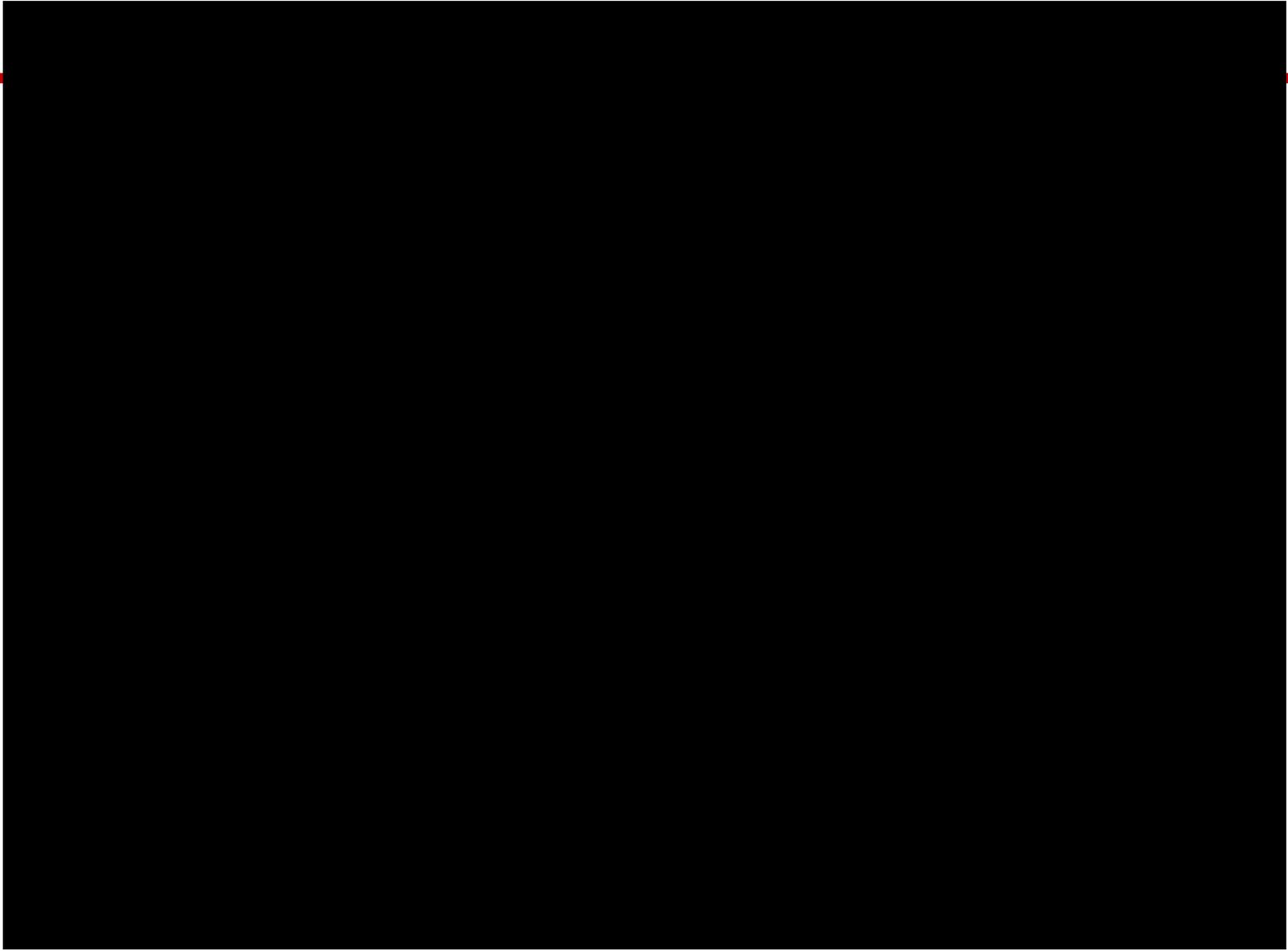
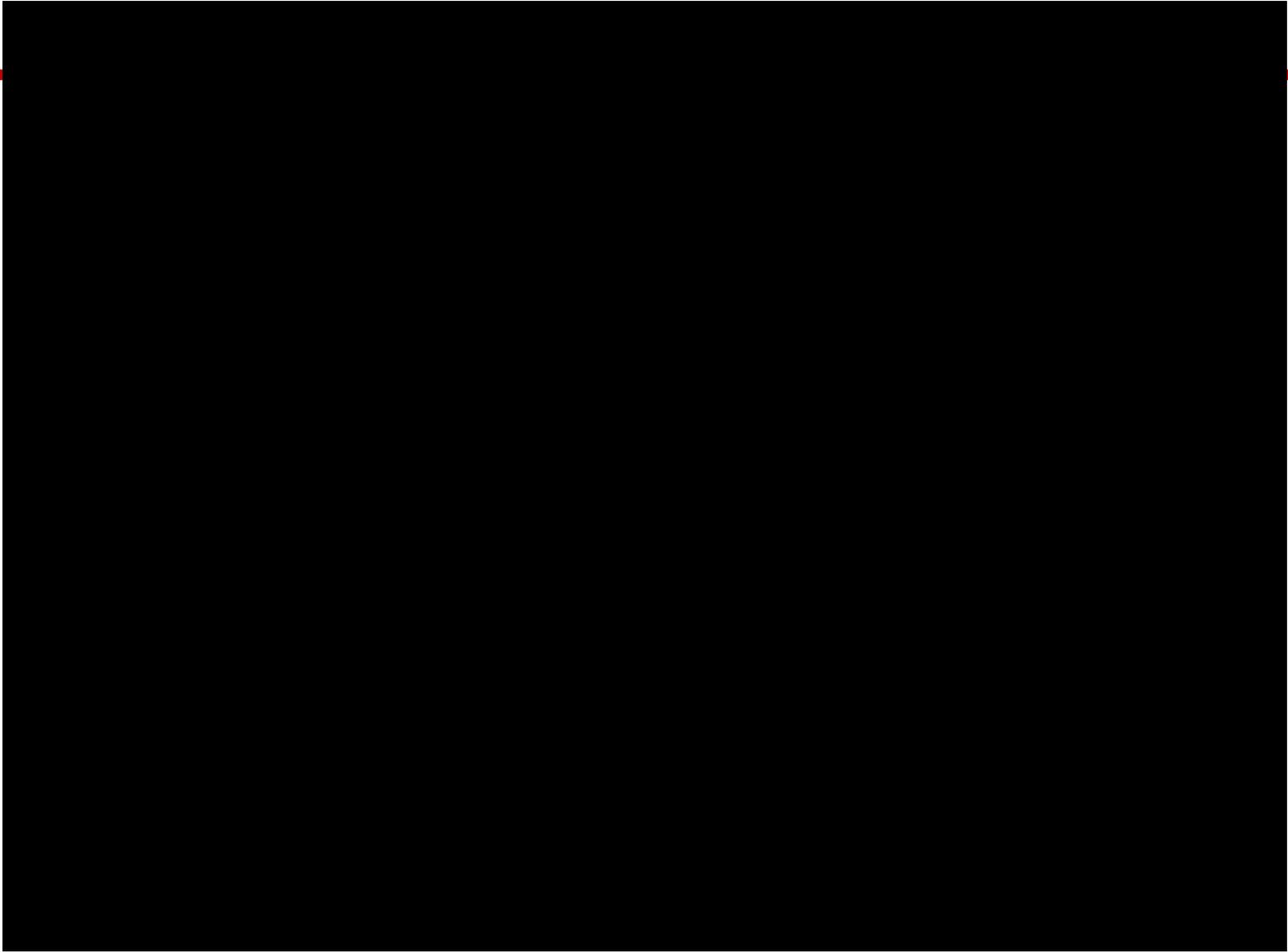


# ***Avaliação usando de/com Ambientes Virtuais***

***Profa. Fátima Nunes***

**Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde  
Escola de Artes Ciências e Humanidades  
Universidade de São Paulo- USP**







- 1. Preciso avaliar?**
- 2. O que avaliar?**
- 3. Quem avalia?**
- 4. Como avaliar?**
- 5. Quando avaliar?**

**1. Preciso avaliar?**

2. O que avaliar?

3. Que avalia?

4. Como avaliar?

5. Quando avaliar?

1. Preciso avaliar?
- 2. O que avaliar?**
3. Quem avalia?
4. Como avaliar?
5. Quando avaliar?

# O que avaliar?

- **Ambiente**
- **Usuário**

# O que avaliar?

- **Ambiente**

- **Avaliação técnica/desempenho**
- **Funcionalidades**

- **Usuário**

- **Tarefas**

- **Métodos**

**computacionais/matemáticos/estatísticos**

1. Preciso avaliar?
2. O que avaliar?
- 3. Quem avalia?**
4. Como avaliar?
5. Quando avaliar?

1. Preciso avaliar?
2. O que avaliar?
3. Quem avalia?
- 4. Como avaliar?**
5. Quando avaliar?

# Como avaliar?

- **Trabalhos correlatos**
- **Com/sem usuários**
- **População (qtde avaliadores)**
- **Métodos já consolidados**
  - **Usabilidade (SUS, TAM, ...)**
  - **Grounded theory (Teoria Fundamentada nos Dados)**

1. Preciso avaliar?
2. O que avaliar?
3. Quem avalia?
4. Como avaliar?
- 5. Quando avaliar?**

## **O que é um AVA 3D?**

# *Ambientes Virtuais de Aprendizagem 3D*

“AVA 3D é um ambiente virtual baseado em recursos tecnológicos diversos com propósito de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem”.

- Muitas pesquisas:
  - Visualização
  - Interação
  - Dispositivos
  - Realismo
  - Jogos
  - Modelagem de objetos

***Mas AVAs 3D realmente  
contribuem para o aprendizado?***

***Como saber?***

**O que é necessário para  
estabelecer uma  
metodologia?**

**Modelo teórico**

**Parâmetros**

**Valores de referência**

...

# ***Avaliação usando AVAs 3D***

- **Cognição**
- **Habilidades**

# Avaliação usando AVAs 3D

- *Cognição*
- **Habilidades**

## Tipos de Aquisição de Conhecimento com base na Taxonomia de Bloom "revisada"

Criar

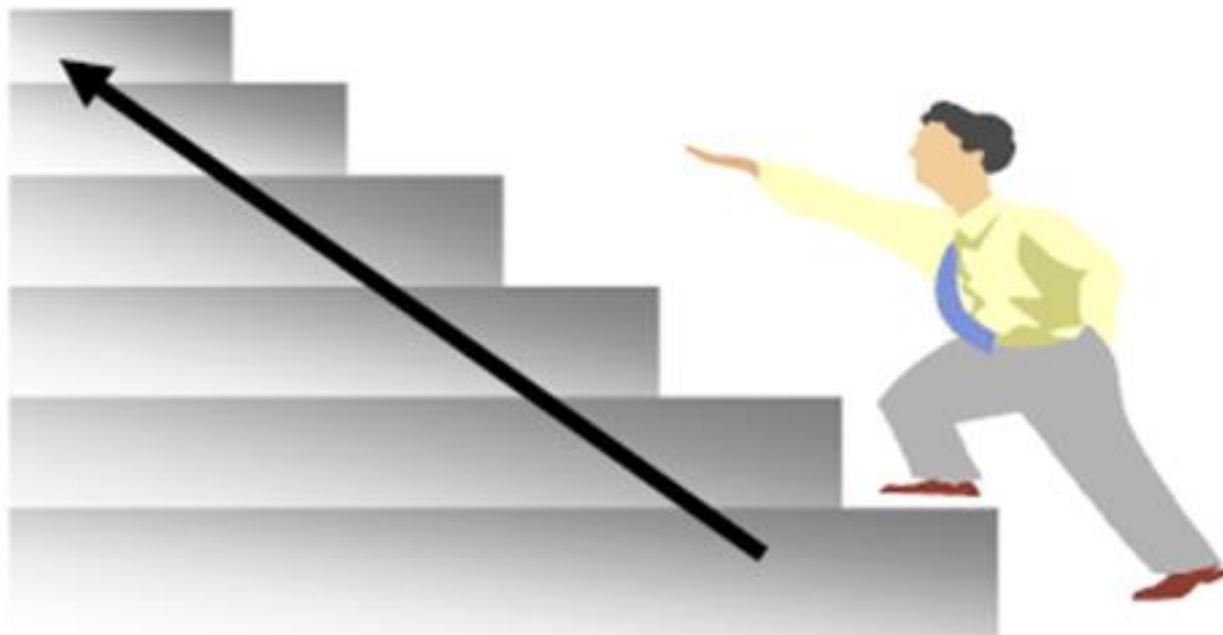
Avaliar

Analisar

Aplicar

Entender

Lembrar



Referência	Abordagem	Foco
<b>(Atkinson e Shiffrin, 1968)</b>	<b>Modelo Clássico</b>	<b>Estudos da Memória</b>
(Rasmussen, 1983)	Modelo SRK ( <i>Skill, Rules, Knowledge</i> )	Fatores Humanos, Erro Humano
(Norman, 1988)	Modelo da ação humana	<i>Design</i> de interação
(Chapanis, 1999)	Processamento da Informação Humana	Fatores Humanos, Erro Humano, <i>Design</i>
(Wickens <i>et al.</i> , 2004)	Processamento da Informação Humana	Fatores Humanos

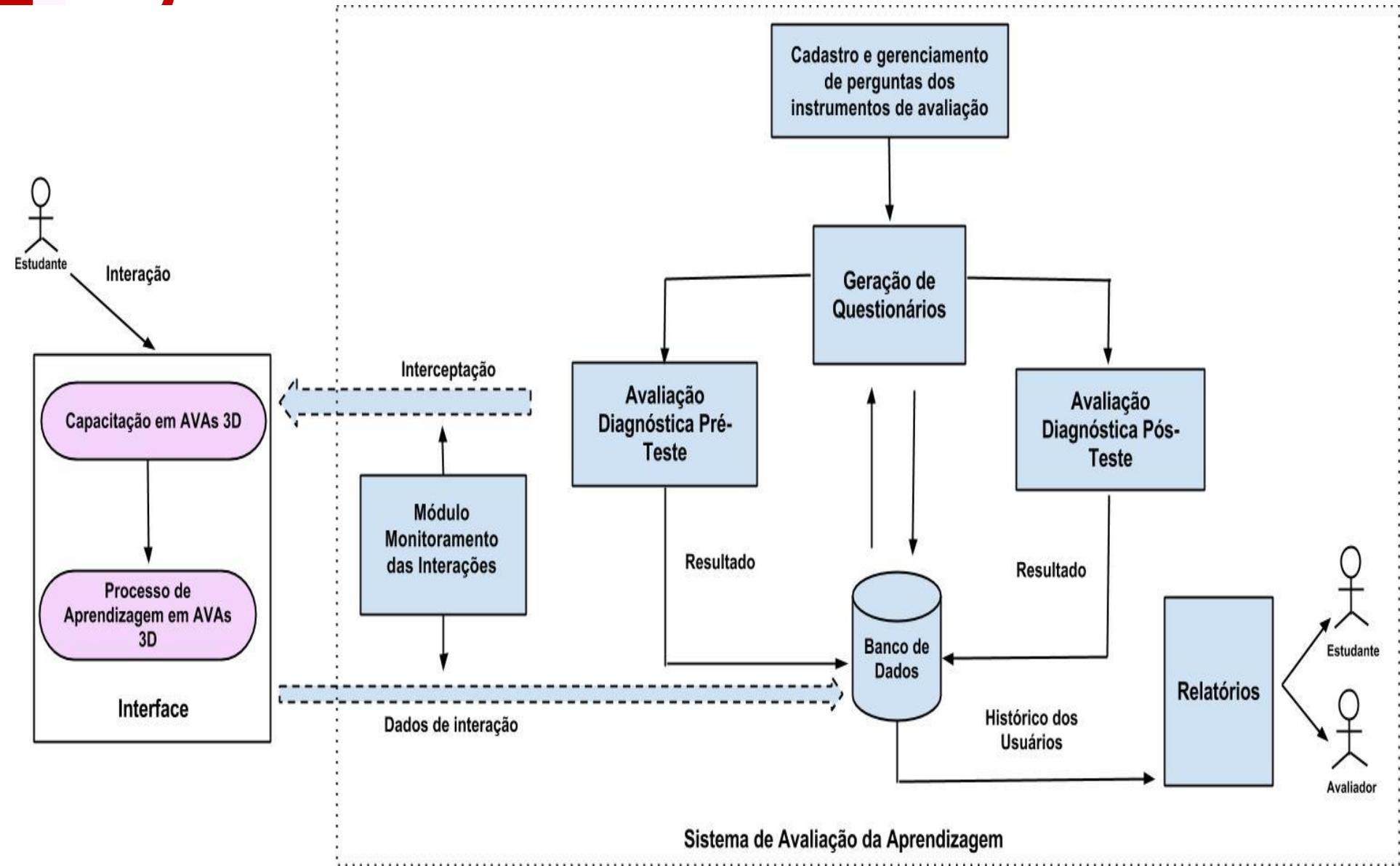
# Parâmetros Selecionados

Parâmetros do usuário	Referências
Tempo exploração AVA 3D	(Toro-Troconis <i>et al.</i> , 2010)
Tempo realização avaliações diagnósticas	(Leftheries <i>et al.</i> , 2012; Lin <i>et al.</i> , 2013)
Erros	(Preece, 2005; Leftheries <i>et al.</i> , 2012)
Acertos	(Preece, 2005; Leftheries <i>et al.</i> , 2012)
Ativo ou Passivo (interações)	(Ayala, 2009; Toro-Troconis <i>et al.</i> , 2010)
Ações	(Kieras e Meyer, 1997; Lin <i>et al.</i> , 2013)
Diferenças individuais	(Lee, 2007)
Encerramento da tarefa	(Preece, 2005)





# Arquitetura do Sistema de Avaliação



# AVA 3D

POA

Registro das interações

Execução do AVA 3D

Gerenciamento do AVA 3D

Interações a serem monitoradas

Interações realizadas pelo participante



Interações configuradas

Configuração das formas de interações

**Componentes do Módulo de Monitoramento das Interações**

Sistema de Avaliação da Aprendizagem

Registro da Interação

Identificação:

O movimento foi:

Mouse

Clicou

com botão direito

com botão esquerdo

Arrastou

Sentido	Botão
<input checked="" type="checkbox"/> para direita	<input type="checkbox"/> com botão direito
<input type="checkbox"/> para esquerda	<input checked="" type="checkbox"/> com botão esquerdo
<input type="checkbox"/> para cima	
<input type="checkbox"/> para baixo	

Rolou (Scroll)

para cima

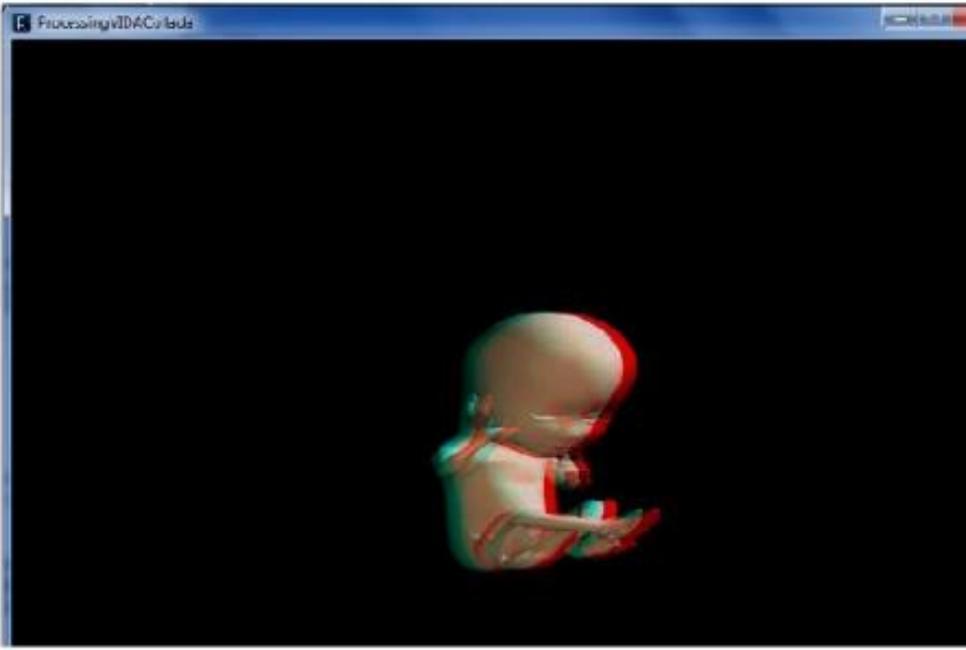
para baixo

Teclado

Tecla

Botão

Identificação(tamnhn e localização)

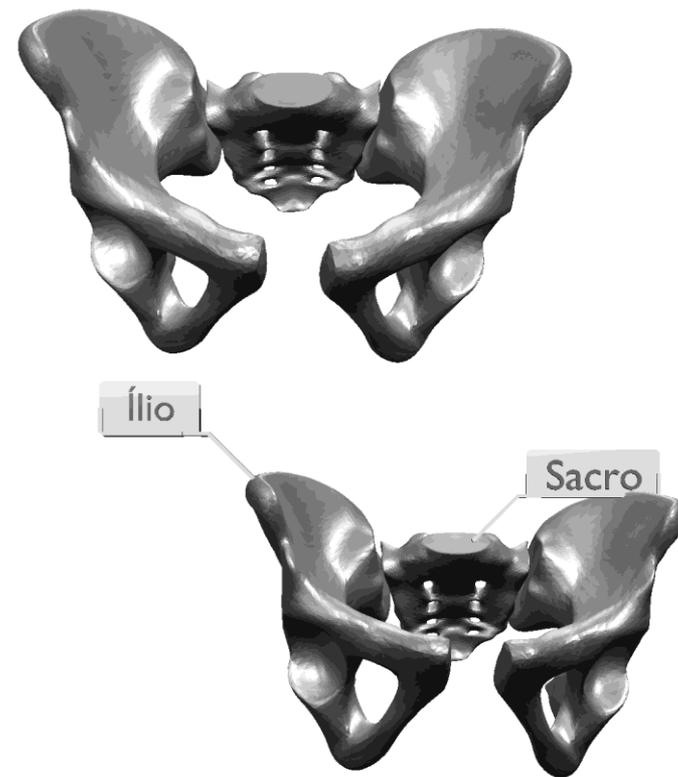
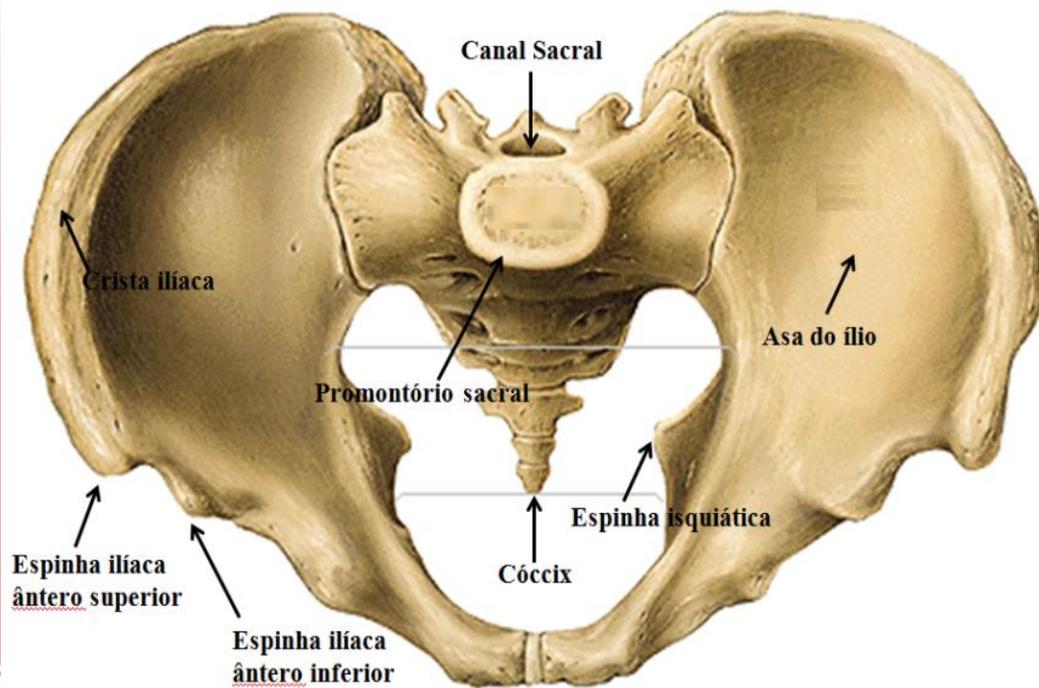


- As interações foram classificadas em:
  - ✓ Navegação
  - ✓ Seleção
  - ✓ Manipulação
  - ✓ Controle

***Qual tipo de interação melhor explica a nota obtida na fase de pós-teste?***

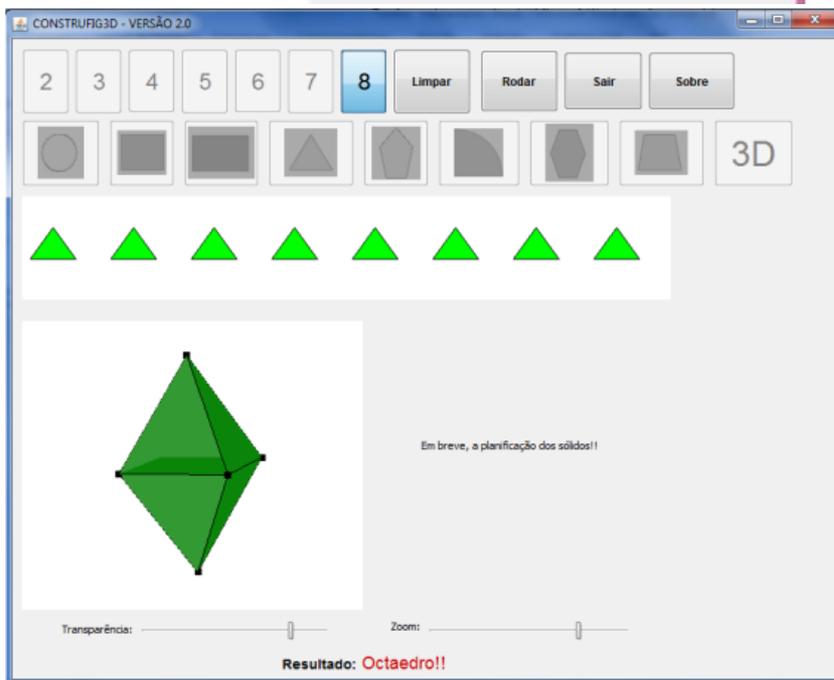
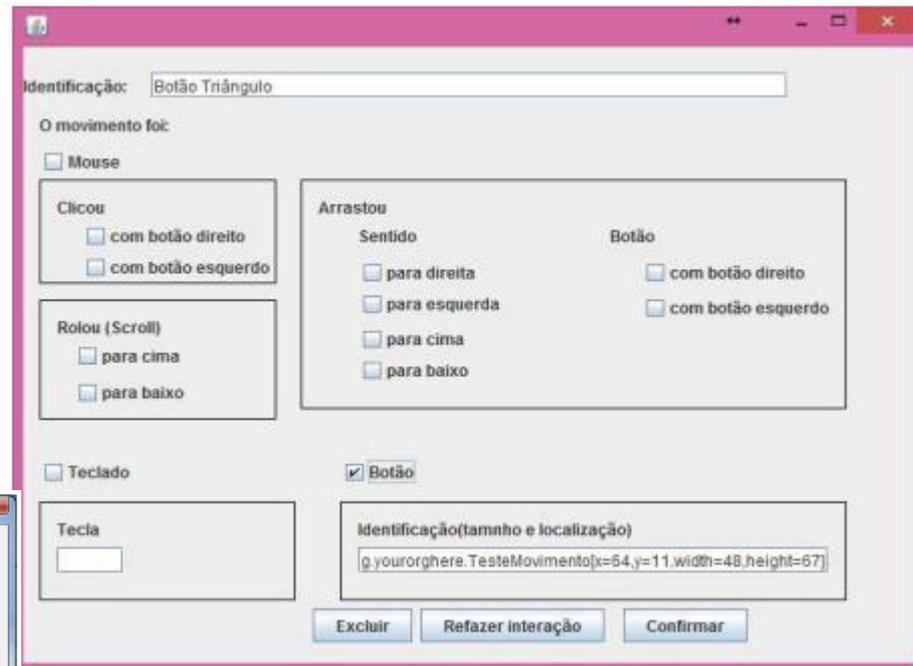
- ***Que parâmetros explicam melhor a nota obtida na fase de pós-teste?***

Parâmetros do usuário	Referências
Tempo exploração AVA 3D	(Toro-Troconis <i>et al.</i> , 2010)
Tempo realização avaliações diagnósticas	(Leftheries <i>et al.</i> , 2012; Lin <i>et al.</i> , 2013)
Erros	(Preece, 2005; Leftheries <i>et al.</i> , 2012)
Acertos	(Preece, 2005; Leftheries <i>et al.</i> , 2012)
Ativo ou Passivo (interações)	(Ayala, 2009; Toro-Troconis <i>et al.</i> , 2010)
Ações	(Kieras e Meyer, 1997; Lin <i>et al.</i> , 2013)
Diferenças individuais	(Lee, 2007)
Encerramento da tarefa	(Preece, 2005)



## jogo "Portugal 1111 – A Conquista de Soure"





# Resultados Experimentais

Experimento	Tipos de Aquisição de Conhecimento	Tipos de Interação
VIDA	lembrar	manipulação e controle
Portugal 1111	lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar, criar	manipulação, seleção, controle e navegação
CONSTRUFIG3D	lembrar, entender, aplicar, analisar, avaliar, criar	manipulação, seleção e controle

Parâmetros do usuário	Descrição
Tempo	Tempo realização - Pré-Teste, Pós-Teste e exploração no AVA 3D
Acertos/Sucesso	Nível de sucesso nas avaliações diagnósticas
Interações (ativo ou passivo)	Interações capturadas durante a exploração no AVA 3D
Diferenças individuais	(Lee, 2007)

# Resultados Experimentais

## Análise Descritiva

	1 – VIDA			2 – Portugal 1111			3 – CONSTRUFIG3D		
	Pré- Teste	Pós- Teste	Evolução Notas	Pré- Teste	Pós- Teste	Evolução Notas	Pré- Teste	Pós- Teste	Evolução Notas
Média	2,7	7,9	5,2	4,1	4,9	0,8	2,2	5,6	3,5
Desvio Padrão	2,1	1,9	2,6	0,8	0,8	0,6	1,6	1,7	1,9
Mínimo	0,0	3,0	-1,0	2,0	3,2	-0,5	0,0	1,0	0,75
Máximo	7,0	10,0	10,0	6,0	6,6	1,8	7,3	9,5	7,5

## Correlação de Pearson – variável Nota Pós-Teste

Variáveis	VIDA	Portugal 1111	CONSTRUFIG3D
Interação Geral	Inexistente $r (0,168) - p (0,265)$	<b>Moderada</b> $r (0,416) - p (0,020)$	Inexistente $r (0,070) - p (0,626)$
Seleção	Não se aplica	Inexistente $r (0,244) - p (0,187)$	Inexistente $r (0,058) - p (0,684)$
Manipulação	<b>Forte</b> $r (0,890) - p (0)$	<b>Forte</b> $r (0,766) - p (0)$	<b>Forte</b> $r (0,863) - p (0)$
Navegação	Não se aplica	<b>Moderada</b> $r (0,408) - p (0,023)$	Não se aplica
Controle	Inexistente $r (0,024) - p (0,879)$	Inexistente $r (-0,294) - p (0,108)$	Inexistente $r (-0,248) - p (0,079)$
Tempo exploração no AVA 3D	<b>Moderada</b> $r (0,482) - p (0,001)$	Inexistente $r (0,310) - p (,090)$	<b>Moderada</b> $r (0,538) - p (0)$

## Correlação de Pearson – incluindo três experimentos

Variáveis	Nota Pré-Teste	Nota Pós-Teste	Evolução das Notas
Interação Geral	Fraca $r (-0,210) - p (0,018)$	Inexistente $r (-0,062) - p (0,490)$	Inexistente $r (0,100) - p (0,267)$
Seleção	Inexistente $r (-0,181) - p (0,043)$	<b>Fraca</b> <b><math>r (-0,293) - p (0,001)</math></b>	Inexistente $r (-0,102) - p (0,257)$
Manipulação	Inexistente $r (0,107) - p (0,231)$	<b>Forte</b> <b><math>r (0,713) - p (0)</math></b>	<b>Moderada</b> <b><math>r (0,482) - p (0)</math></b>
Navegação	<b>Moderada</b> <b><math>r (0,411) - p (0)</math></b>	<b>Fraca</b> <b><math>r (-0,284) - p (0,001)</math></b>	<b>Moderada</b> <b><math>r (-0,511) - p (0)</math></b>
Controle	<b>Fraca</b> <b><math>r (-0,318) - p (0)</math></b>	Inexistente $r (-0,040) - p (0,659)$	Inexistente $r (0,193) - p (0,030)$
Tempo exploração no AVA 3D	<b>Fraca</b> <b><math>r (0,249) - p (0,005)</math></b>	<b>Moderada</b> <b><math>r (-0,413) - p (0)</math></b>	<b>Moderada</b> <b><math>r (-0,498) - p (0)</math></b>

$$\text{nota\_pós\_teste} = (-21,335) + \beta_1 2,994 + \beta_2 (-1,754) + \beta_3 1,430 + \beta_4 0,792 + \beta_5 0,961 + \varepsilon$$

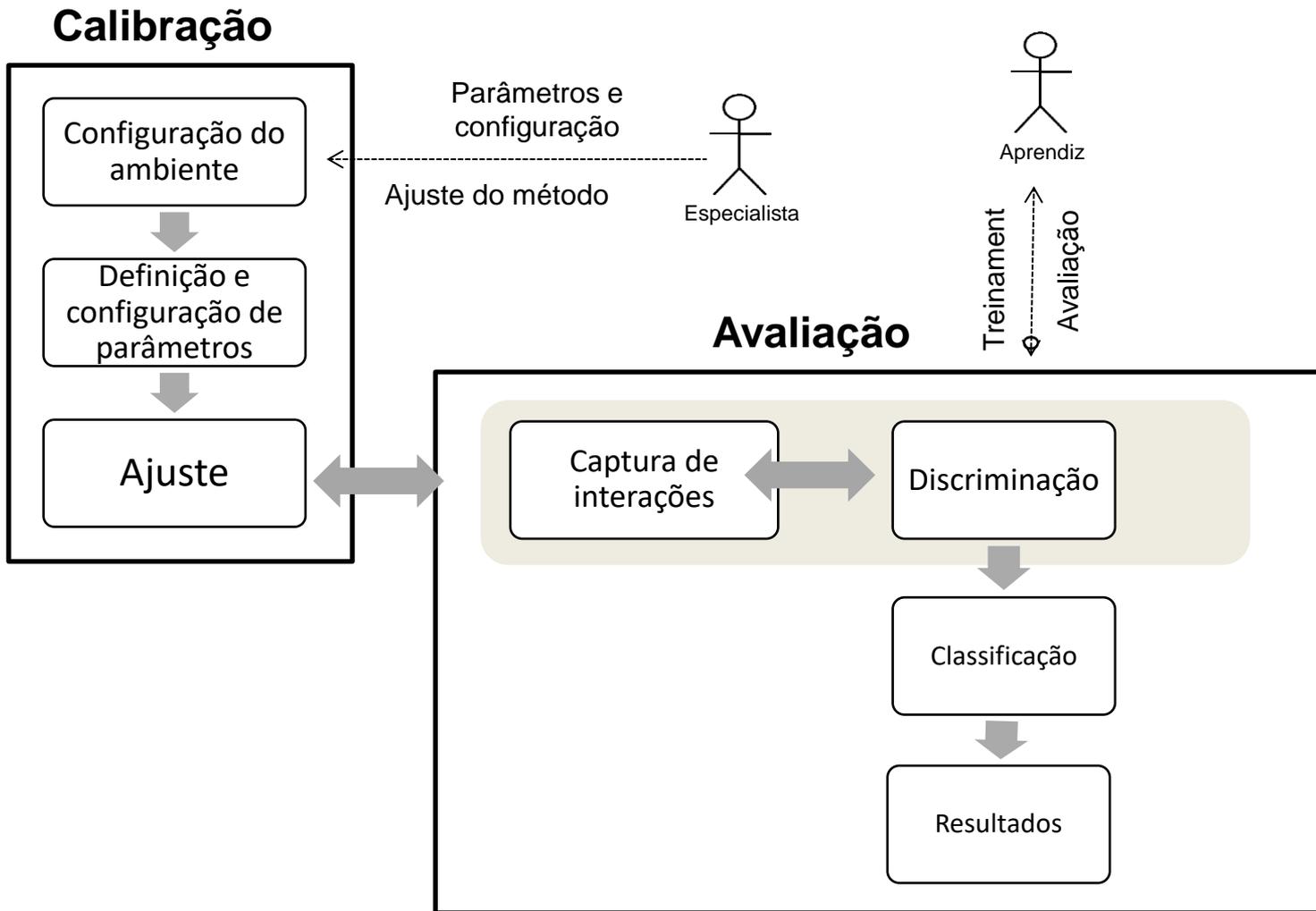
$\beta_1 = \text{manipulação}; \beta_2 = \text{navegação}; \beta_3 = \text{tempo\_exploração}; \beta_4 = \text{nota\_pré}$

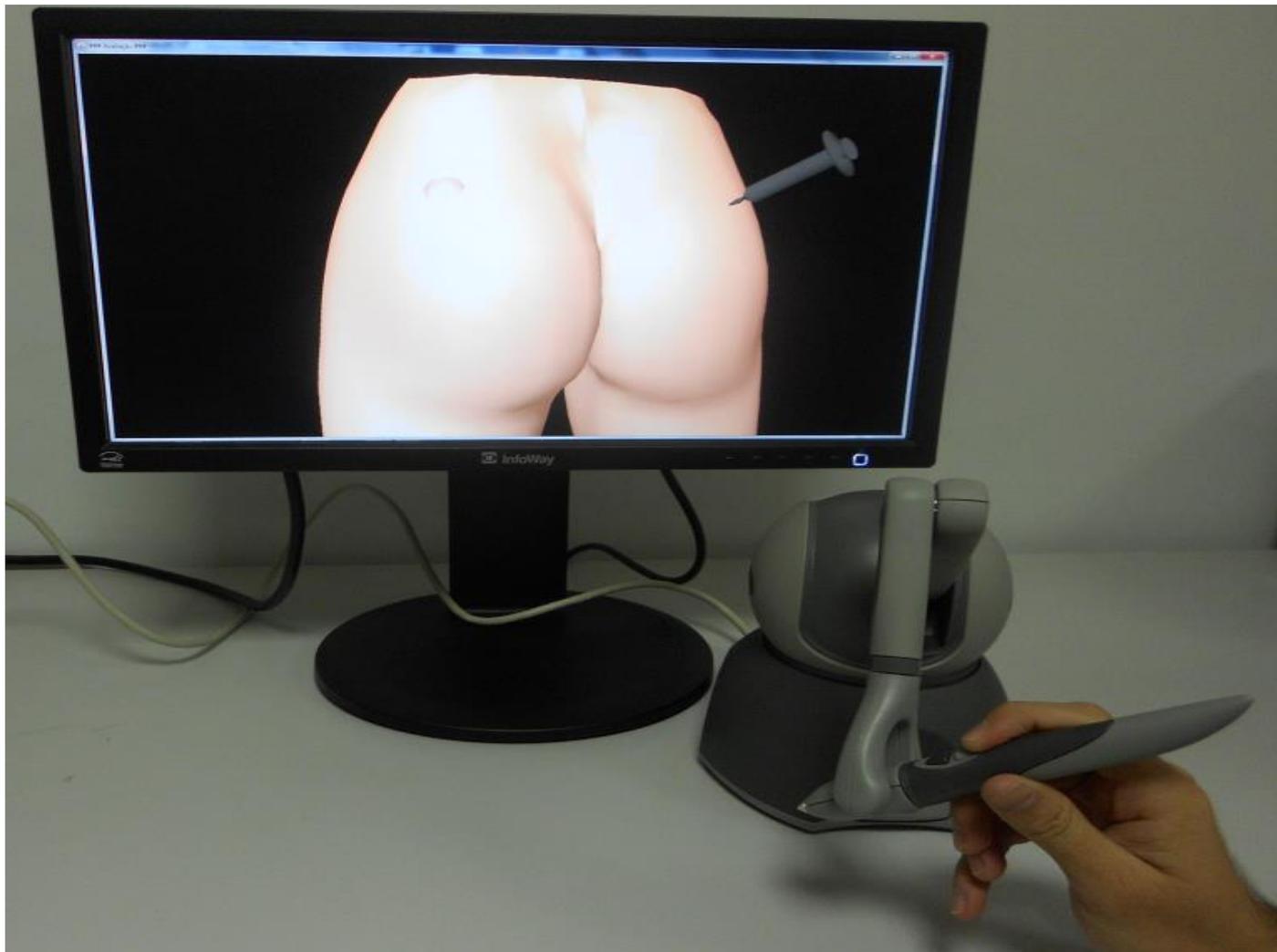
- Em AVAs 3D com características similares, os equacionamentos encontrados podem prever a nota do participante;
- Há indícios de que é possível eliminar a fase de pós-teste do Modelo Teórico de Avaliação.

# Avaliação usando AVAs 3D

- **Cognição**
- *Habilidades*

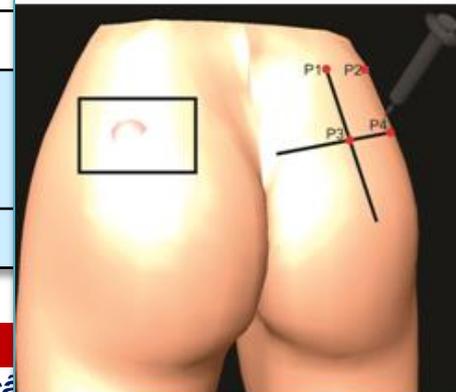
# Avaliação de habilidades





# Exemplo de parâmetros

Etapas	Parâmetros/regras	Tipo	Automatizado
<i>1 – Posicionamento</i>	PP1 - Não colidir em hematoma;	Discriminatório	Sim
	PP2 - Não colidir fora do quadrante superior externo.	Discriminatório	Sim
	<b>PP3 - Movimentos retilíneos</b>	<b>Classificatório</b>	<b>Sim</b>
<i>2 – Inserção</i>	PI1 – Inserir a agulha até o final;	Discriminatório	Sim
	PI2 - Inserção em ângulo de 90 graus (tolerância de 15 graus);	Discriminatório	Sim
	<b>PI3 – Firmeza</b>	<b>Classificatório</b>	
	<b>PI4- Suavidade</b>	<b>Classificatório</b>	
<i>3 - Retirada</i>	PR1 - Retirada em ângulo de 90 graus (tolerância de 15 graus);	Discriminatório	
	<b>PR2 – Firmeza</b>	<b>Classificatório</b>	





# Calibração

Configuração do ambiente

Definição e configuração de parâmetros

Ajuste

Região 2 – Permitida

Região 1 Entorno do umbigo Permitida

Região 3 (umbigo) Não permitida

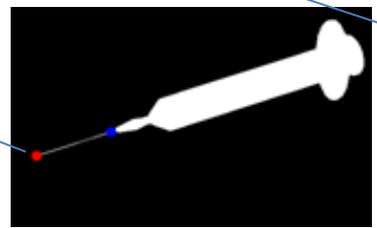
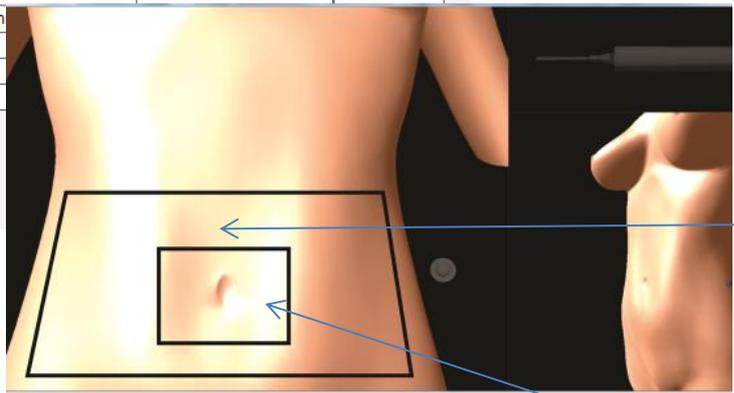
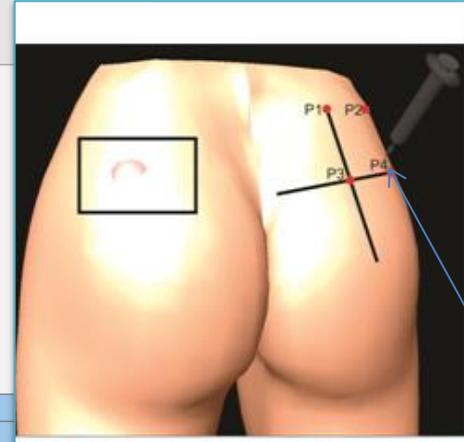
### Calibração

Procedimento **Demarcação** Etapa Parâmetro Resumo do Procedimento

Nome:

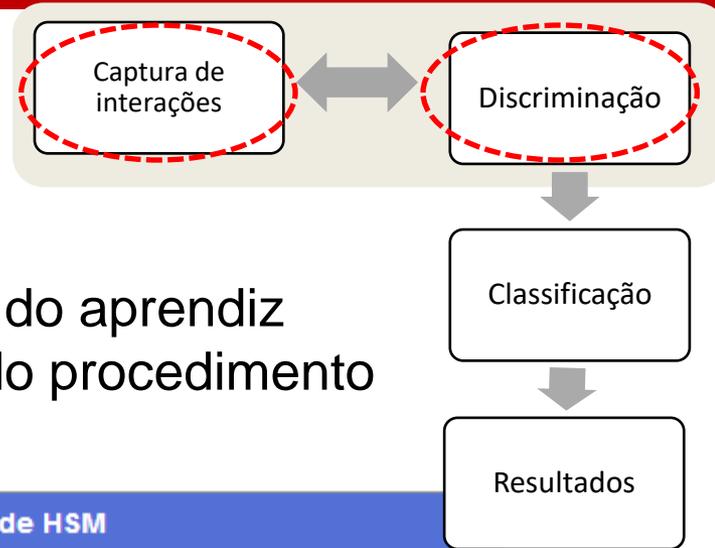
Região:  Permitida  Não Permitida

Regiões Demarcadas			
Id	Nome	Tipo de Demarcação	Status
1	Hematoma na região glútea esquerda	Não permitida	Ativo
2	Quadrante superior direito	Perm	



**Objetos de colisão**  
Esfera vermelha (Ponta)  
Esfera azul (Base da agulha)

# Avaliação



- Definição do aprendiz
- Seleção do procedimento

**Login**

Nome:

Senha:

Perfil  Especialista  Aluno

**Sistema de Avaliação da Aquisição de HSM**

Iniciar sessão de avaliação
Comparar resultados
Ajuda

---

**Avaliação**

Procedimento:



# Trabalhos em andamento

A gamificação é eficiente para educação em saúde?  
Quais elementos são usados/adaptados?

This article has been accepted for publication in IEEE Transactions on Learning Technologies. This is the author's version which has not been fully edited and content may change prior to final publication. Citation information: DOI 10.1109/TLT.2022.3200583

IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, VOL. , 2022

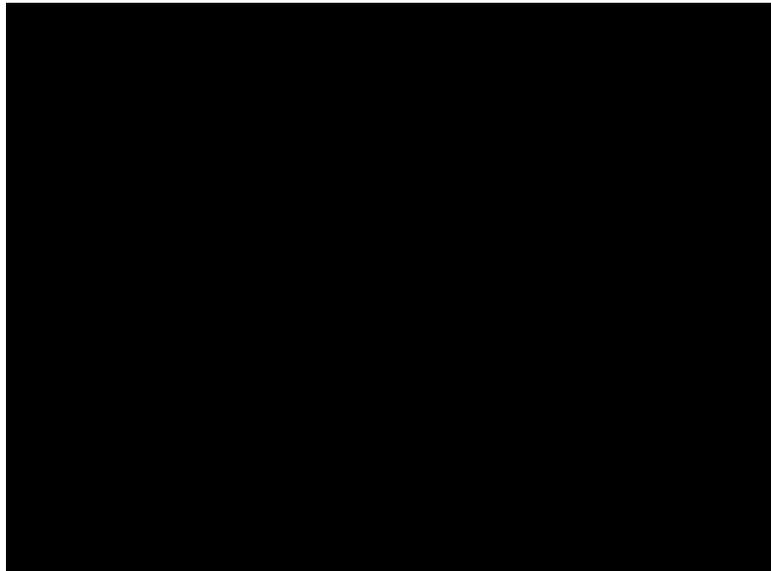
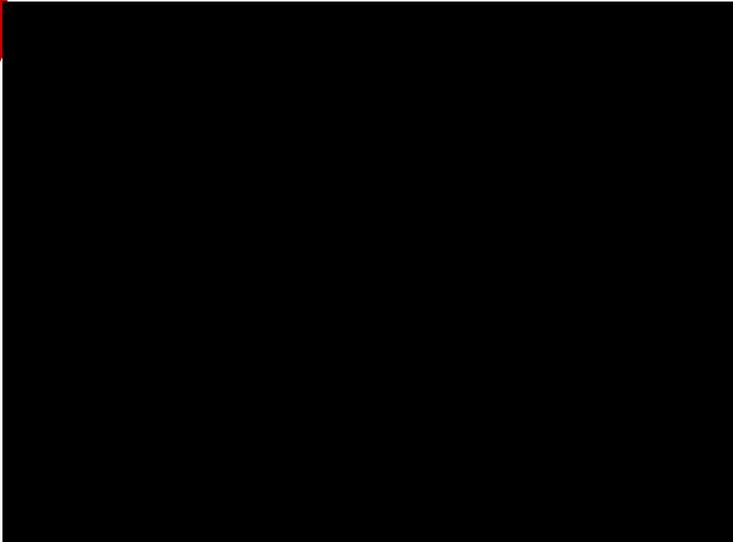
1

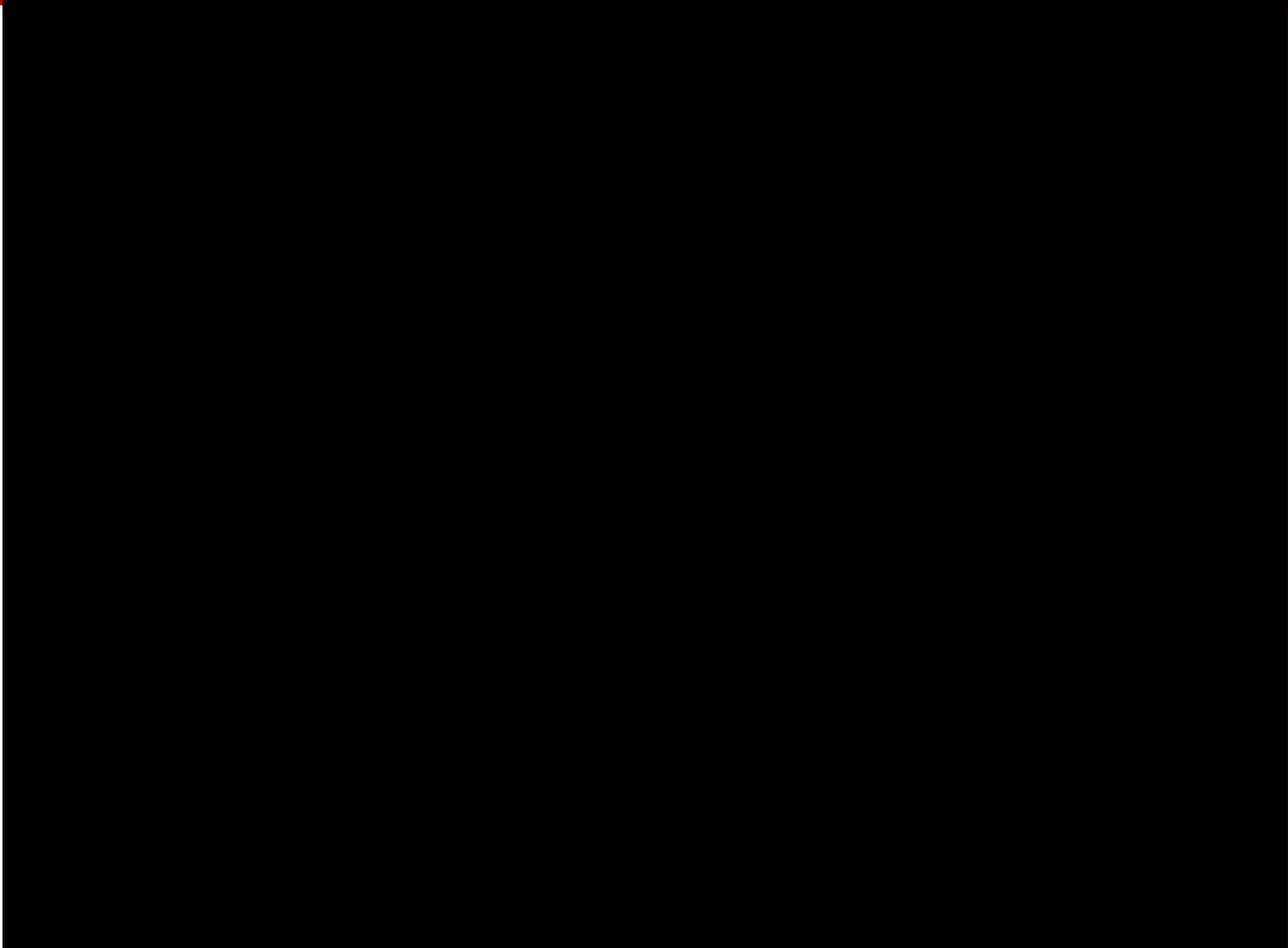
## Serious Game Design in Health Education: A Systematic Review

Allan A. Tori , Romero Tori , Fátima L. S. Nunes

**Abstract**—Inclusion of game elements in health education has proved to be effective in helping student training. Commonly termed as “serious games”, these gamified systems can be an alternative to empower and motivate students during the learning process. The literature contains serious games for professional training in many health-related areas, including several motivating and playful gamification elements, and a variety of evaluation techniques used. Some review studies have compiled articles

“Serious games”, a.k.a. “Digital Game Based Learning (DGBL)” [7], is a term that refers to playful interactive applications that go beyond the video game market, including training, analysis, visualization, simulation, education, health and therapy [8]. The term is often confused with “Simulators”, “Training simulators” or “Simulation games”. Simulators are used in systems simulation analysis to mimic a behavior [8]





## Can machine learning methods aid assessment of learners?

> ACM Computing Surveys > Just Accepted > Automatic Performance Assessment in Three-dimensional Interactive Haptic Medical Simulators: a Systematic Review

SURVEY



### Automatic Performance Assessment in Three-dimensional Interactive Haptic Medical Simulators: a Systematic Review

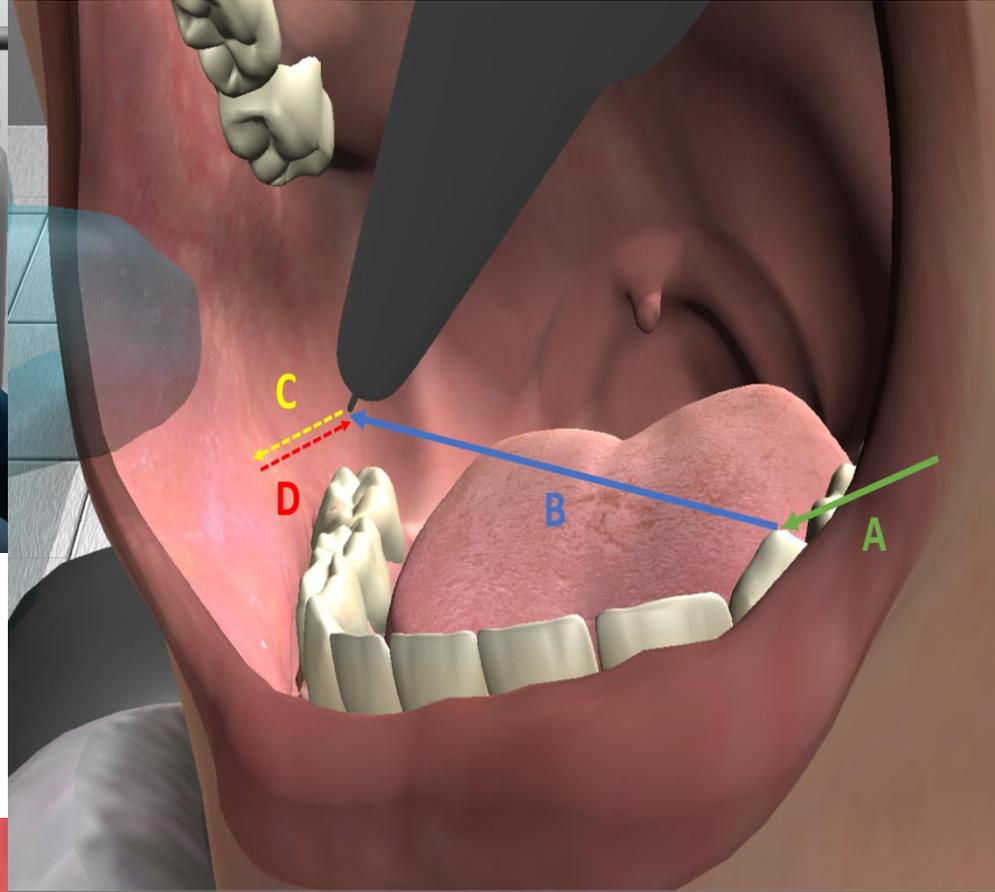
Just Accepted

Authors:  [Lucas H. Sallaberry](#),  [Romero Tori](#),  [Fátima L. S. Nunes](#) [Authors Info & Claims](#)

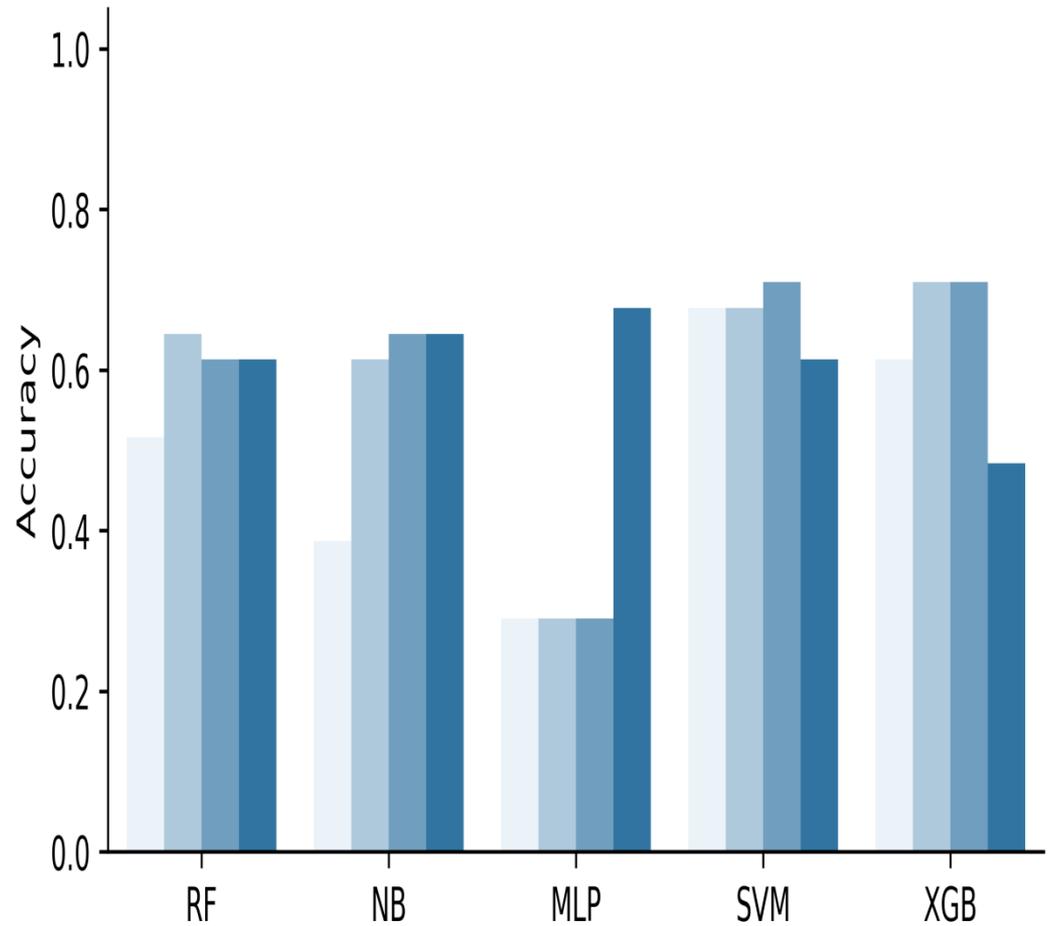
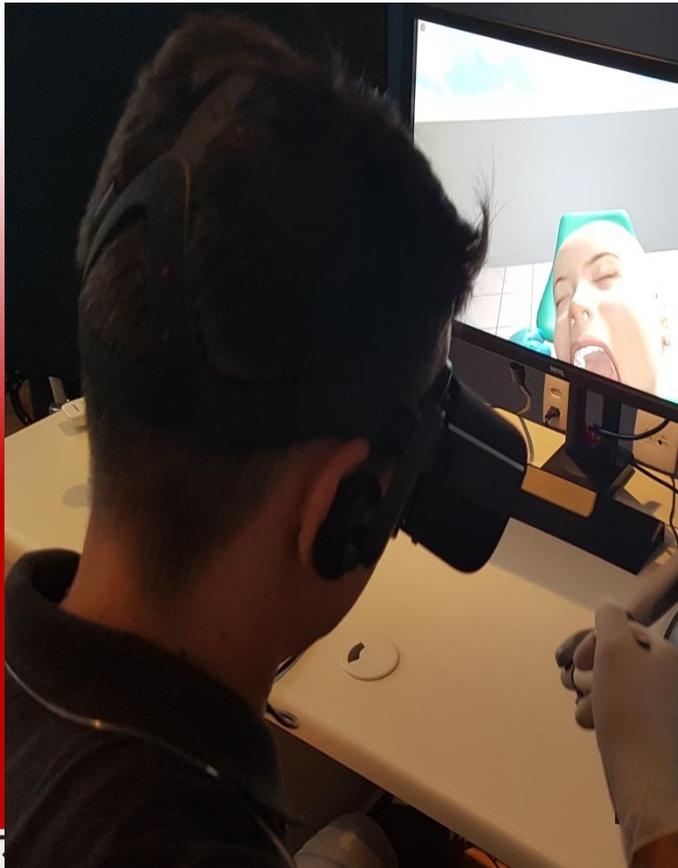
ACM Computing Surveys • Accepted on May 2022 • <https://doi.org/10.1145/3539222>

Published: 08 June 2022 [Publication History](#)

# Trabalhos em andamento



# Trabalhos em andamento



# Agradecimentos



- ANJOS, A. M.; CHERUBINI, L. F.; TORI, R.; NUNES, F. L. S. A comparative study between automated and human evaluation of sensory-motor skills in Interactive 3D Virtual Environments involving application of intramuscular injection. *SBC Journal on 3D Interactive Systems*, v. 5, p. 30-40, 2014.
- ANJOS, A. M.; TORI, R.; CHERUBINI, L. F.; NUNES, F. L. S. A comparative study between automated and human evaluation of sensory-motor skills in Interactive 3D Virtual Environments. In: *Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2014, Salvador (BA). Proceedings of XVI Symposium on Virtual and Augmented Reality. Salvador (BA): Sociedade Brasileira de Computação, 2014. v. 1. p. 1-10.*
- ANJOS, A. M.; TORI, R.; OLIVEIRA, A. C. S.; NUNES, F. L. S. Statistical methods in the Evaluation of Sensory-motor Skills Acquisition in 3D Interactive Virtual Environments. In: *29th ACM Symposium on Applied Computing, 2014, Gyeongju, Korea. Proceedings of the 29th ACM Symposium on Applied Computing 2014, 2014. v. 1. p. 1-6.*
- FUNABASHI, A. M. M. ; ARANHA, RENAN V. ; SILVA, T. D. ; MONTEIRO, CARLOS B.M. ; SILVA, W. S.; NUNES, F. L.S. AGaR: a VR serious game to support the recovery of post-stroke patients. In: *19th Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2017, Curitiba (PR). Proceedings of the 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality. United States: IEEE Computer Society, 2017. v. 1. p. 279-287.*
- GUERREIRO, FRANCISCA ANTONIA ALMEIDA DE CARVALHO ; SILVA, TALITA DIAS DA ; NUNES, FÁTIMA L.S. ; FUNABASHI, AMANDA ; ARANHA, RENAN VINICIUS ; SILVA, WILLIAN SEVERINO ; BAHADORI, SHAYAN ; FAVERO, FRANCIS MEIRE ; CROCETTA, TANIA BRUSQUE ; MASSA, MARCELO ; DEUTSCH, JUDITH E. ; DE MELLO MONTEIRO, CARLOS BANDEIRA ; MAGALHÃES, FERNANDO HENRIQUE . Can Individuals Poststroke Improve Their Performance in Reaction and Movement Times in a Nonimmersive Serious Game with Practice? A Cross-Sectional Study. *Games for Health Journal*, v. 11, p. 38-45, 2022.

- NUNES, E. P. S.; ROQUE, L. G.; NUNES, F. L. S. Measuring Knowledge Acquisition in 3D Virtual Learning Environments. *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 36, p. 58-67, 2016.
- NUNES, E. P. S.; NUNES, F. L. S.; TESTA, R. L.; ROQUE, L. G. Um Estudo Experimental sobre a Captura Automática dos Dados de Interação em Ambientes Virtuais Tridimensionais. In: XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais, 2014, Foz do Iguaçu-PR. *Proceedings of the XIII Simpósio Brasileiro Sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, 2014. v. 1. p. 1-10.
- NUNES, E. P. S.; NUNES, F. L. S.; TORI, R.; KENSKI, V. A. Model of assessment of knowledge acquisition in Three-Dimensional Learning Virtual Environments. In: XIV Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2012, Niterói (RJ). *Proceedings of XIV Symposium on Virtual and Augmented Reality*. Niterói (RJ): Sociedade Brasileira de Computação, 2012. v. 1. p. 21-30.
- NUNES, E. P. S.; TORI, R.; NUNES, F. L. S.; ROQUE, L. G. An approach to Assessment of Knowledge Acquisition by using Three-Dimensional Virtual Learning Environment. In: 44th Annual Frontiers in Education (FIE), 2014, Madri, Espanha. *2014 IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings*. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2014. v. 1. p. 1534-1541.
- RIBEIRO, M. A. O. ; CORRÊA, C. G. ; NUNES, F. L. S. Uso de trajetórias visuais e hápticas para auxílio no treinamento de anestesia odontológica. In: 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR 2018) - Workshop de Iniciação Científica (WIC), 2018, Foz do Iguaçu (PR). *Anais do 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR 2018) - Workshop de Iniciação Científica (WIC)*, 2018. v. 1. p. 1-6.

# Referências

- RIBEIRO, M. A. O. ; CORRÊA, C. G. ; NUNES, F. L.S. Gamification as a learning strategy in a simulation of dental anesthesia. In: 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality, 2017, Curitiba (PR). Proceedings of the 19th Symposium on Virtual and Augmented Reality. United States: IIEEE Computer Society, 2017. v. 1. p. 271-278.
  - RIBEIRO, MATHEUS A.O. ; CORREA, CLEBER G. ; NUNES, F. L.S. Visual and Haptic Trajectories Applied to Dental Anesthesia Training: Conceptualization, Implementation and Preliminary Evaluation. In: 2018 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), 2018, Foz do Iguaçu. 2018 20th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR), 2018. v. 1. p. 210-219.
  - SALLABERRY, LUCAS H. ; TORI, ROMERO ; NUNES, F. L. S. Automatic Performance Assessment in Three-dimensional Interactive Haptic Medical Simulators: a Systematic Review. ACM COMPUTING SURVEYS, v. 1, p. 1-35, 2022.
  - TORI, ALLAN A. ; TORI, ROMERO ; NUNES, F. L. S. Serious Game Design in Health Education: A Systematic Review. IEEE Transactions on Learning Technologies, v. 1, p. 1-21, 2022.
- **Teses de Doutorado (disponíveis em [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)):**
- Eunice Pereira dos Santos Nunes. Um método para avaliar a aquisição de conhecimento em ambientes virtuais de aprendizagem tridimensionais interativos. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, . Orientador: Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques.
  - Alexandre Martins dos Anjos. Um método para avaliar a aquisição de habilidades sensório-motoras em ambientes virtuais interativos tridimensionais para treinamento médico. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, . Orientador: Fátima de Lourdes dos Santos Nunes Marques.

# ***Avaliação usando de/com Ambientes Virtuais***

***Profa. Fátima Nunes***

**Laboratório de Aplicações de Informática em Saúde  
Escola de Artes Ciências e Humanidades  
Universidade de São Paulo- USP**