

Submissão:
15/07/2022
Aceite:
23/02/2023

MÁQUINAS QUE APRENDEM: DIVULGANDO TECNOLOGIAS À COMUNIDADE POR MEIO DA EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

MACHINES THAT LEARN: DISSEMINATING TECHNOLOGIES TO THE COMMUNITY THROUGH UNIVERSITY EXTENSION

Millena Lana Correia de Carvalho¹  <https://orcid.org/0000-0002-8345-6577>

Thales Cardoso Carvalho Novaes²  <https://orcid.org/0000-0003-3161-7882>

Mayla Toshimi Nagai³  <https://orcid.org/0000-0001-5231-7649>

Gabriel Valeze Elisbão do Nascimento⁴  <https://orcid.org/0000-0002-1996-725X>

Roberta Ekuni⁵  <http://orcid.org/0000-0003-1490-0184>

Bruno Miguel Nogueira de Souza⁶  <https://orcid.org/0000-0002-9326-7614>

RESUMO

O avanço tecnológico pode auxiliar em diversas áreas de estudo, inclusive no processo de ensino e aprendizagem. Dado que a era da informação é ubíqua, o objetivo desse artigo é relatar uma ação extensionista realizada no evento V Conhecendo o Cérebro, na Universidade Estadual do Norte do Paraná. O foco dessa ação foi popularizar o tema aprendizagem de máquinas para crianças e adolescentes. O estande, preparado de forma lúdica e interativa, apresentou atividades relacionadas ao comportamento das redes neurais humanas e as semelhanças com uma rede neural computacional, visando explicar sua origem e finalidade. Para isso, contou com demonstração de jogos, diálogos com o público-alvo com muita interação entre expositores e visitantes. Como resultado, percebe-se que o tema de Inteligência Artificial, apesar de complexo, pode ser trabalhado com o público infanto-juvenil dado que eles demonstraram interesse, realizaram muitas perguntas e interagiram com os expositores.

Palavras-chave: tecnologia; inteligência artificial; aprendizagem de máquina; extensão.

¹ Aluna de Graduação da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) millenalana10@hotmail.com

² Aluno de Graduação da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) thalesnovaes98@gmail.com

³ Aluna de Graduação da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) may.toshimi@gmail.com

⁴ Aluno de Graduação da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) gabrielvaleze16@gmail.com

⁵ Professora da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) robertaekuni@uenp.edu.br

⁶ Professor da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) brunomiguel@uenp.edu.br

ABSTRACT

Technological advances can help in several areas of study, including the teaching and learning process. Since the information age is ubiquitous, this article aims to report an extension action carried out during the event V Knowing the Brain, at the Universidade Estadual do Norte do Paraná. The focus of this action was to popularize the theme of machine learning to children and teenagers. The activities were prepared playfully and interactively, and presented activities related to the behavior of human neural networks and their similarities with a computational neural network, aiming to explain its origin and purpose. To this end, we included game demonstrations, dialogues with the target audience, and a lot of interaction between exhibitors and visitors. As a result, it is clear that the Artificial Intelligence theme, despite being complex, can be worked with children and teenagers, as they showed interest, asked many questions, and interacted with the exhibitors.

Keywords: technology; artificial intelligence; machine learning; extension.

INTRODUÇÃO

A extensão universitária faz parte do tripé (Ensino, Pesquisa e Extensão) da universidade (FORPROEX, 2012) e permite envolver, por meio de troca de experiências, a sociedade e universidade (CARDOSO et al., 2021). Ações extensionistas podem ser ferramentas pedagógicas importantes para os universitários, pois eles aprendem enquanto se envolvem nas ações (COELHO, 2014). Além disso, essas atividades podem ocorrer de forma semelhante a uma exposição, estilo feira de ciências, o qual contribui diretamente para a divulgação científica (SMENTKOSKI et al., 2020). Uma vez que conhecimentos científicos e tecnológicos podem ser específicos de algumas áreas, a divulgação científica é importante porque busca traduzir conhecimento científico para o público em geral de maneira clara e descontraída (FRANCISCO; SANTOS, 2014). Estes conhecimentos encontram-se em constante evolução, de forma adaptável para as novas realidades, principalmente no que tange o período pandêmico e pós-pandemia (BEZERRA et al., 2020; TAVARES et al., 2022). Por exemplo, na pandemia, ações extensionistas remotas tornaram-se uma opção que perpetuaram até os dias atuais (CARDOSO et al., 2021; WANER-MARIQUITO et al., 2021a; SILVA et al., 2022).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) podem ser definidas como um conjunto de tecnologias que auxilia a comunicação, a disseminação de informações (TAKAHASHI, 2000). Desde simples aplicativos ou complexos sistemas de inteligência artificial, as TICs modificam a forma como lidamos com a informação, dando novas oportunidades de acesso e construção de conhecimento (TEIXEIRA et al., 2022; ROZA, 2018). No campo educacional, há exemplos de aplicações de TICs como a inclusão de jogos digitais educacionais que diversificam a forma de aprender (formal, não formal, informal) (ARAÚJO; MADEIRA, 2020). Também há o uso de objetos de aprendizagem para auxiliar o aprendizado de informações adquiridas em museus (DE MARCHI; TESTA; DA ROCHA, 2005). Além disso, apesar de existir professores que não tem acesso à tecnologia como um computador, a maioria usa ou já ouviu falar do potencial dessas máquinas para a educação (FLÔRES; VICARI, 2005).

Uma vez que as TICs são ubíquas, também torna-se responsabilidade do sistema educacional promover reflexões sobre a tecnologia na sociedade, bem como criar conexões entre a tecnologia, didática e cultura (TAJRA, 2011). Dentre conceitos relevantes da área, a Inteligência Artificial (IA) e a interação humano-computador são campos explorados pela ciência cognitiva que desperta interesse

da ciência da informação (ROZA, 2018). Percebe-se que a tecnologia se beneficiou dos conhecimentos da Biologia e levou para a IA, a qual comporta diversos temas e métodos de aplicação, como: aprendizado profundo, redes neurais e programação genética; objetivando a resolução de problemas diversos, como jogar um jogo ou resolver problemas da área da saúde, por exemplo (GOMES, 2010). Um exemplo disso é a rede neural artificial, um modelo matemático que se assemelha com estruturas neurais biológicas (FERNEDA, 2006). Ela é formada por um conjunto de neurônios artificiais, baseada na simplificação do neurônio biológico, com terminais de entrada representando os dendritos e um terminal de saída representando o axônio (MCCULLOCH, 1943).

Outro conceito relevante envolve o Aprendizado de Máquinas, algoritmos que permitem criar modelos preditivos utilizando dados de exemplos ou experiências passadas (ALPAYDIN, 2014). Em outras palavras, ele toma decisões baseadas em experiências acumuladas de soluções que foram bem sucedidas em problemas anteriores (PRATI; BARANAUSKAS; MONARD, 2002).

Apesar de esses conceitos parecerem complexos, eles são aplicados em tecnologias que usamos no cotidiano. Diante disso, percebe-se a necessidade de implantar estratégias para o ensino dessa temática, de maneira que os indivíduos compreendam que esses conhecimentos fazem parte de sua vida. Para que isso fosse possível, uma ação extensionista foi realizada na Universidade Estadual do Norte do Paraná, coordenado pelo Grupo de Estudos em Neurociências (GEN) (WANER-MARIQUITO et al., 2021b). Essa ação abarcou diversas temáticas, entre elas a Aprendizagem de Máquinas. Assim, o objetivo do presente artigo é relatar as ações ocorridas no estande de Aprendizagem de Máquinas, cujo objetivo foi abordar de maneira acessível e didática, a área de inteligência artificial.

MATERIAIS E MÉTODOS

Evento

A quinta edição do Conhecendo o Cérebro foi realizada no Auditório Thomaz Nicoletti do Campus Luiz Meneghel em Bandeirantes, no dia 22 de outubro de 2019. O evento foi organizado pelo Grupo de Estudos em Neurociência (GEN) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) e foi divulgado nas escolas e nas redes sociais (e.g. grupos do *WhatsApp* e página no *Facebook*). O evento, inspirado no tema norteador “Bioeconomia: Diversidade e Riqueza para o desenvolvimento sustentável”, fez parte da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

Materiais

Para execução do estande foram utilizados os seguintes materiais: um *notebook*, um computador *desktop*, um *raspberrypi B* e um celular. O computador foi utilizado para emular a rede neural aplicada no jogo *Flappy Bird*, com um processador AMD FX 8350, de 8 núcleos, e com 8 Giga Bytes(GB) de *Random Access Memory* (RAM). Foi utilizado um *notebook* com um processador i3 e 4GB de RAM, para emular a rede neural do *Chrome Dino*. O celular utilizado foi o *Motorola Moto G4 Play*, contendo processador de 1.2 GHz, *Quad Core*, 16 GB de armazenamento e 2GB de RAM; esse *smartphone Android* e foi utilizado para executar o aplicativo *AffdexMe*. O *raspberrypi B* foi utilizado para executar os jogos na interação com os visitantes, com 512MB de RAM e memória SSD de 32GB, ligado a uma tela de LCD. O *raspberrypi* é uma série de computadores de placa única de tamanho reduzido e com a mesma arquitetura de circuitos de aparelhos celulares.

Após a interação no estande, os visitantes foram convidados a responder, em uma escala *Likert*

de emojis, o quanto gostou do estande: i) “detestei”; ii) “não gostei”; iii) “indiferente”; iv) “gostei” e v) “gostei muito” com a finalidade de verificar a opinião dos visitantes do evento.

Procedimento

Atividades pré-evento

Todos os monitores estudaram a temática e organizaram o estande nos três meses que antecederam o evento. Visando uma melhor preparação para receber o público, um dia antes do evento, quatro acadêmicos, orientados por seus respectivos orientadores de área, confeccionaram um cartaz e organizaram a mesa com os materiais.

Atividades durante do evento

Assim que os visitantes chegavam ao evento, eram convidados a assinar o livro de visitas e visualizavam diversos estandes ofertados no evento. Cada estande foi organizado por diferentes projetos de extensão da universidade (para detalhes do evento como um todo, ver WANER-MARIQUITO et al., 2021b). Os visitantes podiam caminhar livremente para as atividades que se interessavam. Em todos os estandes, eram incentivados a fazerem perguntas e interagir com os monitores.

Ao chegarem no presente estande, “Aprendizagem de máquinas”, os visitantes ouviam uma breve explicação dada pelos acadêmicos sobre o tema. Então, eram convidados a jogar os jogos *Flappy Bird*¹ e *Chrome Dino*². Os jogos foram apresentados utilizando a tela de LCD e um teclado, ambos conectados ao *raspberry pi*. O *Flappy Bird* é um jogo que possui muitos canos de tamanhos diversos (altos, médios e baixos) e o jogador deve passar pelos canos sem bater neles. Para isso, os parâmetros utilizados são o quanto o pássaro sobe quando o jogador toca na tela, os espaços entre os canos, e quanto mais o jogador joga, mais rápido a tela se move, aumentando a velocidade. Já o *Chrome Dino* é um jogo que aparece automaticamente no navegador Chrome quando se perde a conexão com a internet. O jogador, por meio da tecla espaço, controla um dinossauro que pula os obstáculos (ex. *cactus*, *pterodáctilos*). Da mesma forma que no jogo anterior, não pode tocar nos obstáculos, se não ele perde. Como parâmetros, a velocidade aumenta, há distâncias e variação diversas entre os obstáculos.

Após jogar, os visitantes eram estimulados a analisar as características do aprendizado humano e um paralelo com o aprendizado de máquina foi demonstrado. Em seguida, os acadêmicos explicaram sobre o funcionamento, diferenças e surgimento dos conceitos de uma IA. Todas as explicações eram comparadas à inteligência humana, colocando em foco os conceitos de neurônio artificial, rede neural e o neurônio biológico. Para auxiliar a explicação, em outra tela, foi demonstrado como uma rede neural artificial funcionava, assim como qual o papel do algoritmo genético para o aprendizado da máquina. Neste sentido, foi possível demonstrar aos visitantes a comparação do desempenho do aprendizado de uma máquina com o aprendizado dos visitantes durante a execução do jogo. Essa rede neural foi aplicada nos jogos *Flappy Bird*³ e *Chrome Dino*⁴, utilizando o computador e *notebook*.

¹ O jogo Flappy Bird está disponível em: <<https://flappybird.io/>>

² O jogo Chrome Dino está disponível em: <<https://dino-chrome.com/>>

³ O código do do jogo Flappy Bird com a rede neural está disponível em: <<https://github.com/JVictorDias/FlappIA-Bird>>

⁴ O código do jogo Chrome Dino com a rede neural está disponível em: <<https://github.com/JVictorDias/Dinossauro-Google>>

A rede neural de múltiplas camadas, disponibilizada por Dias (2019), faz com que cada personagem do jogo possua uma rede que irá ditar o comportamento dele a partir do uso de pesos, variáveis extraídas da relação entre o personagem e o ambiente que ele está em um determinado instante. Na primeira instância do jogo, há a geração de 1000 personagens com características diferentes de jogo, conforme o jogo evolui, alguns destes personagens sobrevivem aos níveis e outros não. Neste sentido, o algoritmo genético seleciona as melhores características dos sobreviventes e cria uma nova geração de personagens a partir destas características com pequenas mudanças nos pesos da rede neural (*Randommutations*).

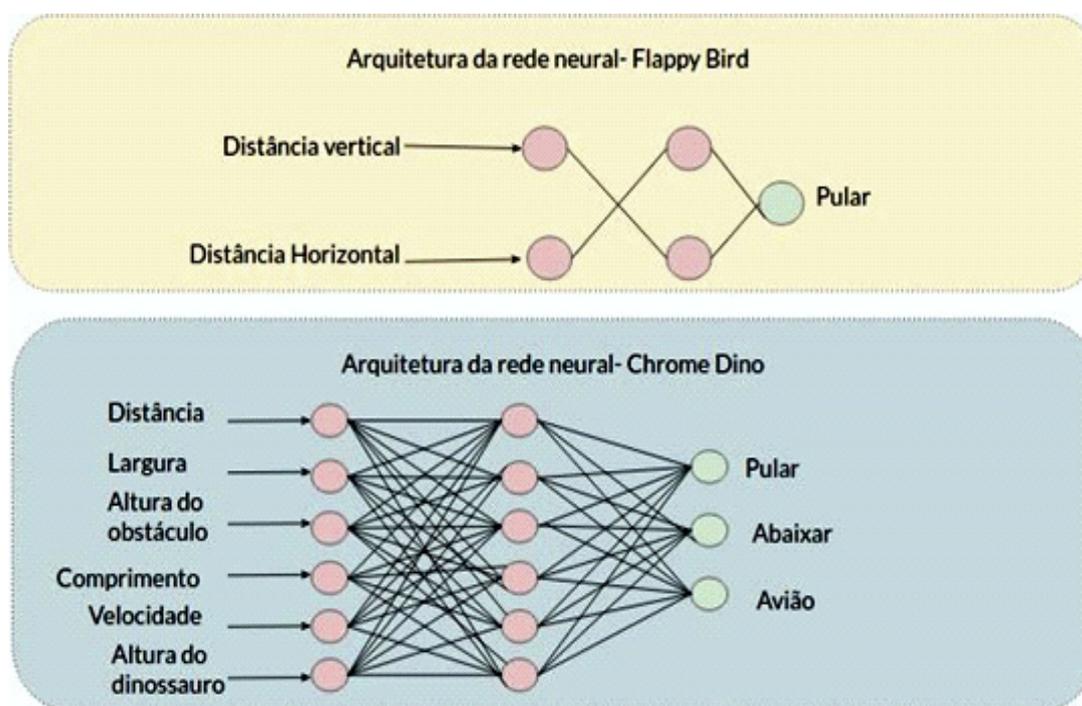


Figura 1- Arquitetura da rede neural múltiplas camadas nos jogos Flappy Bird e Chrome Dino, em que a rede recebe pesos iniciais, que ao passarem pelos nós resultam na escolha do movimento do personagens.

Fonte: Autoria própria.

Em seguida, os visitantes interagiram com o aplicativo *AffdexMe*, desenvolvido pela empresa *Affectiva*, que utiliza do conceito de aprendizado de máquina para a identificação de emoções, realizando o reconhecimento facial por meio da verificação dos limites da face de uma pessoa, criando um quadrado delimitado com o objetivo de extrair as texturas e detalhes. O aplicativo analisa e responde aproximadamente as expressões faciais de acordo com a emoção que o indivíduo realiza, em tempo real e utilizando a câmera integrada em seu dispositivo Android/iOS. Assim, classifica as expressões em emoções baseando-se no *Facial Action Coding System (FACS)*, um sistema usado para catalogar as expressões faciais humanas (MCDUFF et al., 2016).

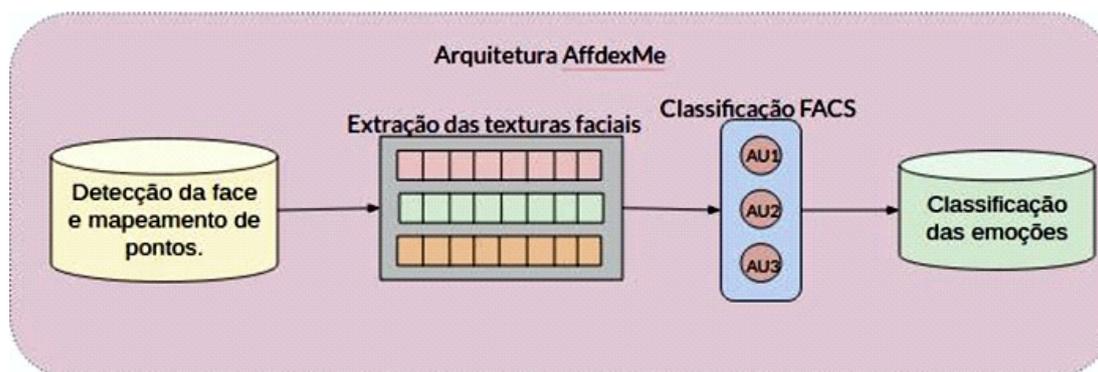


Figura 2 - Funcionamento da arquitetura AffdexMe, aplicativo de classificação de emoções.

Fonte: Autoria própria.

Por fim, os visitantes eram convidados a responder uma escala *Likert* de *emojis* para avaliar o quanto gostaram do estande. A figura 3 representa o funcionamento do estande como foi apresentado para os visitantes.

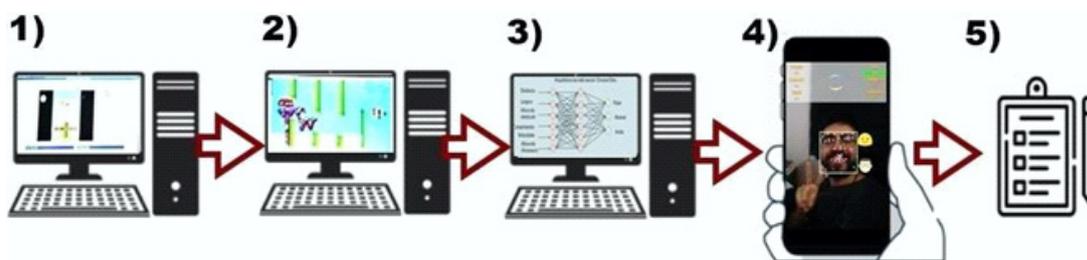


Figura 3 - Esquema da ordem de apresentação do estande. **1)** Os visitantes foram convidados a jogar Flappy Bird e Chrome Dino neste computador. **2) e 3)** Os visitantes visualizavam as redes neurais juntamente com o algoritmo genéticos nos jogos Flappy Bird e Chrome Dino. **4)** Os visitantes foram convidados a experimentar o aplicativo AffdexMe. **5)** Os visitantes foram convidados a responder um questionário de escala Likert.

Fonte: Autoria própria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são baseados na análise da escala *Likert* e por meio das observações e percepções dos monitores do evento. Estima-se um total 335 visitantes, conforme contagem dos registros no livro na entrada do evento. Todavia, por se tratar de uma exposição, os visitantes caminhavam livremente e podem não ter passado em todos os estandes, padrão que deve ter acontecido no presente estande. Em relação à escala *Likert*, 92 visitantes responderam. Desses, 9,8% assinalaram “gostei” e 90,2% assinalaram “gostei muito”. Nenhuma das outras opções foram escolhidas, o que indica um resultado positivo, ou seja, os visitantes gostaram da dinâmica e da forma como o conteúdo foi abordado no presente estande.

Os visitantes vieram dos municípios de Bandeirantes-PR e região. Predominantemente, eram estudantes da Educação Básica. O evento também recebeu a visita de alunos da educação Básica na modalidade Educação Especial (APAE - Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais) de Bandeirantes - PR e Andirá - PR. No geral, os visitantes paravam em volta do estande em grupos de mais de 10 pessoas. Todavia, havia momentos em que mais visitantes se aglomeravam em volta do estande e a maioria deles apenas observavam as explicações e os colegas jogarem. Isso aconteceu porque havia

uma limitação de número de equipamentos, bem como de espaço físico por haver mais estandes no evento.

Quando questionados, os visitantes relataram que não sabiam como e o quanto a aprendizagem de máquinas é presente na vida cotidiana deles, como em jogos e aplicativos. Os visitantes demonstraram interesse e surpresa em relação ao conteúdo apresentado no estande, o que pode ser observado pela grande quantidade de perguntas e comentários, como: “Não sabia que existia o uso de inteligência artificial em jogos”; “É assim que máquinas aprendem?”; “Para o que mais podemos usar o aprendizado de máquina?”; “É muito importante a interdisciplinaridade das áreas para o melhor desenvolvimento da sociedade” e “A máquina consegue chegar num estado perfeito de aprendizado?”.

Entre os visitantes, haviam àqueles que possuíam conhecimento prévio acerca do assunto, reconheceram as redes neurais logo quando que olhou o monitor apresentando a rede. Então, compartilharam experimentos e aprofundaram-se nas questões relacionadas, como “Quais algoritmos usados?”, “Quais plataformas?”, e até mesmo, “Quais possíveis futuras aplicações?”.

Os monitores relataram que, por meio do evento e da diversidade de público, puderam ter a experiência e compreender as dificuldades que os docentes vivenciam na prática docente: desde o preparo para responder questões complexas, até a construção de forma lúdica ao ouvinte, aquele conteúdo. Esse relato dos acadêmicos envolvidos na ação extensionista é relevante dado que atualmente há a premissa da “curricularização da extensão”, ou seja, a inserção obrigatória de pelo menos 10% da carga horária do curso de graduação dedicado à extensão universitária pela Resolução n. 07 de 18 de dezembro de 2018 do Conselho Nacional de Educação (BRASIL, 2018).

A figura 4 mostra a apresentação do estande por meio de fotos. Diante do grande número de visitantes simultaneamente, observou-se algumas limitações como a grande quantidade de pessoas e barulhos no estande, que acabaram dificultando a explicação dos conceitos.



Figura 4 - Participantes durante a apresentação do estande. **A)** Os visitantes estão tendo a explicação dos conceitos de inteligência humana e de máquina; **B)** Demonstração do aplicativo AffdexMe; **C)** Explicação da rede neural aplicada nos jogos; **D)** Os visitantes assinando o questionário da escala Likert.

Fonte: Fotos registradas por Matheus Dias e Roberta Ekuni.

Dado que a inteligência artificial é uma área em expansão, há, a todo o momento, descobertas e reflexões acerca do tema. Assim, pode-se observar com a realização do estande, a promoção de questionamentos e curiosidades sobre a multidisciplinaridade que a tecnologia movimenta, unificando com o que Tajra (2011) diz. A divulgação científica, que ocorre num ambiente não formal, proporciona a liberdade para refletir, expressar e questionar de maneira descontraída sobre temas que poderiam ser antes de difícil compreensão, e isso engloba a proposta que a extensão da ciência considera essencial (FRANCISCO; SANTOS, 2014).

Sabendo da importância das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na sociedade (ROZA, 2018) pode-se ressaltar que, as tecnologias não são as únicas responsáveis pelas transformações sociais. A sociedade atual é resultado de uma variedade de mudanças sociais, econômicas, culturais e principalmente tecnológicas (CASTELLS, 2010). Percebe-se então que, as modernas tecnologias estão cada vez mais presentes na sociedade contemporânea e aos poucos, nos ambientes de estudos, favorecendo o ensino, aprendizado e essencialmente a extensão universitária.

CONCLUSÕES

Diante do fato que informações sobre inteligência artificial despertam muitas curiosidades e conseqüentemente atraem informações equivocadas pela mídia, eventos como esses são de suma importância para o público ter uma compreensão científica e confiável de como tudo funciona. Assim, de maneira simultânea, se aprende de forma descontraída e também pode despertar interesse para futuras vocações, atingindo um dos objetivos da extensão universitária.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a *NVIDIA* por fornecer uma GPU utilizada para emular a rede neural. À UENP, por proporcionar o espaço para a realização do evento, e ao GEN.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, L. C.; MADEIRA, C. A. G. Jogos Educacionais Digitais no Ensino Infantil: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **RENOTE**, v. 18, n. 2, p. 286-295, 2020.
- ALPAYDIN, E. **Introduction to machine learning**. [S.l.]: MIT press, 2014.
- BEZERRA, S. M. et al. Universidade pública em extensão e ação: catadores de materiais recicláveis e a COVID-19. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 43, p. 33-42, 2020.
- BRASIL. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2018. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/55877808. Acesso em: 25 fev. 2023.
- CARDOSO, M. C. et al. Utilização das redes sociais em projeto de extensão universitária em saúde durante a pandemia de Covid-19. **Expressa Extensão**, v. 26, n. 1, p. 551-558, 2021.
- CASTELLS, M. **The rise of the network society: The information age: Economy, society, and culture**. Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.
- COELHO, G. C. O papel pedagógico da extensão universitária. **Extensão**, v. 13, n. 2, p. 11-24, 2014.
- DE MARCHI, A. C. B.; TESTA, C. D.; DA ROCHA COSTA, A. C. Um ambiente de comunidade virtual baseado em objetos de aprendizagem para apoiar a aprendizagem em museus. **RENOTE**, v. 3, n. 1, 2005.
- DIAS, J. V. Inteligência Artificial destruindo no dinossauro da Google! (Rede Neural). Youtube, 15 outubro 2019. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=NZlIYr1slAk&list=PLPWikzi38KIwwQdolewJb_Ei1NAb4BSFg>. Acesso em: 17 outubro 2019.
- _____. Inteligência Artificial jogando FlappyBird!!. Youtube, 12 fevereiro 2019. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=vavXvu_SMeM&vl=en>. Acesso em: 10 junho 2019.
- FERNEDA, E. Redes neurais e sua aplicação em sistemas de recuperação de informação. **Ciência da Informação**, v. 35, p. 25-30, 2006.
- FLÔRES, M. L. P.; VICARI, R. M. Inteligência artificial e o ensino com computador. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS, 2005.
- FORPROEX. Política Nacional de Extensão Universitária. Fórum de Pró-reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. Manaus: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/proex/renex/images/documentos/2012-07-13-Politica-Nacional-de-Extensao.pdf>>.
- FRANCISCO, W.; SANTOS, I. A feira de Ciências como um meio de divulgação científica e ambiente de aprendizagem para estudantes-visitantes. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 13, p. 96-110, 2014.
- GOMES, D. S. Inteligência Artificial: conceitos e aplicações. **Olhar Científico**. v1, n. 2, p. 234-246, 2010.
- MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. **The bulletin of mathematical biophysics**, v. 5, n. 4, p. 115-133, 1943.
- MCDUFF, D. et al. AFFDEX SDK: a cross-platform real-time multi-face expression recognition toolkit. In: **Proceedings of the 2016 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems**. 2016. p. 3723-3726.

PRATI, R. C.; BARANAUSKAS, J. A.; MONARD, M. C. Padronização da sintaxe e informações sobre regras induzidas a partir de algoritmos de aprendizado de máquina simbólico. **Revista Eletrônica de Iniciação Científica**, v. 2, n. 3, p. 21, 2002.

ROZA, R. H. Ciência da informação, tecnologia e sociedade. **Biblos**, v. 32, n. 2, p. 177- 190, 2018.

SMENTKOSKI, I. P. et al. O ensino de Histologia e Neuroanatomia por meio de jogos e materiais didáticos: experiência extensionista de uma educação não-formal. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 3, p. 301-313, 2020.

SILVA, C. A. et al. Desenvolvimento Sustentável e Curricularização da Extensão: Impactos de uma Ação Extensionista Virtual em Química durante a Pandemia do COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 7, 2022.

TAJRA, S. F. Conceitos e Reflexões sobre Tecnologia Educacional: Para além dos recursos digitais. In: TAJRA, S. F. **Informática na Educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 2. ed. Saraiva Educação SA, 2011.

TAKAHASHI, T. **Sociedade da informação no Brasil: livro verde**. Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

TAVARES, M. J. F. et al. A Química Verde nos Artigos Publicados na Química Nova na Escola: 2011-2021. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 2, p. 11308-11324, 2022.

TEIXEIRA, D. P. et al. O uso das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) no enfrentamento da Covid-19: o caso de um projeto de extensão universitária sobre a produção de máscaras protetoras. **Extensão Tecnológica: Revista de Extensão do Instituto Federal Catarinense**, v. 9, n. 17, p. 189-201, 2022.

WANER-MARIQUITO, R. et al. PROGRAMA DE EXTENSÃO ON-LINE? RESILIÊNCIA FRENTE AO DISTANCIAMENTO SOCIAL. **Vivências**, v. 17, n. 34, p. 135-148, 2021. a.

WANER-MARIQUITO, R. et al. A EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA: EXPERIÊNCIA DE EDUCAÇÃO NÃO-FORMAL. **CATAVENTOS-Revista de Extensão da Universidade de Cruz Alta**, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2021. b.