

# METODOLOGIA ATIVA E ROBÓTICA EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA PARA O ESTUDO DO SISTEMA SOLAR

## ACTIVE METHODOLOGY AND EDUCATIONAL ROBOTICS: PROPOSAL FOR THE STUDY OF THE SOLAR SYSTEM

Diângelo Crisóstomo Gonçalves<sup>1</sup>, Claudio Roberto Machado Benite<sup>2</sup>

Recebido: abril/2022 Aprovado: julho/2022

**Resumo:** O ensino dos conteúdos escolares de Física tem se tornado um grande obstáculo para a aprendizagem dos alunos que se sentem desmotivados em compreender os fenômenos da natureza, comumente abordados pelo professor com foco na memorização de fórmulas e definições. Se contrapondo a esse cenário, as metodologias ativas surgem como alternativas pedagógicas possibilitando aos alunos, enquanto sujeitos históricos, assumirem papel ativo na aprendizagem partindo de suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento. Pautados em elementos da pesquisa-ação, este estudo apresenta uma intervenção pedagógica (IP) com o Tema 'Astronomia' para a abordagem de conteúdos sobre o movimento dos planetas no Sistema Solar objetivando participações ativas e criativas dos alunos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares de Física, a partir de atividades envolvendo visita a um Planetário e uso de robótica educacional, ambos fundamentados na dinâmica dos três momentos pedagógicos. Nossos resultados sinalizam que o uso de tecnologias no ensino de Física, pode incentivar a participação conjunta e criativa dos alunos, se contrapondo as propostas expositivas e memorísticas que até hoje perduram nas salas de aula.

**Palavras-chave:** ensino de física, três momentos pedagógicos, intervenção pedagógica.

**Abstract:** The teaching of school contents of Physics has become a major obstacle to the learning of students who feel unmotivated to understand the phenomena of nature, commonly addressed by the teacher with a focus on memorizing formulas and definitions. Opposing this scenario, active methodologies emerge as pedagogical alternatives enabling students, as historical subjects, to take an active role in learning based on their experiences, knowledge and opinions valued as a starting point for the construction of knowledge. Based on elements of action research, this study presents a pedagogical intervention (PI) with the Theme 'Astronomy' to approach content on the movement of planets in the Solar System aiming at active and creative participation of students in the teaching-learning process of school contents of Physics, from activities involving a visit to a Planetarium and the use of educational robotics, both based on the dynamics of the three pedagogical moments. Our results indicate that the use of technologies in the teaching of Physics, can encourage the joint and creative participation of students, opposing the expository and memoiristic proposals that still persist in classrooms today.

**Keywords:** physics teaching, three pedagogical moments, pedagogical intervention.

## 1. Introdução

A aprendizagem ocorre desde o nascimento e se estende por toda a vida. Aprendemos nos aspectos pessoal, social e profissional, ampliando, assim, nossa visão de mundo. Para Moran

<sup>1</sup>  <https://orcid.org/0000-0003-3428-3486> - Mestre em ensino de Ciências pela Universidade Estadual de Goiás (UEG). Professor efetivo de Física da Secretária de Estado da Educação do Estado de Goiás (SEDUC), Goiânia, Goiás, Brasil. Avenida Frei Nazareno Confalone, nº 10.875, Setor Goiânia 2, CEP: 74.663-280, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: [diangelofisica@gmail.com](mailto:diangelofisica@gmail.com)

<sup>2</sup>  <https://orcid.org/0000-0002-7794-2202> - Doutor em Química pela Universidade Federal de Goiás. Professor do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão – LPEQI, Núcleo de Pesquisas em Ensino de Ciências – Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, CEP: 74.690.900. E-mail: [claudiobenite@ufg.br](mailto:claudiobenite@ufg.br)

(2018) a vida é um processo de aprendizagem ativa e de enfrentamentos cada vez mais complexos.

Sobre a aprendizagem escolar, os alunos se encontram inseridos em uma sociedade que mudou bastante seu comportamento nos últimos anos, principalmente em relação aos impactos causados pelo uso das tecnologias digitais e do acesso à informação. Segundo Coutinho e Lisbôa (2011, p. 7) “a revolução tecnológica deu origem ao informacionalismo, tornando-se assim a base material desta nova sociedade em que os valores da liberdade individual e da comunicação aberta tornaram-se supremos”. Assim, a democratização do acesso à informação e à comunicação concebem novos espaços de busca, compartilhamento e interação proporcionando a cultura digital cada vez mais inserida na instituição escolar.

Se a informação é a interpretação objetiva de dados, o conhecimento pode ser entendido como:

*A capacidade que o aluno tem, diante da informação, de desenvolver uma competência reflexiva, relacionando os seus múltiplos aspectos em função de um determinado tempo e espaço, com a possibilidade de estabelecer conexões com outros conhecimentos e de utilizá-lo na sua vida cotidiana (COUTINHO; LISBÔA, 2011, p.9).*

Mas será que esses alunos estão preparados suficientemente para navegarem nesse universo de informações? Concordamos com Castells (2003) que apesar da disponibilidade de informação ser uma proposta democrática, grande parte da população mundial ainda não tem condições de acesso, bem como acessar não garante conhecimento nem aprendizado. Somado a isso, a escola que deveria, no geral, preparar seus alunos para o enfrentamento das demandas tecnológicas pouco mudou suas ações nesse período se tornando um local de pouco interesse para os alunos não favorecendo o processo de aprendizagem (ANDRADE; SARTONI, 2018). Nesse sentido, assumimos que metodologias convencionais de ensino em que os alunos são vistos apenas como receptores de informações transmitidas pelos professores não atraem mais a atenção, aumentando o desinteresse.

A disciplina de Física, por exemplo, há tempos que tem sido encarada por muitos como sendo ‘aquela que ninguém aprende’, tornando-se um obstáculo na trajetória dos alunos que se sentem desmotivados em compreender o que comumente é proposto pelos professores. Suas aulas normalmente valorizam a memorização de conteúdos sem sentido para os alunos, impossibilitando um posicionamento crítico em relação às informações que se apresentam pelos diversos canais do dia a dia, dentro ou fora da escola. Podemos dizer que um dos motivos para que tenhamos esse cenário ainda hoje é “a artificialidade dos problemas tratados pela Física escolar” (BRASIL, 2006, p.53).

Segundo Moreira:

*[...] o ensino de Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada em um livro de texto. (2017, p.3).*

Sobre os conteúdos veiculados nos livros didáticos, o distanciamento do conhecimento científico por meio de didatizações (para livro de ensino superior, livros de ensino médio e outras adequações) para se tornar acessível ao respectivo nível de ensino faz com que:

*[...] a sequência das transformações pelas quais passaram acaba mascarando dificuldades, e eles são mostrados tão simplificados que parece ao aluno ser necessário apenas decorar as fórmulas e os principais conceitos, sem a necessidade de perguntar de onde vieram esses saberes. Será que Newton expressou a lei da gravitação universal tal como a conhecemos,  $F = GMm/r^2$ ? Foi essa a forma originalmente proposta por ele? (BRASIL, 2006, p.49).*

Concordamos com Diesel, Baldez e Martins (2017, p. 269) que, as “atuais demandas sociais exigem do docente uma nova postura e o estabelecimento de uma nova relação entre este e o conhecimento, uma vez que cabe a ele, primordialmente, a condução desse processo”.

Tais pressupostos sinalizam a necessidade de adequações no ensino de física, uma vez que estamos há um ‘clique’ de distância de um mundo de informações que podem contribuir para a mudança da dinâmica de sala de aula fomentando aprendizagem e formação crítica para a tomada de decisões (SOUZA *et al.*, 2012). Para isso, advogamos por propostas de ensino que contribuam tanto para a significação dos conteúdos, quanto para o desenvolvimento de habilidades que permitam participações mais autônomas e criativas dos alunos no processo de aprendizagem.

Sendo assim, defendemos um ensino de física fundamentado numa proposta estruturada em situação–problema–modelo se remetendo as ocorrências cotidianas, isso porque uma das características da Física é criar “modelos da realidade para entendê-la” (BRASIL, 2006, p. 53). Contendo elementos de pesquisa-ação (THIOLLENT, 1998), este estudo versa sobre uma proposta de intervenção pedagógica em uma turma de 1º ano do ensino médio acerca da movimentação dos planetas no Sistema Solar com o uso da robótica educacional objetivando participações ativas, criativas e investigativas no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares de Física.

## **2. Metodologias ativas: possibilidades do uso das tecnologias em ambiente escolar**

Nos últimos anos ensinar se tornou uma atividade cada vez mais complexa devido às novas demandas sociais, tecnológicas e a diversidade presente na sala de aula, se contrapondo ao discurso escolar sedimentado durante décadas, cabendo aos professores a procura de novas formas de ensino que valorizem a participação do aluno promovendo formação crítica e autonomia em um ambiente favorável à aprendizagem.

Visando confrontar tal pressuposto surgem as metodologias ativas como alternativas pedagógicas que destacam o dinamismo do aluno no processo de ensino-aprendizagem (Valente, 2018). Se contrapondo ao ensino tradicional, as metodologias ativas compreendem os alunos como “sujeitos históricos e, portanto, a assumirem um papel ativo na aprendizagem, posto que tenham suas experiências, saberes e opiniões valorizadas como ponto de partida para construção do conhecimento” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 271).

O uso de metodologias ativas faz com que o aluno se torne agente ativo no processo de aprendizagem, que ocorre comumente, por meio de resolução de problemas e desenvolvimento de projetos. Para Moran (2018, p. 4), as metodologias ativas enfatizam o papel ativo do aluno, bem como “o seu envolvimento direto, participativo e reflexivo em todas as etapas do processo, experimentando, desenhando, criando, com orientação do professor”.

Já o papel do professor é motivar e orientar os alunos por meio de questionamentos, de modo que consigam avançar profundamente na aprendizagem dos conteúdos. Dessa forma, vemos o professor “como um mediador do conhecimento” (MOTA; ROSA, 2018, p. 264), estabelecendo um ambiente favorável à aprendizagem, compartilhando com os alunos a responsabilidade do aprender por meio de estratégias coletivas e individuais, previsíveis e imprevisíveis, em uma construção mais aberta e criativa (MORAN, 2018).

As metodologias ativas usam atividades planejadas para incitar os aprendizes à autonomia intelectual com o auxílio de ferramentas tecnológicas que potencializam a investigação e a reflexão de situações propostas pelo professor, fundamentais para a tomada de decisões e aprendizado (SAHAGOFF, 2019). Para a autora, o uso de metodologias ativas faz com que o aluno tenha,

*mais controle sobre sua aprendizagem e uma participação efetiva na sala de aula, já que as atividades dependerão de ações realizadas por ele: leitura, pesquisa, comparação, observação, imaginação, organização dos dados, elaboração e confirmação de hipóteses, classificação, interpretação, crítica, busca de suposições, construção de sínteses, planejamento de projetos e pesquisas, análise e tomadas de decisões (SAHAGOFF, 2019, p. 145).*

Não obstante, as tecnologias digitais podem e muito, contribuir para o desenvolvimento das metodologias ativas devido a ampla disponibilidade de informações, o acesso pode ocorrer em espaços e tempos diversos além da possibilidade de um novo modelo de comunicação “no qual, todos podem ser ouvidos, interagir, fazer parte do processo, produzir informação e gerar opinião, mesmo que apenas no seu círculo de contatos” (SILVA; LIMA, 2019, p. 70).

Assim, agregar tecnologias as metodologias ativas pode ser um fator motivador para a construção de ideias que possibilitem “atitudes modernas, ações inovadoras e posturas comunicativas” (VALENTE, 2014, p. 442).

Atualmente, o avanço dos dispositivos tecnológicos vem mudando os hábitos das pessoas, tanto em relação ao acesso à informação quanto na possibilidade crescente de participação em espaços virtuais de socialização e entretenimento (CASTELLS, 1999). Pautados nesse novo perfil do comportamento social e na inserção dos instrumentos tecnológicos nos ambientes escolares (como computadores, projetores, smartphones e até kits de robótica), novas práticas pedagógicas podem ser pensadas objetivando a aprendizagem e o desenvolvimento de competências e habilidades, a partir da instrumentação dos alunos no campo tecnológico, possibilitando-os atribuírem novos sentidos aos saberes escolares (SEGATTO; TEIXEIRA, 2021). Neste sentido, surge o seguinte questionamento: como ministrar aulas de Física mais atrativas com atividades que relacionem os conteúdos às tecnologias presentes no ambiente escolar contribuindo para participações mais ativas dos alunos?

Diante do exposto propomos neste estudo uma intervenção pedagógica (IP) com o Tema 'Astronomia' para a abordagem de conteúdos sobre o movimento dos planetas no Sistema Solar, objetivando participações ativas e criativas dos alunos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares de Física. Em uma turma de 1º ano do ensino médio de uma escola conveniada com a Secretaria de Educação do Estado foram realizadas atividades envolvendo visita ao Planetário da Universidade Federal e robótica educacional (SEGATTO; TEIXEIRA, 2021), com o uso do kit *LEGO® Robótica Mindstorms EV3*, ambas fundamentada na dinâmica dos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002): a problematização inicial; a organização do conhecimento; e a aplicação do conhecimento.

### 3. Sobre a dinâmica da IP

Este estudo contém elementos de pesquisa-ação (THIOLLENT, 1998), pois surge de uma necessidade da prática docente: despertar o interesse dos alunos pelo estudo dos conteúdos de Física por meio de atividade prática, com foco no protagonismo, envolvendo a robótica educacional como ferramenta cultural no processo de aprendizagem. Pautados nas dificuldades apresentadas pelos alunos em participarem das aulas de Física e compreenderem os conteúdos previstos no currículo escolar, apoiamo-nos em Thiollent (1998, p. 14) para dizer que a pesquisa-ação se caracteriza como uma prática de investigação social “com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com a ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo”.

Buscando promover a compreensão dos alunos, nos conteúdos relacionados ao Sistema Solar, foi proposta uma IP dividida em quatro etapas fundamentadas nos três momentos pedagógicos, visando promover a discussão de conteúdos e apropriação de conhecimento acerca da temática envolvida.

A problematização inicial, primeiro momento pedagógico e primeira etapa da IP, foi construída ainda em sala de aula a partir do conteúdo ministrado aos alunos, no qual o professor elencou a importância do estudo da Astronomia e sua história. Para isso foram utilizados dois vídeos disponíveis no *Youtube* propondo o seguinte questionamento: Seria possível fazer uma viagem tripulada ao Planeta Marte?

Para o segundo momento pedagógico, a organização do conhecimento, na segunda etapa da IP foi proposta uma visita ao Planetário da Universidade Federal para assistir uma sessão de 40 minutos intitulada “O Planeta Vermelho” que abordou assuntos como os aspectos e as dimensões do Universo, a importância do planeta Terra, a descrição de algumas das mais interessantes constelações de nosso céu, a Eclíptica (caminho do Sol, da Lua e dos planetas) e o movimento da Esfera Celeste simulando uma viagem até o planeta vermelho. O trajeto da viagem inclui passagem próxima à Lua, ao Asteroide Ceres, à Saturno, Titã e uma visão de conjunto do Sol com os cinco planetas mais próximos.

Ainda compondo o segundo momento pedagógico e terceira etapa da IP, após a visita ao Planetário foi proposto aos alunos o uso do kit *LEGO® Robótica Mindstorms EV3*, como

ferramenta cultural para a representação e discussão dos movimentos da Terra e da Lua ao redor do Sol.

Por fim, na quarta etapa da IP, caracterizando o terceiro momento pedagógico – aplicação dos conhecimentos – foi proposto pelos alunos o uso dos kits para a montagem de robôs que simulassem o movimento dos planetas em torno do Sol. Ou seja, para a representação do Sistema solar em movimento foram montados com os kits carrinhos que transportavam as bolas de isopor de diversos tamanhos e cores simbolizando os planetas.

Assim, o preparo do material se deu na sala de aula, porém a montagem do Sistema Solar, com os respectivos movimentos, respeitando a sequência dos planetas (incluindo Plutão que, atualmente, é considerado planeta anão e que foi usado com o objetivo dos alunos discutirem os motivos de tal classificação) ocorreu no ginásio de esportes da instituição escolar.

#### **4. Metodologia ativa orientada pelos três momentos pedagógicos**

Segundo Germano e Kulesza (2007):

*mais do que contar ao público os encantos e aspectos interessantes e revolucionários da ciência, a divulgação científica é a veiculação em termos simples da ciência como processo, dos princípios nela estabelecidos, das metodologias que emprega; revelando, sobretudo, a intensidade dos problemas sociais implícitos nessa atividade (p.14).*

Como acadêmicos e cientistas, nosso intuito é investigar situações do mundo real e, a partir daí, promover formação que permita compreendê-lo, “torná-lo mais justo e igualitário. Se procuramos o novo, é para contá-lo aos nossos alunos, próximos ou distantes, e ensinar aos jovens como conservar viva a chama da curiosidade” (CANDOTTI, 2002, p.22).

Diante do baixo desempenho dos estudantes na área de Ciências Exatas e da Natureza, especificamente na disciplina de Física (MOREIRA, 2017), este estudo precedeu de um projeto curricular que teve como proposta a aprendizagem de conteúdos por meio do trabalho colaborativo e o desenvolvimento de habilidades criativas.

Em atendimento a proposta curricular adotada pela instituição de ensino em questão, o eixo temático referente ao ensino de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) do 1º bimestre objetivava entender o mundo, sua localização no Universo e compreender os movimentos dos corpos celestes e da matéria - Universo em movimento – abordando conteúdos envolvendo a Terra, o Sol, a Lua e seus movimentos relativos e, também, a luminosidade no planeta, ambos com foco no desenvolvimento de competências e habilidades, como: “Compreender as ciências naturais e as tecnologias como construções humanas associadas à cultura dos povos e suas visões de mundo; Interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens usadas nas Ciências, como [...] representação simbólica” (SESI, 2018, p. 73-74).

Diante disso, defendemos que o professor de Física, um dos autores deste estudo, como ator de primeira ordem no processo de ensino, desempenhou “papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas” (THIOLLENT, 1998, p.15) propondo uma estratégia metodológica que

considerasse a interação entre os agentes envolvidos, o atendimento ao objetivo proposto a partir do problema apresentado, acompanhamento e orientação das atividades propostas como forma de ação.

A seguir será apresentada a estratégia metodológica realizada em quatro etapas na IP orientada pelos três momentos pedagógicos.

### **1ª Etapa da IP: a problematização inicial**

A problematização inicial da atividade pode ocorrer a partir de ferramentas da ação mediada acareando os conhecimentos prévios dos alunos provocando dúvidas sobre o assunto abordado em busca de explicações (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). Consideramos como Ferramentas de mediação, os recursos culturais que o professor faz uso para realizar uma ação (WERTSCH, 1998).

Para problematizar o conteúdo de Física com foco em Astronomia e torná-lo atrativo para os alunos foi proposto pelo professor uma atividade de casa, com característica híbrida, articulando aprendizagem formal e não formal, visando discutir entre alunos a possibilidade de uma visita tripulada ao Planeta Marte, também conhecido como planeta vermelho.

Pensando na integração entre áreas do conhecimento, na contribuição de diferentes profissionais e recursos didáticos e o uso de tempos e espaços distintos de aprendizagem foram indicados pelo professor dois vídeos disponíveis no Youtube para serem assistidos pelos alunos fora do horário escolar: <https://youtu.be/NSM3m8UualM> - *Descoberta no Atacama dá a cientistas esperança de encontrar vida em Marte* - Fantástico 20/05/2018; <https://youtu.be/2uAt4m08bvs> - *Sem Fronteiras - Uma nova viagem a Marte*.

Pautamo-nos em Moran (2018, p. 12) para defender que a combinação de metodologia ativa e tecnologias digitais pode ser uma estratégia de inovação pedagógica, pois as tecnologias “ampliam as possibilidades de pesquisa, autoria, comunicação e compartilhamento em rede, publicação, multiplicação de espaços e tempos”. Assumimos neste estudo a tecnologia digital como componente cooperador da cultura escolar, pois está presente no cotidiano de alunos, pais e professores que constantemente estão interagindo na internet por meio dos mais variados dispositivos (SILVA; CAMARGO, 2015). Ao coletar informações na internet, com a indicação/orientação do professor, o estudante passa a conhecer conteúdos confiáveis compreendendo também, a importância da criticidade na seleção das informações veiculadas. Para Bacich:

*quando pensamos sobre a forma como os estudantes podem fazer uso das tecnologias digitais como fonte de informação e recurso para construção de conhecimento, é importante a reflexão sobre o que é solicitado deles como tarefas de aprendizagem. As propostas feitas pelos professores devem ser objeto de reflexão para esses alunos (2008, p.133).*

Assumimos, então, neste estudo a metodologia ativa como “estratégia de ensino centrada na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada, híbrida”, que ocorre com o uso de ambiente virtual e presencial.

Sobre a aprendizagem híbrida, compreende-se que o aluno aprende tendo o controle de alguns elementos como o tempo para além do ambiente formal escolar, em ambientes

informais, com diferentes ritmos de estudo, materiais e tecnologias disponíveis e com parte da atividade realizada *online* e outra presencial (CHRISTENSEN; HORN; STAKER, 2013).

Para além do exposto, nas aulas de Física as problematizações (a possibilidade de uma visita tripulada ao Planeta Marte) não só servem para iniciar um conteúdo específico (Astronomia) como possibilitam a “ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conheçam e presenciem, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p. 29). Isto é, neste estudo serviu para despertar nos alunos o interesse em estudar os conteúdos propostos no currículo, tornando-os mais agradáveis por abordarem um assunto veiculado em mídia aberta (vídeos disponíveis no Youtube).

Sobre o processo de ensino entendemos que esse exige do professor:

*criticidade, e que está se constrói com a superação de uma curiosidade ingênua – impregnada pelo senso comum – para uma curiosidade epistemológica – orientada por princípios de pesquisa científica que ultrapassa a predisposição espontânea. Essa superação não se dá automaticamente, mas, sim, por meio de mediações ativas mobilizadas por questionamentos que desafiam os alunos a refletir criticamente sobre situações reais que os cercam (ABREU; FERREIRA; FREITAS, 2017, p.2).*

Após assistirem os vídeos, na aula seguinte, o professor levantou dúvidas e questionamentos dos alunos para que pudesse conduzir o restante da IP levando-os a elaboração de hipóteses sobre o assunto, pois “exercitar a curiosidade é construir campos férteis à germinação da imaginação, da intuição, da capacidade de conjecturar e de comparar” (ABREU, FERREIRA e FREITAS, 2017, p.2). Tais hipóteses foram discutidas na 2ª e 3ª etapas.

### **2ª e 3ª Etapas da IP: a organização do conhecimento**

Sobre o conteúdo específico a ser estudado defendemos que esse deve ser planejado e ministrado durante o tempo necessário, para que sejam atingidos os objetivos propostos pela atividade “ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p.30).

Na segunda etapa da IP, foi realizada uma visita/aula no Planetário da universidade federal onde os alunos aprenderam sobre as Leis que descrevem o Sistema Solar, ou seja, a organização do conhecimento dos conteúdos de Astronomia e Física “necessários para a compreensão do tema central, da problematização inicial, que serão sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p.29).

Os conteúdos discutidos foram: Sistema Solar e os planetas que o compõe; as principais características dos planetas (posição no Sistema Solar, distância do Sol, sua composição, sua velocidade de rotação e translação e seu tamanho) e as Leis de Kepler, que por meio de experimento com material alternativo (esferas de ferro, moedas e cordas) foram discutidos os conceitos de Lei das Órbitas, Lei das Áreas e Lei dos Períodos.

No museu do Planetário, os alunos conheceram um mecanismo que descreve os movimentos de rotação e translação dos planetas do Sistema Solar ao redor do Sol, assistiram a representação gráfica do nascimento de uma estrela, finalizando a visita com explicações acerca

da emissão de espectros de luz com o uso de um espectroscópio que utiliza uma fonte luminosa gasosa, verificando assim, as linhas brilhantes paralelas e isoladas dos espectros correspondentes. Ressaltamos que para instituições de ensino que não tenham acesso a planetários, sugerimos o uso do programa *Stellarium*, que é um planetário de código aberto e gratuito que o aluno tem acesso ao céu realista em três dimensões. Esse programa está disponível para qualquer sistema operacional não necessitando de licença para seu uso.

Finalizando o segundo momento pedagógico, como terceira etapa da IP, na aula posterior a visita ao Planetário foi acordado entre professor e alunos o uso do kit *LEGO® Robótica Mindstorms EV3* (Figura 1), como ferramenta didática para a representação e discussão dos movimentos de rotação e translação da Terra e Lua ao redor do Sol caracterizando os eclipses solares e lunares.

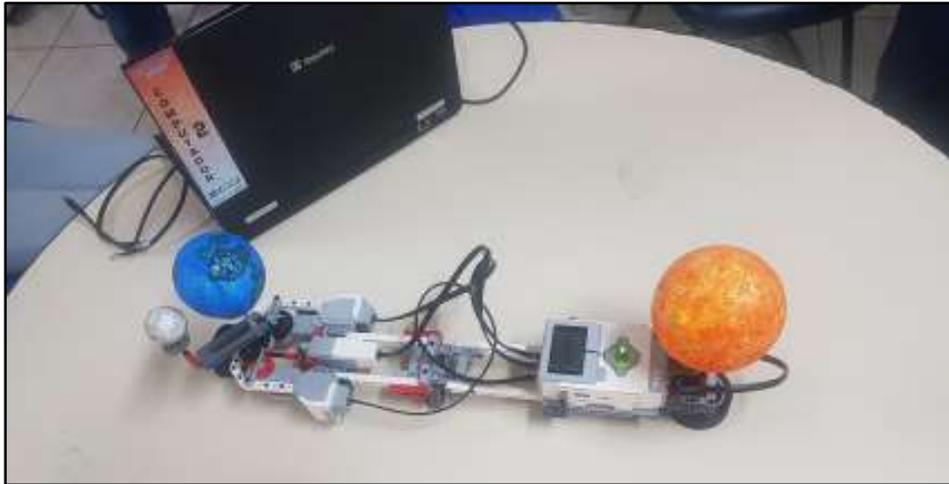


Figura 1 - kit LEGO® Robótica Mindstorms EV3.

Baseados em Papert (1986), assumimos a robótica educacional como uma ferramenta da cultura tecnológica, artefato cognitivo para montagem de sistemas de robôs (Figura 2) que pode contribuir no processo de ensino contemplando “o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão tornando-o autônomo, independente e responsável” (ZILLI, 2004, p.77).

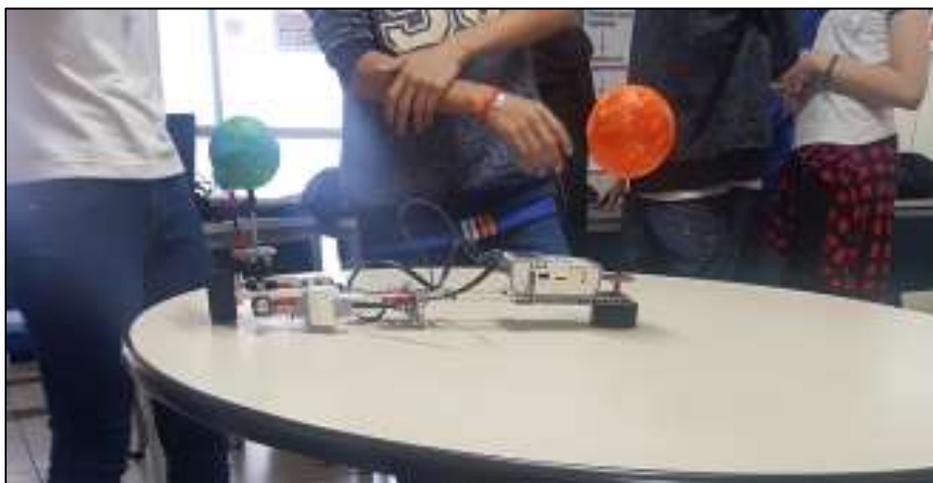


Figura 2 - Simulação dos movimentos de rotação e translação da Terra e Lua ao redor do Sol, reproduzido pelos alunos.

Nesse momento pedagógico, defendemos que o uso de materiais e espaços científicos específicos para discussão dos conteúdos previstos na IP, possam contribuir com o aprendizado individual e coletivo a partir da relação professor-robô-aluno, promovendo a busca de respostas para a problematização inicial apoiada pela montagem de artefatos tecnológicos. Isso porque na metodologia ativa os alunos precisam ser proativos e para isso o professor deve envolvê-los em:

*atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (MORAN, 2015, p.17).*

#### **4ª Etapa da IP: a aplicação do conhecimento**

Segundo Delizoicov e Angotti, o terceiro momento pedagógico se refere a abordagem sistemática “do conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento” (1990, p. 31). Contudo, quando pautados numa metodologia ativa o objetivo passa a ser estimular a autonomia dos alunos com atividades planejadas envolvendo:

*o uso das tecnologias como ferramentas para potencializar o aprendizado, num processo que visa estimular a autoaprendizagem e a curiosidade do aluno para pesquisar, refletir e analisar possíveis situações, o que é necessário para uma tomada de decisão assertiva (SAHAGOFF, 2019, p.145).*

Como última etapa da IP, foi proposto pelos alunos, o uso do kit *LEGO® Robótica Mindstorms EV3* para a montagem de robôs que simulassem o movimento dos planetas ao redor do Sol (movimento de translação) e o movimento da Lua ao redor da Terra, com o objetivo de discutir os conteúdos sobre sombra e penumbra, por meio dos eclipses solar e lunar (Figuras 3 e 4).

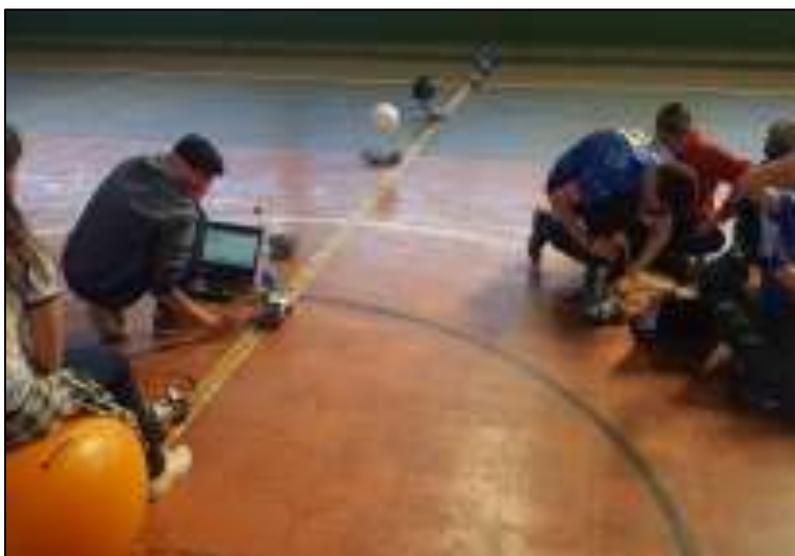


Figura 3 - Montagem e programação do sistema solar na quadra esportiva pelos alunos.



Figura 4 - Simulação do sistema solar.

Apoiados em Papert (2008), defendemos que qualquer conteúdo pode ser aprendido a partir de sua relação com as experiências vividas pelo sujeito, analisando e interpretando “tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p.31), como podemos identificar nas falas dos alunos (A1 e A2) referentes à montagem e programação do robô usado para movimentar um dos planetas na representação do sistema solar proposto pelo professor:

Aluno 1: *Podia ter pensado num jeito de tirar o computador sem remover o código base. Ia ser top viu. Porque a gente... Eu montei o negócio (robô) pensando no motor, já fui montando do meu jeito.*

Aluno 2: *Aquelas rodinhas ali são para quê?*

Aluno 1: *Para não sair com o movimento.*

Com autonomia, cada grupo montou um tipo de robô, o que dificultou suas programações por terem códigos diferentes e, conseqüentemente, interfeririam no movimento elíptico de simulação do sistema solar. Por isso, os modelos criados (montado) pelos alunos permitiram com que o professor estendesse a discussão dos conteúdos previstos na IP, bem como estimulou o estudo introdutório de robótica e programação com o auxílio do técnico de informática da escola para a simulação do sistema solar.

Salientamos que durante a simulação os alunos perceberam que as movimentações dos robôs que conduziriam os planetas (modelo de representação mais próximo do real, considerando as devidas proporções e limitações) seriam mais sincronizadas se fossem montados de maneira idêntica e com a mesma programação.

Aluno 3: *Professor, Plutão e Netuno parecem parados.*

Professor: *Mas vocês os programaram para se movimentarem?*

Aluno 4: *Sim! Só que parecem ser muito lentos em relação aos outros, parece que eles não se movem!*

Ao simularem os movimentos dos planetas, os alunos (A3 e A4) notaram que os planetas que ocupavam as órbitas mais distantes do Sol realizavam o movimento de translação em tempo maior quando comparados com as órbitas mais próximas. Sendo assim, nossos resultados demonstram que simular é “projetar o modelo de um sistema real e conduzir experimentos com esse modelo a fim de compreender o comportamento do sistema e avaliar estratégias para sua operação” (ROSÁRIO, 2005, p.31).

Nesse sentido, o modelo criado pelos alunos pode ser considerado como uma réplica física do sistema solar com a função de representá-lo, estudá-lo e entendê-lo, bem como oferecer à disciplina recursos tecnológicos (ferramentas de mediação) que pudessem auxiliar na aprendizagem dos conteúdos previstos. Nesse contexto, a robótica pode ser considerada como um dispositivo potencializador da aprendizagem com ênfase na utilização de *hardware* e *software* que foram oferecidos pela própria instituição.

Todavia, apesar das contribuições promovidas pelas simulações com o uso da robótica educacional, essas também possuem limitações, tais como:

*(a) O fato de os resultados serem dependentes dos estímulos [...]; (b) o possível custo elevado do desenvolvimento de bons modelos e; (c) o fato de a eventual falta de precisão/qualidade de a modelagem fornecer o valor das variáveis em todos os instantes de tempo (ROSÁRIO, 2005, p.32).*

Partindo desses pressupostos, sinalizamos a importância da inserção de kits de robótica educacional nas escolas; pelos órgãos competentes, tanto para possibilitar o oferecimento de aulas mais atrativas com o uso de tecnologias educacionais, quanto pela impossibilidade de compra pela maioria dos alunos devido ao seu valor, pois seu uso pode “minimizar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes e contribuir para qualificar a educação, uma vez que não somente o ato de construir, mas principalmente o de programar um robô exige a combinação de conhecimentos de diversas áreas” (TRENTIN *et al.*, 2013, p.233).

Destacamos aqui também, a necessidade de discussão feita pelo professor, referente às limitações dos robôs que realizaram movimentos circulares para representar o movimento elíptico dos planetas, levando os alunos a pensarem a programação dos movimentos e velocidades proporcionais dos robôs.

Neste sentido, a relação entre o modelo montado/construído (robôs representando os planetas) e os conhecimentos abstratos envolvidos (programação dos robôs e conteúdos escolares) permitiu com que os alunos refletissem teoricamente suas ações; orientados pelo professor, por meio de artefatos tecnológicos para que a simulação fosse a mais próxima possível da de uma representação da “realidade”.

## 5. Algumas considerações

O cotidiano de muitos alunos é repleto de artefatos tecnológicos que disponibilizam meios de informação e comunicação cada vez mais acessíveis. Contudo, terem acesso à tecnologia não significa garantia de aprendizagem. Sendo assim, entendemos que para o aproveitamento pleno desses recursos tecnológicos no ensino, a figura do professor é essencial, utilizando-os de maneira intencional e planejada.

Neste estudo a robótica educacional foi usada para estimular os alunos na apropriação dos conteúdos de Astronomia, por meio de uma proposta de metodologia ativa objetivando promover a autonomia dos alunos na busca de solução de questões propostas pelo professor.

Pautados nos Três momentos pedagógicos, os resultados sinalizaram que o uso de tecnologias no ensino de Física pode incentivar a participação colaborativa e criativa dos alunos,

se contrapondo as propostas expositivas e memorísticas que até hoje perduram nas salas de aula.

## 6. Agradecimentos

Ao CNPq.

## 7. Referências

ABREU, J.B.; FERREIRA, D.T.; FREITAS, N.M.S. **Os três momentos pedagógicos como possibilidade para inovação didática. Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Acesso em: 18 jun. 2021.

ANDRADE, J.P.; SARTONI, J. O professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: estratégias ativas baseadas na metodologia de contextualização da aprendizagem. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre - RS: Penso, 2018.

BACICH, Lilian. Formação continuada de professores para o uso de metodologias ativas. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre - RS: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2006. Acesso em: 12 jan. 2021.

CANDOTTI, Ennio. Ciência na educação popular. In: MASSARANI, L.; MOREIRA, I.C. e BRITO, F. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Fórum de Ciência e Cultura, 2002.

CASTELLS, M. **A Galáxia da Internet: reflexões sobre a Internet, os negócios e a sociedade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2003.

\_\_\_\_\_. **La Era de la información: economía, sociedad y cultura**. México: Siglo Veintiuno Editores, 1999.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. **Ensino híbrido: uma inovação disruptiva?** Uma introdução à teoria dos híbridos, 2013. Disponível em: <[https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido\\_uma-inovacaodisruptiva.pdf](https://www.pucpr.br/wp-content/uploads/2017/10/ensino-hibrido_uma-inovacaodisruptiva.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2021.

COUTINHO, C.; LISBÔA, E. **Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI**. Revista de Educação, v.28, n.1, p.5-22, 2011. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/14854> Acesso em: 15 mar. 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 264 p.

DIESEL, A.; BALDEZ, A.L.S.; MARTINS, S.N. **Os princípios das metodologias ativas: uma abordagem teórica**. Revista Thema, v.14. n.1, p.268-288, 2017.

GERMANO, M.G.; KULESZA, W.A. **Popularização da ciência: uma revisão conceitual**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física, v.24, n.1, p.7-25, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1546/5617> Acesso em: 22 mai. 2021.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre - RS: Penso, 2018.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v.2, p.15-33, 2015.

MOREIRA, M.A. **Grandes desafios para o ensino de Física na educação contemporânea**. Revista do professor de Física, Brasília, v.1, n.1, p. 1-12, 2017. Acesso em: 20 abr. 2021.

MOTA, A.R.; ROSA, C.T.W. **Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas**. Espaço Pedagógico. Passo Fundo, v.25, n.2, p.261-276, 2018. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8161/4811> Acesso em: 22 abr. 2021.

PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

\_\_\_\_\_. **LOGO: Computadores e Educação**. São Paulo: Brasiliense, 1986.

ROSÁRIO, J.M. **Princípios da mecatrônica**. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

SAHAGOFF, A.P.C. Metodologias ativas: um estudo sobre práticas pedagógicas. In: ANDRADE JUNIOR, J.M.; SOUZA, L.P.; SILVA, N.L.C. **Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade**. Campo Grande: Editora Inovar, 2019.

SEGATTO, R.; TEIXEIRA, A. C. **Utilização do robô cubetto em um processo de formação docente para professores da educação básica na área da robótica educacional**. Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, ENCITEC, v.11, n.1, p.219-236, 2021. <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i1.390> Acesso em: 16 fev. 2022.

SESI. **Ensino médio itinerário de formação técnica e profissional/Serviço Social da Indústria, 2ª Ed.**, Brasília: SESI/DN; SENAI/DN, 2018.

SILVA, C.P.; LIMA, T.G. Importância das tecnologias de comunicação e informação (TICs) na educação técnica profissional e no ensino superior. In: ANDRADE JUNIOR, J.M.; SOUZA, L.P.; SILVA, N.L.C. **Metodologias ativas: práticas pedagógicas na contemporaneidade**. Campo Grande: Editora Inovar, 2019.

SILVA, R.A.; CAMARGO, A.L. A cultura escolar na era digital: o impacto da aceleração tecnológica na relação professor-aluno, no currículo e na organização escolar. In: BACICH, L.; TARZI NETO, A.; TREVISANI, F.M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. – Porto Alegre: Penso, 2015.

SOUZA, P.A.L.; OLIVEIRA, G.S.; BENITE, C.R.M.; BENITE, A.M.C. Estudos sobre a ação mediada no ensino de física em ambiente virtual. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n. Especial 1, p.420-447, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p420/22929> Acesso em: 10 jan. 2022.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1998.

TRENTIN, M.A.S.; TEIXEIRA, A.C.; ROSA, C.T.W.; ROSA, A.B. **Robótica como recurso no ensino de ciências**. VIII International Conference on Engineering and Computer Education, Luanda, Angola, 2013. Disponível em: <https://copec.eu/congresses/icece2013/proc/works/52.pdf> Acesso em: 22 jan. 2022.

VALENTE, J.A. A sala de aula invertida e a possibilidade do ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midialogia. In: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**. Porto Alegre - RS: Penso, 2018.

WERTSCH, J.V. **Mind as action. Mind as action Mind as action**. New York: Oxford Uni Press, 1998.

ZILLI, S.R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental**: Perspectivas e Práticas. Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/86930/224814.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 25 jan. 2022.