

# RALOG: uso da Realidade Aumentada no Ensino de Lógica de Programação

Fábio Alexandre Caravieri Modesto

**Abstract**— Teaching programming logic to young people often brings a challenge given the level of abstraction that is needed, and often students have not yet developed this skill. This article presents the discussion on this issue, along with the need to create an approach that motivates and guides students' interest in the study. In response, we searched for visual programming environments appropriate to young people, so ARSpot was used as an auxiliary pedagogical tool, an extension of Scratch that allows a first contact with Augmented Reality, expanding the creative experiences of children and young people, presenting in a way Programming logic and augmented reality. A framework is proposed for the mapping and evaluation by the teacher of the curricular content for its application in the suggested programming environment. In the end, preliminary results of the pilot experiment are presented, which proved to be positive, motivating the researcher to carry out more comprehensive tests.

**Index Terms**— Augmented reality, Computer science education, Human computer interaction, Programming

## 1 INTRODUÇÃO

A introdução do ensino de tecnologia, de modo especial lógica de programação e conceitos computacionais a jovens estudantes apresenta aos educadores um desafio uma vez que se faz necessário um certo grau de abstração na resolução de problemas. O que contrasta com a habilidades desenvolvidas por eles. Abordagens adequadas devem ser utilizadas para motivar a aprendizagem de forma lúdica. Exemplos de iniciativas que afins são *Scratch*(<https://scratch.mit.edu/>) e *Code.org* (<https://code.org/>), entre outras.

Para motivar os estudantes foi escolhido a Realidade Aumentada (RA) pela possibilidade de tangibilidade de interação em relação ao movimento físico e construção de habilidade cognitiva nos jovens, como por exemplo mover o cartão de rastreamento, movimentará o objeto virtual e logo ela faz conexão com a a idéia de movimentos físicos [1], trazendo a relação entre o mundo real e computacional proposta pela RA.

O artigo trata do uso do *ARSpot* uma extensão do *Scratch* que permite a autoria de RA por crianças e jovens de uma forma conveniente aos mesmos, através de blocos de comando, o que as fazem autoras de tecnologia e não somente consumidoras. E a definição de um framework para que o conteúdo curricular de lógica programação possa ser efetivamente aplicado a uma sala de aula através do *ARSpot*.

E trás resultados preliminares da sua aplicação do RALOG para o ensino de lógica de programação utilizando RA.

As próximas seções deste trabalho estão organizadas da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta o cenário contendo os três pilares conceituais deste estudo, a Seção 3 apresenta o ambiente *ARSpot*, enquanto que Seção 4 descreve o RALOG, o *Framework* desenvolvido. A avaliação

dos resultados é apresentada na Seção 5, e por fim, as considerações finais são tratadas na Seção 6.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção será abordado os três pilasras que guiaram o desenvolvimento deste estudo. Em primeiro é tratado do tema do amalgama da Educação e Informática, seguido da Interação Criança-Computador (ICC) e a seção é fechada com o tema RA.

A RA em conjunto a educação é abordada em várias pesquisas como por exemplo [2][3][4][5][6] e ela trás pontos positivos no desenvolvimento como visão especial, atividade física, desenvolvimento cognitive etc. [7]. O estudo introduz o uso de RA ao estudo de lógica de programação através de linguagem de programação visual.

### 2.1 Educação e Informática

Seynor Papert[8] deslumbra um novo tipo de escola que olha para o individuo e não para coletivo o preparando para lidar com o inesperado, trabalhar novos conceitos e habilidades, e avaliar novas situações de forma adaptativa. Propondo a introdução de ferramentas na sala de aula, reconhecendo a importância de uma nova realidade formativa para as crianças que devem se prestar a um aprendizado divertido. A utilização de ferramentas permitiriam que as crianças gerenciassem seu próprio desenvolvimento. Em sua concepção está ferramenta é o computador e é necessario identificar que o relacionamento entre as crianças e a máquina influencia a aprendizagem, seguino este pensamento houve criação da linguagem Logo [9]. Na Fig.1 está um exemplo de uso da linguagem Logo.

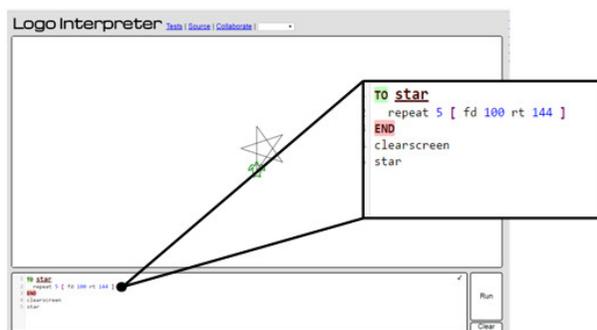


Fig. 1. Exemplo do uso da linguagem de programação Logo

envolvimento de produtos como o Logo e o Lego Mindstorms [10] Ao se considerar o uso da informática como ferramenta presente no processo educacional ela deve ser adaptada ao currículo escolar permeando o professor que deve ser agente ativo na condução do aluno pelo processo de aprendizagem e fomentar a capacidade cognitiva necessária a este processo. A utilização da informática se presta como ferramenta auxiliar na aprendizagem, trazendo um olhar a prática pedagógica proporcionando um ambiente de construção do conhecimento essencial a aprendizagem.

Especificamente para o aprendizado de lógica de programação um caminho é a utilização de um ferramenta de apoio a aula que traga o lúdico para despertar o desenvolvimento computacional dos alunos criando motivação e engajamento na disciplina, despertando um espírito criativo e inovador criando uma sinergia maior, como no caso de trabalhos em grupo e quebrando o paradigma que o aluno é um mero absorvedor de conhecimento reproduzido pelo professor. Uma abordagem lúdica dotada dos princípios da lógica de programação pode motivar os alunos, especificamente do ensino médio, mais que os ambientes de programações tradicionais como *visual studio* e *netbeans*, tornando os alunos inventores de tecnologia onde outrora só a consumiam e incentivando processos criativos para enfrentar novos desafios na direção de resolução de problemas, pensamento crítico e habilidades de trabalho colaborativo. Mas só isto não é suficiente é necessário que o professor interaja neste processo para que se tenha uma educação eficaz.

## 2.2 Interação Criança-Computador

A ICC surgiu como uma subárea da Interação Homem-Computador (IHC) devido a demanda de trabalhos de interação com o computador endereçados a crianças e alguns eventos que embarcavam o tema como *Interaction Design and Children* [11].

Hourcade [12] define "ICC envolve o estudo da concepção, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para crianças e o impacto da tecnologia sobre a sociedade"[11] e considera que para criança a interação está focada no divertimento e no aprendizado, do que no trabalho (como os adultos) e que pontualmente as crianças utilizam a tecnologia em dois locais distintos,

que são: casa (com pais e irmãos) e escola (amigos).

## 2.3 Realidade Aumentada

[13] em sua clássica definição a RA é uma oscilação de meios virtuais (AV), ou Realidade Virtual (RV) como é normalmente nomeada. Tecnologias de AV inserem totalmente o usuário num meio sintético. Enquanto inserido, o usuário não pode ver o universo real à sua volta. Em oposição, a RA admite ao usuário ver o universo real com objetos virtuais justapostos ou compostos. Dessa forma, RA ultrapassa a realidade, ao invés de troca-la por inteiro [14]. Para [15] um sistema de RA precisa ter as seguintes propriedades:

1. Combinar objetos virtuais e reais num ambiente real;
2. Funcionar de maneira interativa e em tempo real e
3. Registrar artefatos virtuais e reais uns com os outros.

Para [14] a aplicação de RA deve fornecer uma estrutura de interação usuário-computador, sua mecânica consiste em unir as entradas dos sensores e dos usuários gerando informações que serão passadas ao processador computacional para gerar sinais para o *display* e provendo uma repetição do processo para a simulação que oferece suporte a interação do usuário.

Benefícios em potencial que a RA pode trazer para crianças e especialmente se aplicada a educação, como manipulação física já que traz um metáfora de interface tangível que faz os alunos interagir utilizando seus corpos e movimento onde a tangibilidade permite utilizar objetos físicos para manipular os objetos virtuais [16]. União da visualização espacial com interação permitindo um conhecimento espacial através do envolvimento visual no processamento da informação e trazendo uma forma de ferramenta de educação avançado [17], [18]. E habilidades físicas que podem ser obtidas através dos sistemas de RA dando suporte a reabilitação e manipulação de objetos [19],[20].

## 3. MATERIAIS E MÉTODO

O ARSpot [21] trás um conjunto de funções que englobam tanto entrada quanto saída permitindo o controle de aplicações através de manipulação via mundo real sobre objetos virtuais que estejam no aumento da realidade. A implementação acontece inicialmente por uma câmera ou *webcam* conectada ao computador, o ambiente utiliza a imagem focada da câmera como ambiente para a aplicação. E se utiliza objetos computacionais 2D (*sprites*) que podem ser programadas, na Fig. 2 estão exemplos de marcadores fiduciais disponíveis no ARSpot.

Como no *Scratch* permite a criação de algoritmos através da conexão de blocos (instruções) dividido em oito categorias: Movimento, Aparência, Som, Caneta, Sensores, Controle, Operadores e Variáveis. Os blocos trazem instruções em dois níveis distintos: lógica de programação e RA (Fig. 3). Permite aos alunos que sejam construtores e não apenas consumidores de aplicações e se voltem a uma computação focada na criatividade, des-

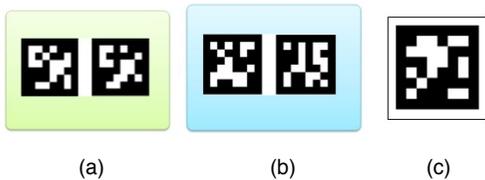


Fig. 2. (a) green card, (b) blue card e (c) poker card

RA onde execução de  $n$  instruções caso houver uma atualização no registro do mundo real o processamento é atualizado[14] e na Fig. 5 (b) está a implementação do comportamento do Gato.

Na Tabela 1 as instruções do algoritmo da Fig 5(a) são



Fig. 4. Exemplo do uso da linguagem de programação Logo

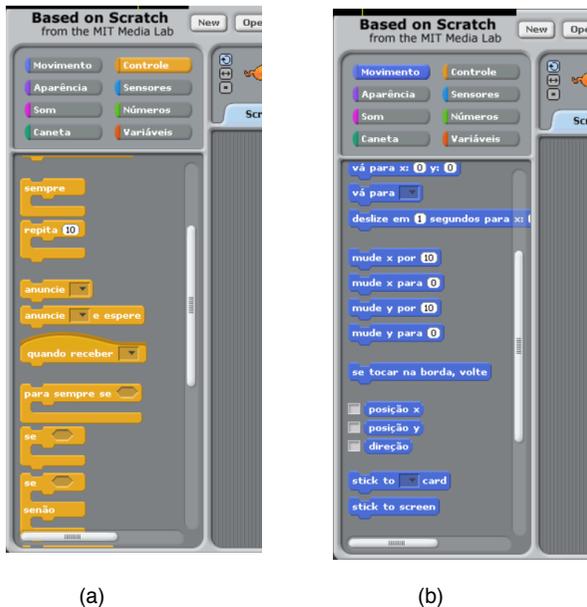


Fig. 3. Exemplo de níveis de instrução do ARSpot: (a) instruções de controle e (b) instruções de movimento

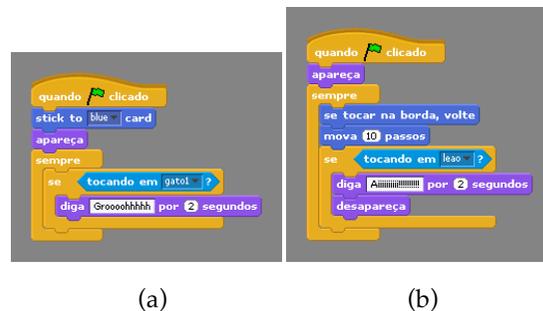


Fig. 5. Exemplo do uso da linguagem de programação Logo

vencilhando da programação tradicional que requer todo um conhecimento voltado a sintaxe (p.e. C e Java)[22].

Outra questão abordada no ARSpot é a RA, que pode ter seus conceitos apresentados aos alunos paralelamente ao ensino de lógica, como resultado das atividades de programação, pois ele implementa os aspectos chaves da RA [14], que são:

- o mundo físico é aumentado através de informação digital sobreposta a visão do mundo físico;
- a informação é mostrada é um registro do mundo físico ;
- a informação mostrada depende da perspectiva do usuário, e
- a experiência de RA é interativa.

Na Fig 4. Encontra-se um exemplo aplicado de como uma atividade no experimento relatado na seção 5, se tratando da implementação de um jogo onde o jogador representado por uma leão deve capturar gatos que se movimentam na tela por meio do marcador fiducial.

Os elementos do jogo (leões e gatos) são *sprites* 2D, o ARSpot permite que seja implementado scripts para cada *sprite* introduzindo a idéia de Modularização de código. Na Fig. 5 (a) está especificada a codificação do comportamento do leão, se nota um tipo de laço denominado "sempre" utilizado para que o algoritmo tenha uma recorrência, propriedade está vinda da

pormenorizada com sua respectiva descrição de ação.

TABELA 1:DESCRIÇÕES DAS AÇÕES DO ALGORITMO DA FIG. 4(A)

Instrução	Descrição
Stick to blue card	Determina que marcador fiducial será utilizado podendo ser com fundo azul, verde ou branco
Apareça	Todos os objetos ocultos são exibidos
Sempre	Recorrência de execução de $n$ instruções, propriedade vinda da RA onde caso houver uma atualização no registro do mundo real o processamento é atualizado
Tocando em gato!?	Uma instrução de sensoriamento quando o marcador tocar uma determinada entidade, como por exemplo outra <i>sprite</i> , acontecendo isso é retornado <i>verdade</i> .
Diga Ghroooo em 2 segundos	Exibe um balão com uma mensagem no <i>sprite</i> associado com duração subordinada a quantidade de segundos estabelecida

É visível o caráter lúdico do ARSpot, pois toda lógica e estrutura está em consonância a linguagens de programação porém trazendo a abstração ao patamar dos alunos e jovens. Também trabalha habilidades, como visão espacial

e movimentos físicos utilizando metáforas inteligíveis pelos jovens usuários como corrobora estudos de [1].

## 4. RALOG

Aqui se propõe o RALOG um *Framework* (Fig. 6) composto por seis etapas que são plano de aula, divisão em grupo, atividade, avaliação parcial e observação do instrutor, consolidação de conhecimento e avaliação final. As etapas tem como função viabilizar o desenvolvimento dos conteúdos de lógica de programação através do ARSpot pelo professor. Agregando os conteúdos curriculares que podem estar compostos em uma ou várias aulas, nesta se associa atividade praticas que serão executas em duplas e sobre a supervisão do professor, que avalia a recepção por parte dos alunos, analisando se é necessário em algum momento um outro tipo de abordagem segundo o retorno dos próprios alunos e verificação dos conceitos e habilidades adquiridos em cada aula que compões um conteúdo conrricular.

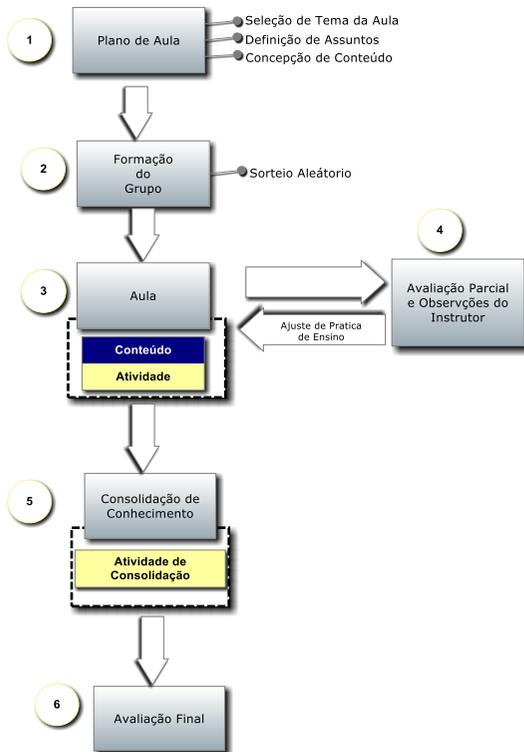


Fig. 6. Framework proposto

A seguir as seis etapas são definidas.

### 4.1 Plano de Aula

A etapa que se destina ao planejamento. O professor apropria-se do conteúdo curricular que ministrará, dividindo em uma quantidade de aulas que considere necessária. Para o conjunto de aulas determinado deverá selecionar o tema da aula (por exemplo estrutura condicional), definir os assuntos que serão abordados sobre o tema e conceber o conteúdo ministrado de forma adequada a aplicação do ARSpot, levando em conta a apre-

sentação do conteúdo, exercícios abordados e executados na ferramenta computacional de forma que o aluno crie duas consciências: 1) habilidade em resolução de problemas e 2) o entendimento da RA.

### 4.2 Formação dos Grupos

As atividades em grupo aplicadas na sala de aula promovem o espírito colaborativo dos alunos e facilitam a compreensão dos conteúdos. Atividade é aplicada em duplas, o estudante exercita uma série de habilidades e ao mesmo tempo em que estuda o conteúdo das disciplinas, ele aprende a escolher, a avaliar e a decidir. Nesse tipo de tarefa, treina-se a habilidade colaborativa de resolução de problemas, argumentar e dividir tarefas - competências essenciais para o mundo atual. Ao crescer, o jovem vai ter de conviver com pessoas diferentes dele. O preparo para vida depende de saber se comunicar, ouvir, respeitar interlocutores e isso só se aprende fazendo.

### 4.3 Aula

A terceira etapa diz respeito a aula propriamente dita. Ela é ambientada em um laboratório de informática, as duplas de alunos se organizam diante de computadores. O professor transmite o conteúdo do tema da aula e suas atividades que serão realizadas no ARSpot. O professor tendo já planejado a aula (etapa 1), distribui as atividades por escrito na forma de problemas, para que os alunos se habituem com o processo necessário para a resolução, junto com os marcadores fiduciais para execução da RA. O professor incentiva os alunos pensarem no problema de forma analítica, pensando em partes para a resolução de um todo e busca estas partes dentro das instruções disponíveis no ARSpot.

Nesta fase é admissível a interação professor-aluno no que cerne a resolução das atividades, podendo ser dicas que o professor fornece ou dúvidas respondidas por ele. É anotado o interesse, problemas quanto a realização da atividade e aquisição da habilidade do tema ministrado na aula. Formando uma avaliação Parcial.

### 4.4 Avaliação Parcial e Observações do Instrutor

Trabalha de forma iterativa com a etapa 3. O professor observa o agir dos alunos verificando questões como interesse na metodologia, resolução dos problemas propostos de forma colaborativa, dificuldade de resolver as atividades e aquisição da habilidade que se deseja com a atividade. Este processo acontece individualmente (atividade-aluno). As observações tomadas são utilizadas para compor uma Avaliação Parcial da sala e se faz uma reflexão se é necessário ajustar a prática de ensino.

### 4.5 Consolidação de Conhecimento

Um dos princípios desta atividade metodológica é a auto-avaliarão, que é realizada avaliando os conteúdos abordados nas aulas que compõe um componente curricular com os alunos reunidos nas duplas como especificados na seção 4.2. Ao avaliar se os objetivos foram alcançados ou não, o aluno vê sentido no que está aprendendo, além de refletir sobre suas próprias dificuldades. Este é o ponto principal: em vez de apontar problemas, é preciso identificar necessidades para assim superá-las.

## 4.6 Avaliação Final

O professor utilizando a avaliação parcial e o resultado da etapa de consolidação de conhecimento gera uma avaliação final sobre a prática pedagógica se focando nas habilidades que cada aluno adquiriu no componente curricular abordado.

## 5. DESENHO E CONFIGURAÇÃO DO EXPERIMENTO

Para medir o impacto do proposto neste estudo se configurou uma sessão de testes baseados em estudos de caso de assuntos abordados na disciplina de lógica de programação.

Eles foram efetuados com alunos da primeira série do ensino médio onde o currículo inclui formação técnica de informática e estão tendo contato com a disciplina de lógica de programação.

O experimento foi realizado em um laboratório de didático de informática, onde permitia a explanação de conteúdos pelo professor e experimentação prática da ferramenta computacional. E o professor supracitado deu suporte individual a cada aluno.

Foi utilizado a metodologia proposta na seção 4 e o ARSpot foi apresentado aos alunos antes das atividades.

Os três exemplos que se seguem ilustram os estudos de caso utilizados como atividade junto aos alunos para avaliação desta pesquisa.

### 5.1 Exemplo 1

Foi selecionado como tópico principal a estrutura da execução de um programa e sua cadência lógica. O professor dentro do conteúdo explicou a idéia da lógica de um programa. Distribuiu uma lista de atividades com marcadores fiduciais para as duplas. A atividade se refere a:

1. Limpar os efeitos graficos da tela;
2. Mudar o tamanho da *sprite* para o valor da posição  $x$  do cartão azul adicionando 100%;
3. Mudar o efeito cor do *sprite* para o parametro obtido pela distancia da tela até o *cartão azul* \*3;
4. Mudar o traje da *sprite* cujo valor do parametro é obtido pela rotação do *cartão azul* dividido por 50.

Na Fig 7 está representação da atividade no formato do ARSpot, dando enfase a seqüência lógica do programa, instruções de exibição do objeto virtual, parâmetros espaciais e operadores aritméticos.



Fig. 7. Atividade para mostrar principal a estrutura da execução de um programa e sua cadência lógica

### 5.2 Exemplo 2

No segundo exemplo é proposto especificar um marcador com elemento de interação com o objeto virtual e instruções de visualização, especificamente a instrução de mudança de efeito, o ARSpot possui com mudança de efeito que pode ser aplicado ao *sprite*, mudando sua aparência um atributo é herdado do *scratch* e são:

1. **Color.** Muda a cor da *sprite*;
2. **Fisheye.** Impressão de um *sprite* que está sendo visto através de uma lente grande angular;
- Whirl.** Torce o *sprite* em torno de seu ponto central;



Fig. 8 Atividade para mostrar principal a estrutura da execução de um programa e sua cadência lógica

3. **Pixelat.** *Sprite* pixelada;
4. **Brightness.** Altera o brilho do *sprite* ;
5. **Ghost.** Modifica a transparência do *sprite*, e
6. **Mosaic.** Cria várias imagens menores do *sprite*.

A atividade (Fig. 8) exigia que as duplas implementassem o marcador azul como forma de interação com o objeto virtual (*sprite*) mudar a cor do mesmo para o parametro 25.

### 5.3 Exemplo 3

Fig. 9 ilustra uma atividade de tomada de decisão utilizando a estrutura de controle "se". Aqui o *sprite* (objeto virtual) ao tocar a borda (*edge*) da janela da aplicação exibir dizer "olá" durante 2 segundos, ter sua escala alterada por um fator de 10 e a aplicação esperar 1 segundo e mudar o tamanho para um fator de cinquenta por cento e dizer "muito prazer" por dois segundos.

## 6. METODOLOGIA DE ANÁLISE R UTILIZADA

Previamente foi apresentado aos grupos e ao professor da disciplina o ARLOG e a ferramenta ARSpot dando uma explicação de suas opções e funcionamento, caso eles ainda não estivessem familiarizados com a Realidade Aumentada.

O estudo teve como objetivo avaliar a aquisição por parte dos alunos de quatro competências que são:

1. **Pensamento Computacional.** Um método pa-



Fig. 9. Exemplo utilizando instruções condicionais

ra solução de problemas baseado nos fundamentos e técnicas da Ciência da Computação.

2. **Programação.** Cadencia lógica de instruções pertencentes ao ARSpot para solucionar certo problema.
3. **Complexidade.** Manipulação da complexidade do problema abordado.
4. **Trabalho colaborativo.** Refere-se ao trabalho em grupo.

Foi selecionado o método *Smiley-oMeter* [23] e adaptado para o estudo segundo Fig. 10 para a avaliação das quatro competências relacionada a cada aluno.

### 6.1 Avaliação do Professor

Para contabilização foi atribuído um valor aos *Smiley-oMeter*, para se ter um valor quantitativo (Tabela 2).

TABELA 2: RELAÇÃO SMYLER-OMETER PARA CONTABILIZAÇÃO

Smile	Escala	Valor Respetivo
	Inaceitável ou Falha	0
	Abaixo da média ou frac	2
	Média ou Aceitável	4
	Bom	6
	Excelente	8

### 6.2 Avaliação dos Alunos

Foi proposto aos alunos que que avaliem individualmente o experimento através de um questionário de avaliação para metodologia empregada para o ensino de lógica de programação utilizando o ARspot. Foi utilizado também o sistema de *Smiley-oMeter* (Fig. 11) com os mesmos parâmetros utilizados para avaliação da seção 4.1.1.

4) Como foi aprender lógica de programação com uma ferramenta visual?



Fig. 11. Exemplo de questão que compõe o questionário para a avaliação dos alunos sobre o método de ensino

## 7 DESENHO E CONFIGURAÇÃO DO EXPERIMENTO

Foi utilizado um grupo de dez alunos (5 homens e 5 mulheres), com faixa etária de 15 a 16 anos, cursando a primeira série do ensino médio onde o currículo inclui a formação técnica em informática e estão tendo contato com a disciplina de lógica de programação. Um professor para dar atenção individual e personalizada para todos eles. O experimento foi realizando no interior do laboratório didático de informática, onde permitia a explanação dos conteúdos pelo professor e experimentação prática da ferramenta computacional pelos alunos. Além do gênero outra diversidade buscada foi a idade, justamente para avaliar se estas duas variáveis influí no processo de aprendizagem, pois se queria verificar se a heterogeneidade no trabalho em grupo age de alguma forma neste processo.

Se usou a metodologia proposta na seção 3. Foi selecionado Como tópico principal a estrutura da execução de um programa e sua cadencia lógica. O professor dentro do conteúdo explicou a idéia da lógica de um programa. Explicou o funcionamento do ARSport. Distribuiu uma lista de atividades (exemplos Seção 5) com marcador fiduciais para as duplas, com instruções de exibição do objeto virtual, parâmetros espaciais e operadores aritméticos.

## 8. RESULTADO

Para avaliar as competências utilizou o método *Smiley-oMeter* proposto [23] e [24] e sendo adaptado para o estudo, para a avaliação das quatro competências e de todos os dez alunos (Fig. 12).

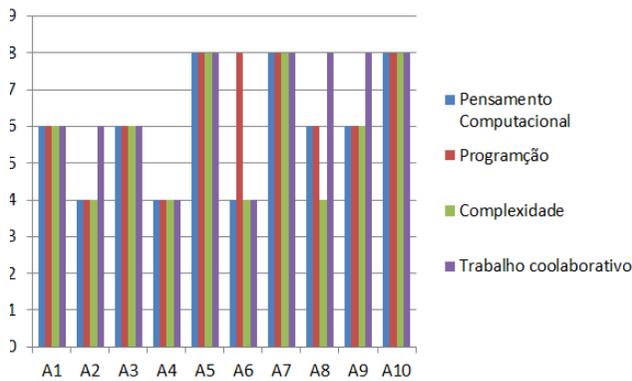
### 8.1 AVALIAÇÃO DO PROFESSOR

Fig. 13 mostra o resultado obtido dos dez alunos (A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A10) sobre as quatro competências após a execução do estudo de caso. Mostrou-se um reflexo positivo quanto ao pensamento computacional e programação, onde oito dos dez alunos se posicionaram a cima da média e dois permaneceram na media, o que foi um resultado considerado positivo uma vez que não ocorreu para esta competência nenhuma amostragem abaixo da média que é nível considerado aceitável para este estudo. Uma substancial aderência dos conhecimentos e habilidades adquirida pelos aluno e trabalho em

Inaceitável ou Falha	Abaixo da média ou frac	Média ou Aceitável	Bom	Excelente

Fig. 12. Exemplo Smiley-oMeter

grupo, se destacando oito dos dez estudantes acima do aceitável. Três alunos dos dez tiveram resultado excelente em pensamento computacional e quatro alunos dos dez (os quais três anteriores) tiraram excelente em programação.



ig. 13. Resultado do Experimento

### 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHOS FUTUROS

Atualmente as crianças de maneira geral acessam a tecnologia em suas casas e escolas. O autor trata que a RA pode trazer benefícios para as crianças de forma específica na educação. Esta pesquisa que apresenta aqui resultados preliminares trata do uso do ARSpot, uma extensão do Scratch que permite a criação de aplicação de RA de forma acessível as criança e jovens como ferramenta de auxílio pedagógica, aplicado no ensino de lógica de programação com a RA como elemento lúdico que proporcione o interesse e motivação dos alunos.

Foi definido um *framework* para que o conteúdo curricular fosse aplicado junto ao ambiente do ARSpot, permitindo ao professor criar atividades de ensino-aprendizagem e avaliação das competências desejáveis que os alunos deveriam absorver em cada aula.

Próximos passos será adaptar tópicos referentes a lógica de programação, aplicar em uma amostra formada por uma sala de aula juntamente com as etapas propostas pelo *Framework* apresentado. Comparar resultados obtidos por este método e o uso linguagens de programações tradicionais que use linha de comandos como C ou Java. E verificar o que a RA pode trazer de diferencial para as crianças em comparação aos outros ambientes gráficos de programação disponíveis atualmente.

### REFERENCIAS

[1] I. Radu, Y. Xu, and B. MacIntyre, "Embodied metaphor elicitation through augmented-reality game design," *Proc. 12th Int. Conf. Interact. Des. Child.*, pp. 412–414, 2013.

[2] S.-U. Jung, H. Cho, and H.-K. Jee, "AR-based safety training assistant in disaster for children," *SIGGRAPH Asia '16* Artículo STIS-10, pp. 11, 2016.

[3] M. L. Lorusso *et al.*, "Giok: An Alien Stimulates

Pragmatic and Social Skills in Pre-school Children," in *Proceedings of the 4th Workshop on ICTs for Improving Patients Rehabilitation Research Techniques*, 2016, pp. 89–92.

[4] K. Salen and E. Zimmerman, "Rules of Play: Game Design Fundamentals," *Nihon Ronen Igakkai Zasshi.*, p. 672, 2004.

[5] L. L. Machado and J. T. da Silva, "Objeto de aprendizagem digital para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem no ensino técnico em informática," *Renote*, pp. 1–16, 2005.

[6] P. Te, "TADCAD: A tangible and gestural 3D modeling & printing platform for building creativity," *Proc. 14th Int. Conf. Interact. Des. Child.*, pp. 406–409, 2015.

[7] Y. Xu *et al.*, "Pre-Patterns for Designing Embodied Interactions in Handheld Augmented Reality Games."

[8] S. Papert, "School: Change and resistance to change," *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer.* pp. 35–56, 1993.

[9] H. (MIT A. L. Abelson, J. (MIT A. L. Bamberger, I. (MIT A. L. Goldstein, and S. (MIT A. L. Papert, "LOGO Progress Report (1973-1975)." 1975.

[10] S. Papert, "Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas," *New York*, 2005.

[11] J. C. Read and M. M. Bekker, "The Nature of Child Computer Interaction," *BCS-HCI '11 Proc. 25th BCS Conf. Human-Computer Interact.*, no. 1994, pp. 163–170, 2011.

[12] J. P. Hourcade, *Child computer interaction.* 2015.

[13] R. Azuma, "A survey of augmented reality," *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997.

[14] A. Craig, *Understanding Augmented Reality: Concepts and applications*, 1 edition. MK publications, 2013.

[15] R. Azuma, Y. Baillet, S. Feiner, S. Julier, R. Behringer, and B. Macintyre, "Recent Advances in," *Ieee Comput. Graph. Appl.*, no. December, 2001.

[16] N. Imbert, F. Vignat, C. Kaewrat, and P. Boonbrahm, "Adding physical properties to 3D models in augmented reality for realistic interactions experiments," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 25, pp. 364–369, 2013.

[17] P. Buchanan, H. Seichter, M. Billinghurst, and R. Grasset, "Augmented reality and rigid body simulation for edutainment: the interesting mechanism - an AR puzzle to teach Newton physics," *Proc. 2008 Int. Conf. Adv. Comput. Entertain. Technol.*, no. November 2015, pp. 17–20, 2008.

[18] B. E. Shelton and N. R. Hedley, "Exploring a Cognitive Basis for Learning Spatial Relationships with Augmented Reality," 2004.

[19] A. S. Merians *et al.*, "Virtual Reality–

- Augmented Rehabilitation for Patients Following Stroke," vol. 82, no. 9, 2002.
- [20] A. Tang, C. Owen, F. Biocca, and W. Mou, "Comparative Effectiveness of Augmented Reality in Object Assembly."
- [21] I. Radu and B. MacIntyre, "Augmented-Reality Scratch: A Tangible Programming Environment for Children," *ACM CHI 09 Work. Tangibles Child.*, pp. 210–213, 2009.
- [22] P. D. Scaico *et al.*, "Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem de Ensino Orientado ao Design com Scratch," *An. do Congr. Bras. Informática na Educ. XVIII Work. Informática na Esc.*, no. Sudol 2011, pp. 1–10, 2012.
- [23] J. C. Read and S. Macfarlane, "Using the Fun Toolkit and Other Survey Methods to Gather Opinions in Child Computer Interaction."
- [24] I. Radu and B. MacIntyre, "Using children's developmental psychology to guide augmented-reality design and usability," in *ISMAR 2012 - 11th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality 2012, Science and Technology Papers*, 2012.