

Inteligência Artificial nos Games

Daniel Trevisan¹
Alexandre Braga²

Resumo: O desenvolvimento acelerado da Inteligência Artificial (IA) e suas proliferantes aplicações nas mais diversas áreas de atividades humanas têm chamado a atenção de pesquisadores em vários campos de conhecimento. Entre elas, não poderia faltar a preocupação com a penetração de técnicas de IA nos processos de criatividade humana. Entre os campos culturais e estéticos em que alianças entre produtores e IA se fazem notar encontram-se os games. Este artigo está voltado para a discussão dos aspectos mais fundamentais dessa nova aliança.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, criatividade, games, narrativa.

¹ Daniel Carvalho Barca Trevisan é Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e Mestre em Desenvolvimento de Jogos Digitais pela PUC-SP. Programador e desenvolvedor de Jogos Digitais na Flux Games desde 2019. Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5207-7987>.

² Alexandre Braga é bacharel em Comunicação com habilitação em Publicidade pela PUC-SP, mestre e doutor em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP e pesquisador na área de Design, Ergonomia e Interação Humano Computador. Atualmente é professor R.T.I. na Escola Superior de Propaganda e Marketing ESPM-SP, no curso de Comunicação e Publicidade. Docente no programa de Pós Graduação Stricto Sensu de Mestrado Profissional em Desenvolvimento de Jogos Digitais da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo PUC-SP, professor na FATEC São Caetano no curso de Jogos Digitais e professor/tutor de EAD na Faculdade Impacta. Professor do ensino superior desde 2002, também atua há mais de 27 anos como designer gráfico e digital. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7255-7786>.

Artificial Intelligence in Games

Abstract: The accelerated development of Artificial Intelligence (AI) and its proliferating applications in the most diverse areas of human activities have drawn the attention of researchers in various fields of knowledge. Among them, the concern with the penetration of AI techniques in human creativity processes could not be missing. Among the cultural and aesthetic fields in which alliances between producers and AI are notable are games. This article is devoted to the discussion of the most fundamental aspects of this new alliance.

Keywords: Artificial Intelligence, criativity, games, narrative.

Introdução

Estamos vivendo em um mundo que está se tornando cada vez mais digital. Aquilo que o digital produz são dados que se constituem hoje em um dos protagonistas fundamentais para o funcionamento da Inteligência Artificial (IA). Do mais celebrado tópico de estudos dos departamentos de ciências da computação, matemática e estatística, a IA converteu-se muito rapidamente em um recurso científico e mercadológico global dada sua capacidade para fazer avançar o conhecimento em muitos campos que vão da física, economia, genética, ciências sociais, psicologia e outros. Esse avanço é inseparável do seu poder de aplicação nas mais diversas esferas de atividades humanas. Prevê-se que, daqui para frente, não haverá atividade que poderá se colocar fora do espectro da IA, visto que, nas suas aplicações, ela “representa bem mais do que um campo de pesquisa: ela determina nossa capacidade de organizar o conhecimento, dando-lhe significado e aumentando nossa capacidade de tomar decisões e nosso controle sobre elas” (VILLANI, 2018, p. 5–6).

Quando um novo recurso tecnológico penetra na cultura e sociedade, é comum que isso se faça acompanhar por temores e alarmes. No caso da IA, a rapidez com que foi se alastrando por múltiplos setores da sociedade intensificou a tendência ao aparecimento de fantasias quase sempre etnocêntricas e baseadas em ideologias políticas subjacentes. Isso não tem impedido sua penetração. Em termos objetivos o sucesso da IA é devido ao desenvolvimento de seu recurso mor, a aprendizagem de máquina (ML – *machine learning*) graças a algoritmos complexos capazes de aprender, alimentados pelo crescimento exponencial dos dados com que os seres humanos vão povoando as redes e sustentados pelo aumento do poder de processamento computacional.

Costuma-se definir a IA como um modo de levar os programas computacionais a pensar de modo inteligente, emulando o modo como os humanos pensam. As disciplinas de IA estudam como o cérebro humano funciona e o modo como aprendemos, decidimos e trabalhamos, quando se trata de resolver um problema particular. Para isso, vários métodos são utilizados na IA como a busca pela otimização matemática, redes neurais artificiais, modelagem conceitual, engenharia do conhecimento e métodos baseados em estatística, probabilidade e economia. Assim, a IA torna-se relevante para qualquer atividade intelectual pois suas aplicações são numerosas e pervasivas.

As aplicações de IA mais utilizadas são: saúde (por exemplo, para diagnóstico, tratamento e cirurgias robóticas), mobilidade (carros sem motoristas, por meio da coordenação multiagente distribuída), finanças

e economia (detecção de fraude e crime financeiro, plataformas de compra e venda baseadas em IA), jogos (comportamento dinâmico intencional em personagens não jogadores – NPCs), militar (drones autônomos utilizados como arma), segurança (fala/imagem/reconhecimento facial), publicidade (prever o comportamento dos clientes), arte e cultura (leilões eletrônicos, criação de narrativa automatizada, guia digital de museu, síntese musical automatizada), vida social (assistentes pessoais digitais, casas inteligentes (KOTIS, 2020, p. 2).

Para aquilo que interessa a este artigo, é preciso colocar ênfase na penetração das técnicas de IA na criatividade, para a produção de músicas, textos, imagens, vídeos e desenvolvimento de jogos. Na verdade, os criativos sempre exigiram novas ferramentas para enriquecer a forma como trabalham, o que os torna os primeiros a adotar inovações tecnológicas. A IA não é uma exceção, tanto é que já está mudando os paradigmas criativos prevaletentes. Entre os campos culturais e estéticos de atuação da IA encontra-se o desenvolvimento de jogos digitais, tema a ser aqui abordado.

Alianças entre a IA e os jogos digitais

Embora as técnicas de aprendizagem de máquina e aprendizagem profunda sejam novas, pesquisas em IA já tiveram início em meados do século passado. Considerando-se que os games sempre ocuparam o *front* dos avanços tecnológicos aplicados à indústria criativa, alguma forma de IA já começou a ser incorporada no desenvolvimento dos jogos há algum tempo. Em jogos como o Pac-man, por exemplo, técnicas de IA do período, davam forma a comportamentos diferentes para os fantasmas, transformando um jogo que seria uma simples fuga em um labirinto, para um jogo bem mais complexo e com estratégias. Apesar do desenvolvimento constante de técnicas de IA em jogos, a maior parte delas é focada na criação de comportamentos mais realistas de personagens em geral, ou até mesmo na criação de IAs para competições onde se vê qual IA consegue vencer jogos, como *Super Mario Bros*, de uma maneira mais humana (YANNAKAKIS; TOGELIUS, 2018).

No estado da arte atual, a novidade encontra-se na exploração dos recursos que a pesquisa em IA apresenta cuja característica fundamental consiste na transferência cada vez maior do controle da experiência do jogo para o jogador. Isso exige o uso de ferramentas de desenvolvimento que automatizam a construção de jogos sofisticados e que podem mudar suas respostas em relação ao *feedback* do jogador, além de personagens do jogo que podem evoluir quanto mais o jogador passa o tempo com eles.

Parece ficção, mas está mais perto da realidade do que podemos pensar. Segundo Tanya Short, designer de jogos e cofundadora do estúdio independente KitFox Games, “a melhor IA [em jogos] é a IA que você não percebe. É a IA que parece assustadoramente precisa em certos momentos ou estranhamente onisciente. Mas não muito onisciente, porque então você notará que é definitivamente uma IA” (*apud* STATT, 2019).

Mike Cook, por seu lado, engenheiro na Queen Mary University em Londres, vê um futuro no qual a IA se tornará uma espécie de colaboradora com humanos, ajudando designers e desenvolvedores a criar recursos de arte, níveis de design e até mesmo construir jogos inteiros do zero. O autor vai ainda mais longe ao prever que a IA provavelmente ajudará os desenvolvedores a testar os jogos antes de serem lançados, com as empresas sendo capazes de contar com agentes de IA para testar o *software* em ritmos acelerados, para descobrir bugs e resolver problemas na jogabilidade. Ele também vê o aprendizado de máquina e outras técnicas como ferramentas de mineração de dados como indispensáveis para análises no jogo, para que os estúdios de jogos possam estudar o comportamento do jogador e decifrar novos *insights* para melhorar um jogo ao longo do tempo (*apud* STATT, 2019).

No estado da arte atual, a IA em jogos se refere a experiências de videogame responsivas e adaptáveis. Essas experiências interativas com IA são geralmente geradas por meio de personagens não jogadores, ou NPCs, definidos como qualquer tipo de personagem que o jogador não controla em um jogo, mas que agem de forma inteligente ou criativa, como se fossem controlados por um jogador humano. A IA é o motor que determina o comportamento de um NPC no mundo do jogo.

Existem vários estudos sobre IA na tentativa de deixar inimigos se comportando de maneira mais humana ou inteligente. A pesquisa prévia em que este artigo se baseia¹ tomou como ponto de partida um filão ainda pouco estudado, ou seja, evidenciar a relevância da automação de diálogos de NPCs tendo em vista tornar esses diálogos mais realistas e menos repetitivos. Diálogos são partes integrantes de narrativas o que implica passarmos a uma breve revisão do papel que as narrativas têm nos games.

As narrativas nos games

O debate entre narratologista e ludologista já foi discutido à saciedade, de modo que podemos passar a questões narratológicas que tocam mais de perto os objetivos deste artigo. A narrativa em jogos pode ser di-

1. Este artigo está baseado em Trevisan (2020).

vidida em duas principais categorias: a narrativa embutida, uma narrativa existente antes da interação do jogador com o jogo, que pode ser encontrada em *cutscenes* e *backstory*; e a narrativa emergente surge conforme o jogador faz as ações dentro do jogo, participando ativamente da narrativa, por meio de suas próprias escolhas.

Backstory é toda a história do jogo que já precedeu e foi criada antes mesmo de o jogador começar a jogar. Nos jogos mais antigos era encontrada no próprio manual do jogo, ou, no caso de jogos como o primeiro *The Legend of Zelda*, para NES, ela é encontrada em uma tela antes do jogo começar propriamente. Em jogos mais modernos, a *backstory* também pode ser encontrada dentro do próprio jogo, em até mesmo diálogos com NPCs. As *cutscenes*, por seu lado, são partes do jogo com pouca ou nenhuma interação do jogador, em que acontecimentos pré-definidos são mostrados. Recentemente, alguns desenvolvedores tentam colocar um pouco de interatividade nas *cutscenes* por meio de *quick-time events*, em que aparece um aviso no meio da *cutscene*, para que o jogador aperte botões específicos em rápida sucessão. Se o jogador falha nesses eventos, em muitos casos, aparece uma *cutscene* mostrando as consequências da falha.

As narrativas emergentes ocorrem por meio das escolhas que o jogador pode fazer ao longo de sua aventura o que conduz a ramificações na narrativa. Tanto as narrativas embutidas quanto as emergentes apresentam mecanismos de quebra da linearidade da narrativa. Isso leva a uma discussão na literatura sobre games relativa à “suspensão voluntária de descrença”, expressão que se refere ao prazer de entregar a mente a um mundo imaginário (MURRAY, 1998, p. 110; FRAGOSO, 2014).

A quebra da linearidade pode se dar também quando algumas missões principais, que esperam a resolução do jogador o mais cedo possível, devido à liberdade que alguns jogos lhe dão, essa resolução pode ser deliberadamente adiada pela execução de missões paralelas. Exemplo comum é aquele que ocorre com o abuso dos *save points*: jogadores exploram opções ruins em narrativas (como tentar matar um aliado) para, em primeiro lugar, ver se o jogo permite tal ação e, em segundo lugar, para ver o que acontece quando tal opção ocorre. Se acontecer algo muito prejudicial ou negativo ao ponto de vista do jogador, como a morte permanente de um NPC importante, ou uma punição grave ao jogador, como entrar em uma lista de criminosos, conforme acontece em *Skyrim*, ele pode simplesmente retornar a um *save point* anterior e o jogo tratará como se aquela ação nunca tivesse ocorrido. Com isso, a sequência da história é quebrada e os jogadores se sentem incentivados a explorar as possibilidades que o jogo oferece.

Ainda em relação à suspensão de descrença, as próprias ações de NPCs e suas inteligências artificiais aplicadas podem diminuir a imersão do jogador. Por exemplo, no jogo *The Elders Scroll V: Skyrim* (2011), quando os guardas NPCs das cidades repetem inúmeras vezes as mesmas frases genéricas, o jogador sai de um estado que faz com que ele sinta que aquele mundo do jogo é real, e entra em um estado em que é apenas jogador ou espectador. Isso também acontece quando NPCs inimigos possuem falhas fáceis de serem exploradas por jogadores mais experientes. Uma boa análise sobre a quebra de imersão pode ser encontrada no artigo de Lankoski e Björk (2007), onde é feita uma análise de um NPC específico do jogo *The Elders Scroll IV: Oblivion*, tentando ressaltar as diferenças entre o NPC e uma pessoa não ficcional.

Outras formas de apresentar uma narrativa para o jogador são os diálogos, questão importante para o desenvolvimento deste artigo, já que sua proposta é evidenciar o papel que a IA pode desempenhar na criação dos diálogos.

Diálogos de NPCs em Jogos Digitais

Os diálogos são escritos na fase de desenvolvimento do jogo, normalmente por um roteirista ou o game designer e são designados aos NPCs. O jogador inicia este diálogo quando interage com o NPC. Os modelos de diálogos podem ser divididos em algumas categorias, segundo Ellison (2008), a saber:

Diálogos não ramificados são os diálogos mais simples de se implementar: o jogador interage com o NPC, que diz suas frases por meio de texto, às vezes em conjunto com atuação de voz ou *cutscenes*. Se um jogador interage repetidas vezes com um NPC depois de certos eventos na história, ele pode falar coisas diferentes, mas nenhuma ação do jogador influencia suas falas.

Já os diálogos ramificados são diálogos em que é apresentada uma escolha do jogador em um número limitado de opções disponíveis, escritas anteriormente por um roteirista ou game designer. Pode ser uma simples escolha de sim ou não, ou algo mais complexo, com várias ramificações que trazem resultados diferentes à narrativa do jogo. É importante notar que é bem comum em jogos a ilusão de escolha em diálogos, o que acontece quando a opção selecionada pelo jogador pouco importa, mudando no máximo uma ou duas linhas de diálogo.

Para Ellison (*ibid.*), os diálogos ramificados não agem de forma natural, conforme uma conversação na vida real aconteceria, por causa das pausas constantes que o jogador tem que fazer para ler suas próprias

escolhas. O jogo *Mass Effect* tenta melhorar isso ao apresentar as escolhas antes mesmo de seu avatar ter que responder, fazendo com que o jogador já consiga pensar com antecedência na resposta.

Outro tipo de diálogo pouco usado na indústria, presente em apenas jogos experimentais como *Façade*, é o diálogo *parsed-driven*. Neste tipo de diálogo, tenta-se interpretar o que o jogador escreve e monta-se uma resposta de acordo com o que ele escreveu, sendo esta resposta escrita anteriormente, ou combinando as palavras que o jogador escreveu com algumas frases pré-definidas. Esse tipo de diálogo é raro em jogos modernos por dois motivos: o primeiro é que jogos desse tipo levam muito tempo para produzir, devido à gama de respostas que o sistema deve ter para uma simples conversa breve. O segundo motivo é que esse tipo de diálogo frequentemente interpreta de maneira errada o que o jogador escreveu. Esses tipos de desentendimentos podem frustrar o jogador e tirá-lo da imersão.

São justamente os casos de problemas com tempo de produção desses diálogos, tanto ramificados, quanto *parsed-driven* que poderiam ser resolvidos ou aliviados com a utilização de uma IA para criá-los. Uma vez que os NPCs podem ser inimigos, aliados, ou neutros em relação ao jogador, é importante rever a categorização de NPCs baseados em sua importância na narrativa principal

Os NPCs são divididos em primários, secundários e de tutorial. Os primários são os que acompanham o personagem do jogador e que estão, portanto, constantemente ao redor da narrativa central. Eles são mais bem desenvolvidos e suas personalidades costumam ser esféricas. O jogador também se sente mais envolvido emocionalmente com este tipo de personagem.

NPCs secundários não têm esse desenvolvimento e são pouco importantes para a história. Normalmente, seus diálogos servem apenas para dar um pouco mais de background sobre que tipos de pessoas vivem em certo lugar, o que elas fazem, dando mais vida ao jogo. Esses NPCs costumam ser mais planos, com pouca variação de diálogo.

Por fim, os NPCs de tutorial servem para orientar o jogador, explicando alguma mecânica do jogo, quebrando ou não a quarta parede, o que se dá quando algum elemento do jogo tem um diálogo ou ação que deixa evidente que esse elemento sabe que está em um jogo. Por exemplo, nos jogos da série Pokémon, vários NPCs conversam sobre mecânicas de jogo, como efeitos de status, golpes, dentre outros. Também é comum que esses NPCs deem dicas para o jogador sobre qual deve ser o próximo caminho a seguir em uma história linear.

O uso de IA em jogos digitais

Um dos primeiros exemplos mais notáveis de implementação de IA na indústria dos jogos foi com o jogo Pac-man. Além de utilizar uma técnica chamada máquina de estados, uma máquina abstrata com vários estados e transições entre eles, o estado atual define o tipo de ação que a unidade realizará. Outra característica importante do jogo é que cada um dos fantasmas foi programado para caçar o Pac-Man de maneiras diferentes: enquanto um fantasma tenta segui-lo, outros tentam cercá-lo ou se movem de maneira aleatória. Devido a essa mudança, o jogo se torna mais estratégico. Jogadores experientes conseguem entender e calcular rotas seguras de movimentação do Pac-man, baseados nessa diferença de comportamento dos fantasmas. Contudo, a máquina de estados apresenta limitações em sua elaboração. Os comportamentos podem ser bem previsíveis e a representação de estados pode não ser suficiente. Por isso, jogos mais recentes fazem usos de outras técnicas, como árvores de comportamento e lógica *fuzzy* (FUNGE; MILLINGTON, 2006).

Árvores de comportamento foram primeiramente vistas em jogos no FPS *Halo 2*. Tarefas são divididas e dispostas em subárvores. Uma das suas vantagens é que se torna fácil adicionar novos comportamentos e ajustar comportamentos antigos. Outra vantagem é que é possível quebrar comportamentos difíceis em tarefas bem mais fáceis. Já a lógica *fuzzy* dá um grau de incerteza ao comportamento dos NPCs. Ela foi utilizada no aclamado simulador *The Sims* para dar uma maior variedade às ações dos NPCs. Ao invés de trabalhar com elementos binários, a lógica *fuzzy* também considera todos os intermediários entre 0 e 1.

Outra técnica de IA utilizada com frequência em jogos são os algoritmos de busca, que tentam descobrir o menor caminho entre um ponto a outro. Dentre os algoritmos, o mais famoso é o algoritmo A que utiliza uma combinação entre dois algoritmos: o algoritmo de *Dijkstra* e o algoritmo *Greedy Best-First-Search*. O primeiro tenta encontrar o ponto de destino de forma extensiva, visitando um a um os pontos mais próximos da origem (que podem ser vértices de grafos ou quadrados de um *grid*, dependendo da representação utilizada), até encontrar o ponto de destino. É um algoritmo que funciona bem para achar o menor caminho, mas ele perde muito tempo explorando áreas não relevantes.

O algoritmo de *Greedy Best-First-Search*, por sua vez, funciona de forma parecida, mas ele tem uma heurística, ou seja, uma estimativa da distância entre os pontos. Ao invés de selecionar o ponto mais próximo do inicial, ele tenta selecionar o ponto mais próximo do destino. Apesar desse algoritmo ser mais rápido, ele nem sempre encontra o menor caminho, como é o caso quando há obstáculos entre os pontos.

Vale destacar também a utilização de Redes Neurais Artificiais (RNA) no jogo simulador de deus, *Black & White*. RNA é uma técnica inspirada no funcionamento das redes neuronais dos seres vivos: uma rede é composta de vários pequenos nós conectados entre si, que podem gravar e enviar dados aos nós adjacentes. O usuário só tem acesso à camada de entrada e à camada de saída dos dados. No jogo *Black & White*, por meio da aprendizagem de máquina (AM), as RNAs aprenderam a se comportar de certas maneiras.

Técnicas de IA também podem auxiliar os desenvolvedores de jogos no processo de criação, ajudando na geração de níveis, gráficos, narrativas, ou até mesmo regras e mecânicas (YANNAKAKIS; TOGELIUS, 2018). Um exemplo de criação de jogos com IA encontra-se no website "*Games by ANGELINA*", feito pelo pesquisador Michael Cook (2014). Todos os jogos no site são feitos inteiramente por uma IA desenvolvida por ele, decidindo todos os aspectos do jogo. Todavia, atualmente uma IA que desenvolva todos os aspectos não é interessante para a indústria de desenvolvimento. A indústria por enquanto prefere ferramentas de IA que apenas auxiliem no processo de criação e não substituam o papel de um desenvolvedor (André *et al.*, 2017).

Partindo desta base de técnicas, Trevisan (2020) detectou duas subáreas de IA que foram muito pouco exploradas em jogos para a criação de diálogos: a computação afetiva, que trata da computação de emoções humanas, e o aprendizado profundo (AP – *deep-learning*), uma técnica de aprendizagem de máquina (AM) que faz uso de uma enorme base de dados e que, utilizando redes neurais artificiais, reconhece padrões como se tivesse uma inteligência própria, conforme se segue.

A IA em diálogos de jogos digitais

Quando se trata de diálogos, a área de computação afetiva entra em cena. Esta é uma subárea do campo da IA. As emoções podem ser definidas como “julgamentos avaliativos do ambiente, de si mesmo e de outros agentes sociais, de acordo com as metas e crenças do próprio agente emotivo.” Elas podem ser diferenciadas através de suas funções, como comportamento social, regulamento interno, comportamento adaptativo, motivação, entre outros. É um fenômeno complexo, que ainda não foi decifrado completamente pela ciência, apesar dos vários anos de estudo (HUDLICKA, 2008).

Ainda de acordo com a autora, em agentes biológicos, as emoções se manifestam em quatro modalidades: a expressiva, que tem como exemplo expressões faciais, fala, gestos, postura e escolhas comportamentais;

a *somática/fisiológica*, que trata de mudanças internas do comportamento corporal, mudanças no sistema endócrino e suas manifestações, como pressão sanguínea e taxa de batimentos cardíacos; a *cognitiva/interpretativa*, que está diretamente associada à avaliação das emoções. Por último, existe a *modalidade subjetiva*, que trata de experiências idiossincráticas, individuais, de cada agente biológico. As emoções são ainda básicas e complexas.

A computação afetiva possui três áreas principais de estudo: o reconhecimento de emoções, modelos computacionais de emoções e expressão de emoções em agentes artificiais e robôs. A primeira área, reconhecimento de emoções, busca traduzir emoções humanas, através de uma interface humano-máquina, e transformá-las em dados computacionais. Atualmente, é um campo popular com o avanço de processamento de imagens em computadores. A segunda área tenta criar modelos computacionais que consigam se assemelhar ao comportamento emocional humano. Os modelos não seguem regras específicas e são muitas vezes definidos de acordo com os interesses dos desenvolvedores, como modelos que só focam em um número pequeno de emoções. Já a terceira área, expressão de emoções em agentes artificiais, extrai os dados de modelos da segunda área e tenta inseri-los em agentes artificiais, como robôs ou seres virtuais, com ênfase na expressão facial, corporal e vocal destas emoções (*ibid.*).

Até agora, todos os exemplos de computação afetiva em jogos de computador são aqueles que conseguem entender as emoções do jogador, podendo estar presentes também na categoria de expressão de emoções. Desde a época em que a tecnologia permitiu, a mudança de expressões em personagens virtuais se manteve presente. Os primeiros jogos tinham expressões bem limitadas, com a obrigação de artistas desenharem cada uma das poucas expressões utilizadas, assemelhando-se a técnicas de animação tradicional. Com o avanço da tecnologia aplicada em jogos, as expressões passaram a ser apresentadas em modelos 3D de personagens.

De forma semelhante à animação tradicional 2D, a expressão de emoções, na maioria dos casos, era feita à mão, com modelagem e *rigging* adequando-se a cada expressão facial e corporal a ser utilizada pelo jogo. Uma técnica mais recente é a técnica de *motion capture*, em que vários sensores são colocados no rosto e na roupa especial do ator, conseguindo com isso extrair diretamente as expressões faciais e corporais de atores e reproduzi-las em agentes virtuais.

No que diz respeito à computação afetiva em diálogos de jogos digitais, a inteligência emocional pode ser utilizada para aprimorar diálogos em interações humano-máquina. O modelo emocional costumava

basear-se em valência, no grau em que a emoção é positiva ou negativa, e em excitação, para indicar a intensidade da emoção. Utilizando esses dois parâmetros, tornava-se possível separar certas emoções, como, por exemplo, a raiva, uma emoção de valência negativa e excitação alta, enquanto tristeza é uma emoção de valência negativa e baixa excitação. Indo além desses procedimentos, a partir dos fundamentos da computação afetiva, tomando como base a proposta de Andre *et al.* (2017), Trevisan (2020) desenvolveu um modelo que pode servir de base para desenvolvedores interessados em melhorar a qualidade de diálogos em jogos digitais.

Outro recurso para o desenvolvimento de diálogos encontra-se na aprendizagem profunda (AP), um ramo de aprendizagem de máquina (AM), que vem se afirmando como uma das tecnologias mais disruptivas nos ambientes tecnológicos contemporâneos. A AP difere da mera AM por conter uma arquitetura com várias camadas escondidas (redes profundas), capazes de apreender características diferentes em vários níveis de abstração. O processamento dos dados permite assim que os algoritmos aprendam as características corretas, em vez delas serem manualmente inseridas no processo de treinamento.

A AP vem sendo empregada na área dos jogos digitais na tentativa de se criar uma IA que possa jogar em um papel análogo ao de um humano, com as mesmas regras que este teria no jogo. A estrutura mais notável de AP para jogos de fliperama é o *Arcade Learning Environment* (ALE), que consegue extrair o placar do jogo, os pixels da tela e o conteúdo da memória utilizada para os comandos dos agentes jogadores. Através da entrada visual dos pixels, os agentes aprendem que ações devem ou não devem ser feitas nos momentos específicos dos jogos.

Até agora as criações de IAs têm se limitado ao papel do jogador, porém, segundo Yannakakis (2018), a AP pode ser utilizada para encontrar modelos de comportamento de jogador, ajustando o conteúdo de acordo com os resultados encontrados ou até mesmo para a geração de conteúdo procedimental, que pode envolver níveis, texturas ou até mesmo regras de jogo.

Em comparação com outros tipos de utilizações de AP em jogos, o número de pesquisas que focam especificamente em alguma parte da narrativa ou dos diálogos é bem menor. Uma das subáreas comumente ligadas com AM e diálogos é a área de Processamento de Linguagem Natural (*Natural Language Processing*, ou NLP, em inglês), que estuda formas de computadores, ou agentes artificiais conseguirem se comunicar utilizando linguagem natural. NLP também visa desenvolver um modelo computacional da linguagem humana.

O primeiro exemplo de AP em jogos para diálogos que é possível destacar é o de Narashimhan *et al.* (2014). Em sua pesquisa, o tipo de

jogo abordado foi o gênero de aventura por texto, um gênero em que o jogador recebe descrições da situação em que se encontra, com pouca ou nenhuma imagem visual, e ele deve prosseguir sua aventura através de comandos simples, digitados, como “continue” ou “vire direita”. Para que o jogador avance, é estritamente necessário que ele entenda o texto e, com isso, consiga planejar sua ação, o que se torna bem desafiador para IAs. Em seu modelo, Narashimhan *et al.* (*ibid.*), primeiro representa todos os possíveis estados de jogo, e todos os possíveis comandos, então baseando sua IA em processos de decisão de Markov (MPD) – um processo estocástico para tomada de decisões em cadeia – a AP é reforçada com os dados obtidos desses MPDs.

Outro exemplo de AP é apresentado por Kim *et al.* (2015), com a criação do Pororobot, um robô que consegue fazer um jogo de pergunta e resposta em ambientes do mundo real. No caso, ele foi utilizado para fazer perguntas de um desenho animado infantil chamado Pororoco para crianças. Essa escolha foi definida devido a dois aspectos: para melhorar a qualidade tanto do robô, quanto da aprendizagem das crianças em um processo em que aprendem juntos sobre fatos que eles não conheçam, enquanto o robô alavanca as habilidades sociais das crianças.

Os novos métodos que têm aparecido para a criação de diálogos parecem promissores, porém eles são feitos especialmente para jogos em que o diálogo é *parsed-driven*. Em jogos com diálogos ramificados ou lineares, devido às opções mais limitadas de escolha do jogador, a utilização dos diálogos únicos se torna mais difícil, a não ser que o sistema de conversação esteja arquitetado com estas escolhas. Outro possível problema comparece nos jogos em que são utilizados atores para dublar os personagens, pois a dublagem, que acompanha estes NPCs que teriam os diálogos gerados, também deveria ser gerada. Para isso, atualmente, existem os sintetizadores de voz, que, embora ainda possam ser diferenciados com facilidade de vozes humanas, poderiam servir bem para cumprir tais funções.

Embora algumas dificuldades possam aparecer nos caminhos pioneiros da criação, as dificuldades são pouco a pouco superadas na medida mesma em que as tecnologias vão se aprimorando. Foi assim no passado, está sendo no presente com probabilidades de que continuará sendo no futuro. Por isso, há algo de que podemos estar certos: as alianças da IA para o desenvolvimentos de jogos digitais, especialmente para a criação de diálogos, não deverá parar por aqui. A aposta em sua continuidade é tanto plausível quanto provável.

Referências

- ANDRÉ, Elizabeth *et al.* *Artificial and computational intelligence in games: AI-driven game design*, Dagstuhl Seminar 1747, November 19–24, 2017.
- COOK, Michael. *Games by Angelina*. Falmouth, 10 jan. 2014. Disponível em: <https://gamesbyangelina.itch.io/>. Acesso em: 11 nov. 2018.
- ELLISON, Brent. *Defining dialogue systems: Game developer*. London, 8 jul. 2008. Disponível em: <https://www.gamasutra.com/view/feature/132116/defining_dialogue_systems.php>.
- FRAGOSO, Suely. Imersão em games narrativos. *Galaxia*, São Paulo, vol. 28, p. 58–69, dez. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-25542014216692>. Acesso em: 23 jun. 2021.
- FUNGE, John; MILLINGTON, Ian. *Artificial Intelligence for Games*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2009.
- HUDLICKA, Eva. Affective computing for game design. In *Proceedings of the 4th North American Conference on Intelligent Games and Simulation*. McGill University. Montreal, 2008, p. 5–12.
- KARAKOVSKIY, Sergey; TOGELIUS, Julian. The Mario AI benchmark and competitions: Computational intelligence and AI in games, *IEEE Transactions* 4, 2012, p. 55–67.
- KIM, Kyung-Min, *et al.* Pororobot: A deep learning robot that plays video Q&A Games. *School of Computer Science and Engineering & Institute for Cognitive Science*. Seoul: Seoul National University, 2015, p. 1–5.
- KOTIS, Konstantinos. Artificial general intelligence and creative economy. *Academia Letters*, Article 260. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20935/AL260>. Acesso em: 23 jun. 2021.
- MURRAY, Janet. *Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace*. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- NARASIMHAN, Karthik; KULKARNI, Tejas; BARZILAY, Regina. Language understanding for text-based games using deep reinforcement learning. *arXiv:1506.08941 [cs.CL]*, p. 1–11.
- LANKOSKI, Petri; BJORK, Staffan. Gameplay design patterns for believable non-player characters, *Situated Play, Proceedings of DiGRA 2007 Conference*, 2007, p. 416–423.
- STATT, Nick. How artificial intelligence will revolutionize the way video games are developed and played. *The Verge*, mar 6, 2019. Disponível em: <https://www.theverge.com/2019/3/6/18222203/video-game-ai-future-procedural-generation-deep-learning>. Acesso em: 23 jun. 2021.

TREVISAN, Daniel. *Utilização de Inteligência Artificial para criar diálogos realistas de NPCs em jogos digitais*. (Mestrado, em Desenvolvimento de jogos digitais) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2020.

VILLANI, Cédric. For a meaningful artificial intelligence towards a French and European strategy. https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf, 2018. Acesso: 25/06/2021.

YANNAKAKIS, Georgios N.; TOGELIUS, Julian. *Artificial intelligence and games*. Berlin: Springer. 2018