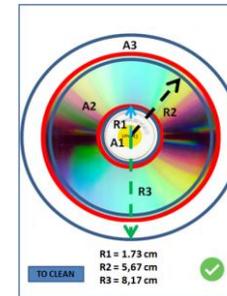
## Metodologia/ Resultados

### Numerização dos Itens para Tablet

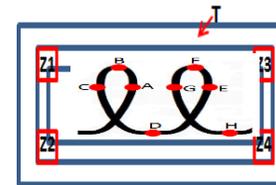


- Características especiais do protocolo MFM
- Particularidades dos pacientes

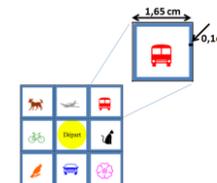
### A implementação do software TabMe2



- Sequência dos toques
- A área de toque dos dedos na tela.
- Ângulos e distâncias entre trilhos adjacentes
- Limites de velocidade.



- Áreas obrigatórias dos desenhos
- Reconhecer loops –
- pontos de inflexão



- Sequência toques
- A precisão
- O número de toques de dedo

## Metodologia e Resultados

### Etapa de teste com usuários

#### Estudo de Validações de interface

Comparar a pontuação de dois suportes: papel x tablet

#### Teste TabMe2

Comparar as pontuações: fisioterapeuta x TabMe2

População: pacientes crianças e adultos (5 a 60 anos)

Protocolo de medição

### Resultados

#### Étude de validation des interfaces

Item	Même score Kiné et TabMe2	Wilcoxon p-value	Spearman Corrélacion p-value
18	34/37	0,157	0,817 ←
19	26/37	0,096	0,677
22	35/37	0,317	0,805 ←

#### Étude Test de TabMe2

Item	Même score Tablette / Papier	Wilcoxon p-value	Spearman Corrélacion p-value
18	20/29	0,096	0,585
19	42/49	0,099	0,999 ←
22	33/37	0,083	0,907 ←

A hipótese nula do teste Wilcoxon é: "as variâncias dos dois grupos (convencional e material do comprimido) são iguais".

### Conclusão

#### Tablet

- Pode ser integrado ao protocolo MFM

#### TabMe2

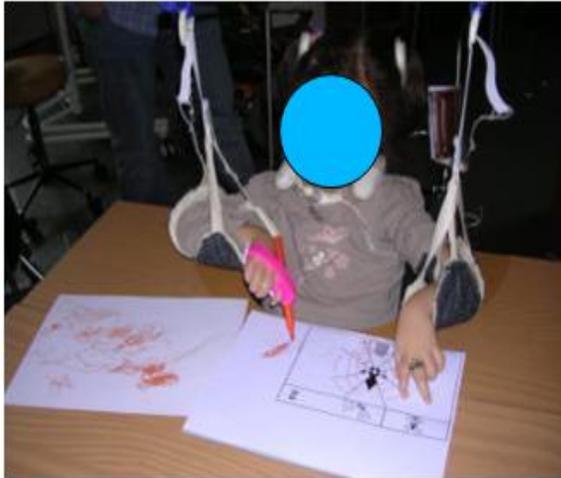
Fornece uma pontuação automática

Fornece os suporte para suas "decisões" de cotação

Permite que você revise os movimentos dos dedos na forma de um desenho

### Ambiente lúdico

- Avaliações mais divertidas
- Avaliações em forma de jogos
- Estimula o interesse e o engajamento



### A introdução da tecnologia na MFM

- Expande o universo lúdico
- Permitir animações
- **Jogos comerciais** : Não é adequado para terapia

### Serious games

- Jogos adaptados às habilidades e interesses dos usuários.
- Entretenimento e Motivação
- Recursos personalizados para pacientes e terapeutas

## Metodologia

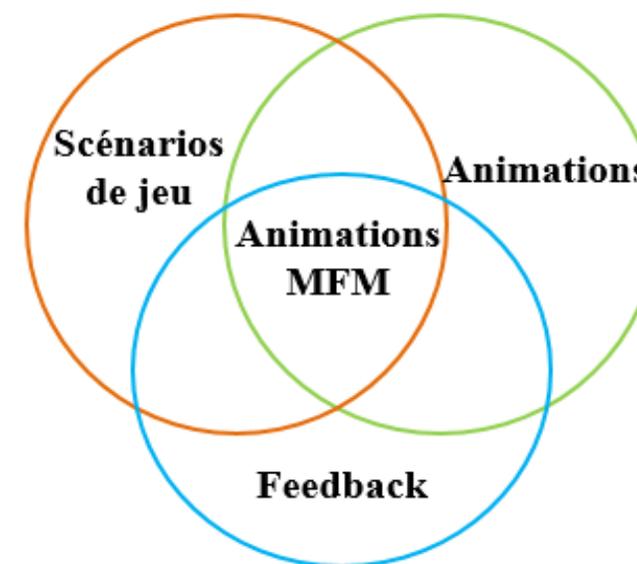
### Design de jogo para MFM

1. Contexto de avaliação
2. Atividades
3. Paradigma de desenvolvimento
4. Mecanismos de interação
5. Feedback
6. Instruções de jogo
7. Adaptabilidade



### Atividades divertidas

#### Quadro estrutural

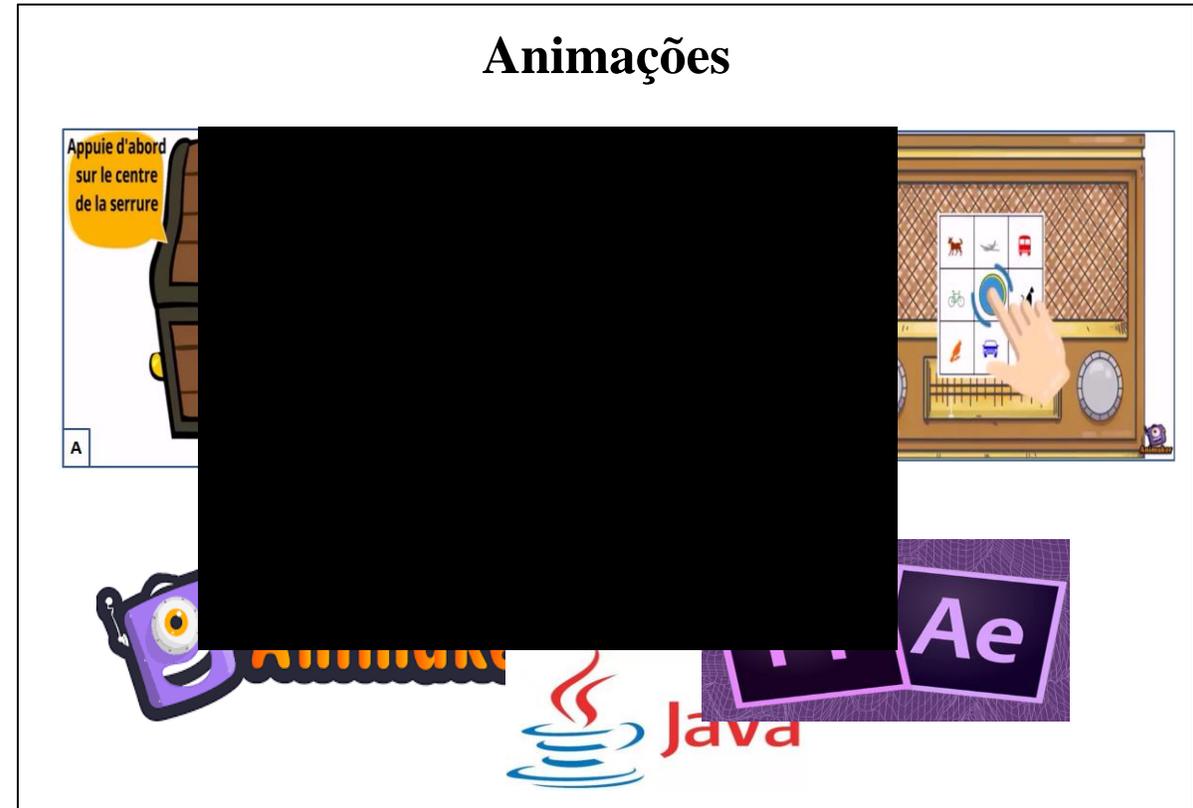


## Metodologia/ Resultados

### Animações

- Tema
- Linguagem
- História
- Adaptabilidade
- Feedback
- Tempo da avaliação 30 - 35 minutos
- O naufrago (habilidades motoras finas)**
- Modelagem dos movimentos das mãos no tablet
- Modelagem ambiental

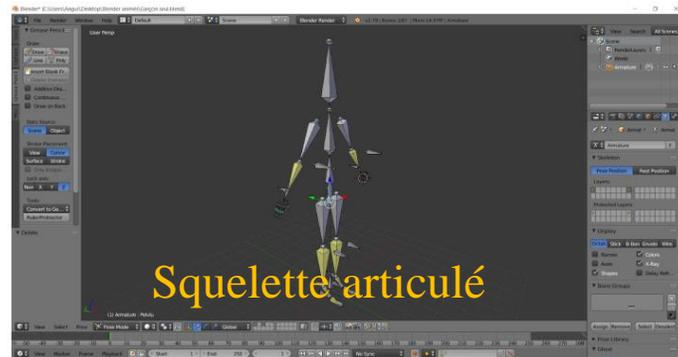
### Animações



## Metodologia/ Resultados

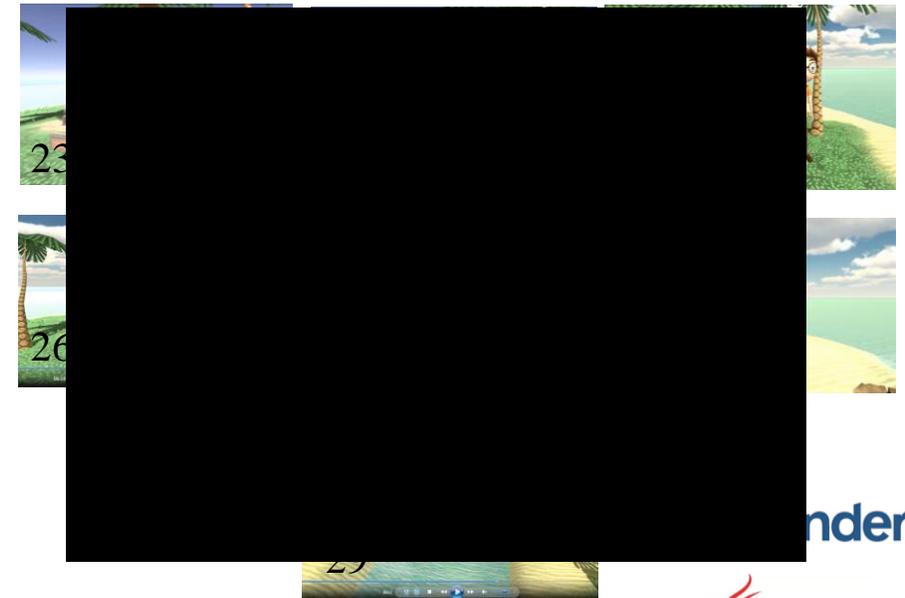
### Animação: O naufrago

Para avaliar os movimentos Globais (itens 23 a 29)



- Modelagem de articulações e movimentos
- Modelagem do personagem e do ambiente

### Animação: O naufrago



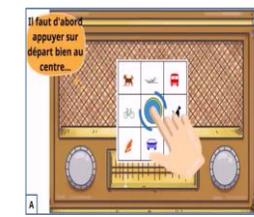
## Conclusão

### Cenário de jogo

- História adaptada ao contexto do MFM

### Ambiente lúdico - Animações

- Modelagem de movimentos do corpo e das mãos
- Modelagem Ambiental - O Náufrago
- Criação de um total de 10 animações
- Testando com pacientes



## Metodologia

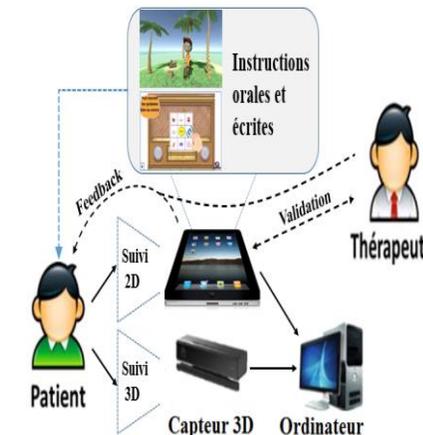
Item	Description	Score
22	ASSIS SUR LA CHAISE OU DANS SON FAUTEUIL, UN DOIGT POSE AU CENTRE DU CARRÉ : souève le doigt puis le pose successivement sur les 8 bessins de la figure sans toucher le quadrillage. COMMENTAIRES : <input type="radio"/> côte droit <input type="radio"/> côte gauche <b>Manuel</b>	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 ITEM22
23	ASSIS SUR LA CHAISE OU DANS SON FAUTEUIL, MEMBRES SUPERIEURS LE LONG DU CORPS : pose en même temps les 2 avant-bras et/ ou les mains sur la table sans bouger le tronc. COMMENTAIRES : <b>Animation</b>	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 TabMe2
24	ASSIS SUR LA CHAISE : sans appui des membres supérieurs, se met debout les pieds rapprochés. COMMENTAIRES : <b>KiMe2</b>	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3
25	DEBOUT AVEC APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS SUR UN MATERIEL : sans appui des membres supérieurs maintient 5 secondes la position debout pieds légèrement écartés, tête, tronc et membres inférieurs dans l'axe. COMMENTAIRES :	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3
26	DEBOUT, AVEC APPUI DES MEMBRES SUPERIEURS SUR UN MATERIEL : sans appui des membres supérieurs, lève un pied 10 secondes. COMMENTAIRES :	<input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1

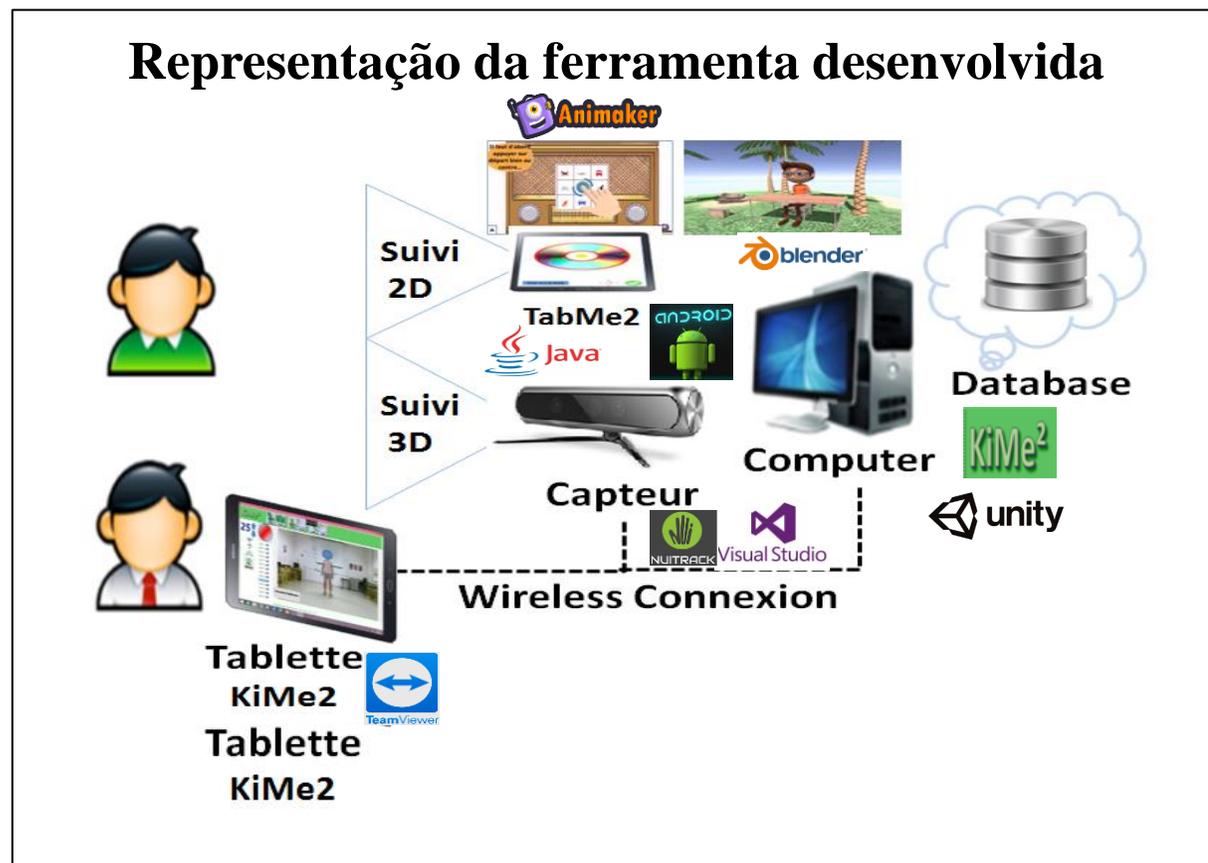
SCORE	
Coopération du patient :	<input type="radio"/> nulle <input type="radio"/> moyenne <input checked="" type="radio"/> opti
COMMENTAIRES :	.....
SCORES MFM EN %	
D1. Station debout et transferts (total D1/0,39)	.....%
D2. Motricité axiale et proximale (total D2/0,36)	.....%
D3. Motricité distale (total D3/0,21)	.....%
SCORE TOTAL (total cotations/0,96) =	.....%
*Tous les calculs sont effectués automatiquement lorsque les données sont saisies dans a Base de données MFM :	
Informations complémentaires pour la saisie dans la Base de données MFM :	
Latéralité:	<input type="radio"/> droitier <input type="radio"/> gaucher <input type="radio"/> indéterminé, ambidextre
Fauteuil roulant à disposition :	<input type="radio"/> non <input type="radio"/> manuel <input type="radio"/> manuel + électrique
Grade de Vignos : _____	
1 - Marche et monte les escaliers sans aide.	
2 - Marche et monte les escaliers à l'aide de rampes.	
3 - Marche et monte lentement les escaliers avec l'aide de rampes (plus de 12 secondes pour 4 marches standard).	

## Integração na prática

- Preparar o material
- Apresentar o ambiente do jogo: história / animação
- Verificar o material
- Validar e salvar as avaliações
- Salvando o resultado diretamente no banco de dados digital



## Resultado / Conclusão



- Acessibilidade
- Integra-se ao protocolo
- Instalação fácil
- Manuseio fácil
- Rápida
- O terapeuta gerencia todas as atividades
- Padrão e segurança

- Desenvolvimento de KiMe2 para rastreamento dos movimentos globais do corpo: 16 items (tese anterior)
- Substituição do Kinect pelo sensor VicoVr.
- Desenvolvimento do software TabMe2 para avaliação da motricidade fina.
- Desenvolvimento de um ambiente lúdico para motivar pacientes jovens.
- Integração de todas as ferramentas desenvolvidas.

- **Validação completa da ferramenta**
- **Melhoria da qualidade das medições pelo sensor de movimento**
- **Software de identificação de tela sensível ao toque Palm para tablet**
- **Desenvolvimento de animações divertidas para os 32 itens**
- **Padronização da caneta para o item 19**

Muito obrigada!

