

RELAÇÕES INTERDISCIPLINARES: UM DIÁLOGO ENTRE COMPLEXIDADE E CONSTRUTIVISMO NO CONTEXTO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

INTERDISCIPLINARY RELATIONS: A DIALOGUE BETWEEN COMPLEXITY AND CONSTRUCTIVISM IN THE CONTEXT OF EDUCATIONAL ROBOTICS

Ricardo Silvério Gomes Pinheiro¹, Márlon Herbert Flora Barbosa Soares²

Recebido: maio/2025 - Aprovado: março/2026

RESUMO: Este artigo tem como objetivo discutir as relações interdisciplinares com base no diálogo entre Morin (complexidade) e Piaget (construtivismo), articulando os resultados de um estudo de caso com um grupo de alunos e um professor cujo objetivo foi construir um robô móvel que aplicasse conhecimentos químicos à construção civil. Categorizamos os discursos como egocêntricos (Referências técnicas à robótica, como circuitos, mecanismos e linguagem de programação) e de cooperação (interações entre robótica, química e engenharia civil focadas na função contextual do robô). Também propusemos uma distinção entre relações interdisciplinares de demanda conceitual (sustentação de conceitos, neste caso robôs) e demanda contextual (sustentação da aplicação num contexto específico). Embora as Referências egocêntricas tenham sido mais numerosas, as trocas cooperativas foram decisivas na confecção do protótipo, equilibrando-as e promovendo o equilíbrio entre as demandas conceituais e contextuais. Inferimos que a divisão do conhecimento em disciplinas é necessária para a compreensão, mas que a interação entre partes de um todo mais complexo é igualmente importante para a transformação do contexto. Adotamos a terminologia “relações interdisciplinares” para um movimento dinâmico de interseções e reagrupamentos, que requer um equilíbrio entre o fechamento disciplinar e a abertura cooperativa, bem como entre partes e todo, simples e complexo.

PALAVRAS-CHAVE: interdisciplinaridade, Piaget, Morin.

ABSTRACT: This paper aims to discuss interdisciplinary relations based on the dialogue between Morin (complexity) and Piaget (constructivism), articulating the results of a case study with a group of students and a teacher whose goal was to make a mobile robot that applied chemical knowledge to civil construction. We categorized the discourses

- 1 ORCID: 0000-0002-2846-5374- Doutor em Educação em Ciências e Matemática (UFG). Mestre em Química (UFG), professor concursado de Química de nível médio da rede estadual de Goiás, Seduc-GO, São Luís de Montes Belos, Goiás, Brasil. Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências (NUPEC), Campus Samambaia - Alameda Palmeiras - Chácaras Califórnia. CEP 74.045-155, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: ricardosilveriogp@hotmail.com
- 2 ORCID: 0000-0002-3273-8603- Doutor em Ciências (UFSCAR). Professor titular da área de ensino de química do Instituto de Química da UFG, pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências (NUPEC) da UFG, Goiânia, Goiás, Brasil. Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências (NUPEC), Campus Samambaia - Alameda Palmeiras - Chácaras Califórnia. CEP 74.045-155, Goiânia, Goiás, Brasil. E-mail: marlon@ufg.br





as egocentric (technical references to robotics, such as circuits, mechanisms, and programming language) and cooperative (interactions between robotics, chemistry, and civil engineering focused on the contextual function of the robot). We also proposed a distinction between interdisciplinary relations of conceptual demand (support for concepts, in this case robots) and contextual demand (support for application in a specific context). Although egocentric references were more numerous, cooperative exchanges were decisive in the making of the prototype, balancing them and promoting balance between conceptual and contextual demands. We infer that the division of knowledge into disciplines is necessary for understanding, but that interaction between parts of a more complex whole is equally important for transforming the context. We adopt the terminology “interdisciplinary relations” for a dynamic movement of intersections and regroupings, which requires a balance between disciplinary closure and cooperative openness, as well as between parts and whole, simple and complex.

KEYWORDS: interdisciplinarity, Piaget, Morin.

Introdução

É muito comum ouvirmos profissionais de diferentes áreas do conhecimento discorrendo sobre equipes ou trabalhos multi-, pluri-, inter- e transdisciplinares, seja no meio educacional ou acadêmico. Para melhor compreensão desses termos, é preciso, de início, apresentar uma breve definição do que entendemos por disciplina, que é a palavra que acompanha todos os prefixos mencionados. O termo “disciplina” pode remeter tanto a um conjunto sistematizado de saberes quanto a um conjunto de normas e leis que regulam determinado comportamento (POMBO, 2008). Neste texto, consideramos o primeiro significado e utilizaremos a expressão “área de conhecimento” como equivalente a “disciplina”, com a ideia de que “área” possui fronteiras, tais como Química, Física, Matemática, História etc.

Em relação à multi-, pluri-, inter- e transdisciplinaridade, conforme Pombo (2008), são termos que remetem às possíveis relações entre disciplinas ou áreas de conhecimento. Entre esses termos, o mais utilizado é interdisciplinaridade que, segundo a autora, está “gasta” por tantos usos, abusos e banalizações, assim como suas derivações. Outro termo bastante utilizado no meio educacional e muitas vezes atrelado à interdisciplinaridade é a contextualização, cuja prática é geralmente restrita à exemplificação de fatos cotidianos, critério que tem sido criticado por Leite e Soares (2021). Diante disso, interdisciplinaridade e contextualização passam a ser usados de forma indiscriminada.

Além disso, o conhecimento fragmentado e cada vez mais distante entre si é alvo de críticas em obras de Morin (2000, 2003, 2005) e de Leite e Soares (2021). Por outro lado, Pombo (2008) observa que a ciência fragmentada nos trouxe inegáveis frutos; porém, hoje ela é insuficiente para as demandas do contexto atual. É por esse motivo que é necessário refletir até que ponto podemos considerar a fragmentação prejudicial e a reunificação benéfica.

Para a reflexão proposta, o ponto de partida foram as dificuldades encontradas na formação de profissionais de engenharia civil. Enquanto docentes do ensino superior, vivenciamos vários momentos em que os estudantes questionam os “porquês” de estudarem certos conteúdos, o que se deve à ausência de



relação entre disciplinas da grade curricular e a área de formação e/ou contexto de atuação do profissional. Isso faz com que o sujeito não compreenda, ou não saiba onde aplicar ou correlacionar, boa parte do que é ensinado. Um dos maiores questionamentos com os quais nos deparamos refere-se ao conhecimento químico na grade curricular do curso de Engenharia Civil, o qual é fundamental para o profissional dessa área, pois conceitos sobre corrosão de estruturas e composição de materiais são essenciais para a identificação e solução de problemas em construções civis.

Os problemas que identificamos no referido curso estão ligados à forma como interdisciplinaridade e contextualização são praticadas, ou mesmo à falta de compreensão sobre tais processos. Na tentativa de solucionar o problema, executamos um projeto que envolveu robótica educacional, química e engenharia civil. O intuito era que um grupo de estudantes confeccionasse um robô utilizando conhecimento químico para identificar e/ou resolver problemas de construções civis. Esse projeto faz parte de uma pesquisa acadêmica de Mestrado em Química cursada na Universidade Federal de Goiás (UFG). Com base nos resultados obtidos, propusemos uma discussão guiada pelos questionamentos: o que é interdisciplinaridade, qual sua relação com a contextualização e como ambas se manifestaram em um projeto envolvendo robótica educacional, química e engenharia civil?

Complexidade, construtivismo e relações interdisciplinares

Quando abordamos “interdisciplinaridade” e “disciplinas” ou “áreas de conhecimento”, há dois paradigmas que precisamos considerar: o paradigma simplificador e o paradigma da complexidade. O paradigma simplificador representa o conhecimento fragmentado, resultante da tentativa de encontrar a ordem das coisas por meio da disjunção e da redução, levando a princípios universais. Esse modo de pensar em partes levou as disciplinas a existirem como as conhecemos atualmente, cada uma delimitada por sua própria racionalidade. O paradigma da complexidade, por sua vez, considera a ordem e a desordem das coisas, suas implicações e a multidimensionalidade, aspirando a uma noção de completude. Esse paradigma é necessário quando a noção simplificada ou restrita não dá conta de situações amplas e diversas, como o ser humano e a sociedade (MORIN, 2000, 2005).

Para compreender o ser humano, por exemplo, precisamos considerar os aspectos biológico, psíquico, social, racional etc. Esses mesmos aspectos valem para a compreensão da sociedade, que envolve dimensões histórica, econômica, sociológica e religiosa. Pensar o todo em sua complexidade é percebê-lo como algo uno e múltiplo simultaneamente (MORIN, 2000, 2005).

Ao referir-nos ao “todo” no processo de compreensão, não podemos tratá-lo como uma totalidade absoluta e estática, mas como um conjunto momentâneo e dinâmico. O todo não é absoluto porque sempre haverá objetos e sujeitos de estudo a serem conhecidos, assim como haverá desordens e acasos que não se encaixam em nossos modelos de ordem e lógica. Teorias são criadas e modificadas com as mudanças de pessoas e objetos, exigindo novos modelos e teorias que os expliquem. A evolução do conhecimento científico sustenta essa premissa: seu desenvolvimento ocorreu a partir de diferentes níveis de compreensão



sobre as pessoas e a natureza, sem chegar a uma resposta única. Cada época e cada grupo de cientistas apresentaram compreensões então tidas como verdade. Esse avanço não cessa, porque sempre haverá o que discutir, compreender e pesquisar sobre objetos, pessoas e a natureza.

Sustentamos essa ideia com base em Piaget (1999, p. 127), ao afirmar que “toda gênese parte de uma estrutura e chega a outra estrutura; [...] toda estrutura tem uma gênese”. A estrutura corresponde a um sistema cuja gênese é sua evolução, definida pela diferença entre estados final e inicial. Nesse processo, gênese e estrutura equilibram-se, assim como partes e todo. Na medida em que a estrutura é perturbada pelo meio, ela também resiste em se modificar. Por esse aspecto, nossa evolução ocorre em etapas, cada etapa apresentando um estado de equilíbrio que tem o anterior como base e serve de base ao seguinte.

Piaget (1973, p. 35) fornece uma ideia fundamental ao afirmar que a totalidade social não consiste “de uma soma de indivíduos, nem de uma realidade superposta aos indivíduos, mas de um sistema de interações modificando estes últimos em sua estrutura própria”. Ser um sistema de interações significa que as partes exercem influências umas sobre as outras, podendo constituir infinitos conjuntos com as mais variadas interações. Assim, não há um todo com características especiais desconexas de suas partes, nem é a junção mecânica das partes que representa o todo. As relações entre partes e as modificações que provocam umas nas outras delimitam um conjunto coeso a que chamamos “todo”.

A estrutura cognitiva é responsável pela compreensão e desenvolve-se por meio de assimilação e acomodação. Na assimilação, o sujeito incorpora as informações do meio com base no que já está acomodado em sua estrutura; na acomodação, a estrutura se modifica para que as informações assimiladas façam sentido. As unidades mentais que são modificadas e ampliadas denominam-se esquemas (PIAGET, 1967). Os esquemas são partes do todo cognitivo que se tornam parte de algo mais complexo, com novas dimensões que se entrelaçam às anteriores. Por esses processos alcançamos compreensões mais complexas, porque nossos esquemas se ampliam e interagem entre si.

Desse modo, há um ciclo que busca o equilíbrio entre partes e todo, simples e complexo, assimilação e acomodação. É um processo gradual que tende a organizar nossas vivências para que façam sentido. A noção de complexidade em Morin (2000, 2005) não se desvincula disso, pois ao englobarmos lógica e acaso, ordem e desordem e buscarmos completude pela multidimensionalidade, ampliamos o conjunto de informações processadas pela mente. Atribuir sentido a algo significa encontrar uma lógica que afaste acaso e incerteza. Essa parece ser uma tendência natural: ao lidarmos com elementos que não se encaixam em nossa lógica, não os compreendemos; eles ficam assimilados e/ou parcialmente acomodados, levando-nos a percebê-los como incompletamente compreendidos.

Embora Morin (2005) critique o organizacionismo piagetiano, entendemos que o desenvolvimento do pensamento tende à lógica, segundo Piaget (1999, 1973), e busca organização para sanar a desordem. A desordem só é considerada complexa quando não há um modelo que a ordene. Falamos em complexidade quando pensamos no que não sabemos bem ou naquilo que sabemos e reconhecemos que outros não sabem. Por isso, o organizacionismo também considera a desordem, pois faz sentido falar em organização quando há algo a organizar.



O paradigma simplificador e o paradigma da complexidade não se excluem, sendo etapas e processos necessários para a construção cognitiva. Partimos do simples ao complexo, e o complexo torna-se o novo simples para alcançar algo mais complexo. Quando compreendemos algo, situamos a informação em nossa visão simplificadora e universal. Ao conciliar essa compreensão com o que não foi compreendido, lidamos com algo mais complexo. Um exemplo disso é a compreensão inacabada que temos de nós mesmos enquanto seres humanos.

Se tentarmos compreender a totalidade de algo de uma só vez, teremos apenas uma noção superficial em comparação à fragmentação e à compreensão das partes separadas para depois reaproximá-las. Isso ocorre porque a estrutura cognitiva tem limites de processamento de informação e construção de conhecimento, uma vez que o processo é gradual e avança em etapas. Piaget (1999, 1973) corrobora essa ideia ao demonstrar a evolução e relação entre os aspectos individual e social do ser humano. O desenvolvimento individual inicia-se no estágio sensório-motor, avança para o pré-operatório (pensamento intuitivo e linguagem) e, por fim, atinge o pensamento racional no estágio operacional. O desenvolvimento social surge do egocentrismo no pré-operatório e avança para a cooperação no estágio operacional.

Assim, as etapas são essenciais para que o pensamento se estruture e alcance níveis superiores de complexidade, o que levou Piaget a ampliar seu campo de estudo diante de problemas desordenados e sem explicação lógica. Se a estrutura ainda não alcançou estágio suficiente para compreender determinada complexidade, o início desse processo dá-se pela fragmentação e pela reaproximação gradual das partes. A mudança na forma de pensar é necessária para uma compreensão mais ampla, mas precisa ser compatível com a natureza humana.

Na sua origem, a Epistemologia Genética estava mais centrada na biologia e na psicologia, vindo depois a incorporar a sociologia. Essas três áreas focalizam aspectos do ser humano: corpo, mente e ser social, respectivamente. Cada uma apresenta sua complexidade e juntas formam um conjunto mais complexo.

A noção de “complexo” é relativa e depende do desenvolvimento cognitivo: o que é complexo para mim pode não ser para outro. A fragmentação do objeto não é, portanto, um erro ou atrofia do pensamento (como sugere Morin), mas pode ser o ponto de partida para aprender a pensar e evoluir em etapas, elevando gradualmente o nível de complexidade.

Não é possível superar a disjunção e a redução quando identificamos que a fragmentação dos objetos é parte da natureza humana na construção lógica. O alcance da complexidade ocorre num ciclo infinito em que partes interagem para constituir um todo, que por sua vez integra um todo mais complexo. Em síntese, fragmentar um objeto para estudo permite que cada parte conduza a um conhecimento complexo que, ao ser aproximado de outras partes, gera uma complexidade maior do que o estudo do objeto como um todo. Nas palavras de Morin (2005), isso seria a hipercomplexidade. O que precisamos não é eliminar a fragmentação, mas equilibrá-la por meio da reaproximação das partes fragmentadas em suas infinitas possibilidades de interação.



Segundo Piaget (1967, 1973), ao nascermos os esquemas primordiais compõem o todo de nossa estrutura. Ao entrar em contato com o mundo, objetos e pessoas, esses esquemas modificam-se e tornam-se partes de um todo mais complexo. Sempre existirão esquemas — partes que constituem um todo — e sempre haverá interdependência entre eles, cada um com sua importância e função. Mesmo considerando toda a estrutura como um grande esquema, veremos que ela é constituída por interações entre esquemas menores formados ao longo do desenvolvimento.

Na estrutura cognitiva há um equilíbrio entre partes e todo. As partes mantêm sua identidade, cada qual com sua complexidade, e as relações entre elas formam conjuntos desde os mais simples até os mais complexos. Compreendemos o mundo em partes que se intersectam e reagrupam, formando novos conjuntos que, por sua vez, se intersectam e reagrupam. Preferimos usar os termos “intersecções” e “reagrupamentos” em vez de fragmentação e reunificação. Falamos em intersecção porque fundir duas ou mais partes por completo é complexo, já que cada parte desenvolve particularidades que podem confrontar a lógica da outra. Elas podem relacionar-se por fatores comuns, mas cada parte continua sendo parte; assim, serão reagrupadas, não unificadas. O reagrupamento mantém as partes em interação, garantindo que, mesmo com diferenças, formem um conjunto coeso.

O equilíbrio deve ocorrer entre intersecção e reagrupamento, dependendo da existência de relações de interdependência entre as partes para formar conjuntos coesos. A intersecção assegura a multiplicidade das partes, enquanto o reagrupamento assegura a unidade do conjunto.

Para Piaget (1973), cooperação é correspondência entre operações, que incluem ações e pensamentos. Cooperar em pensamento e atitude exige estímulos adequados para uma mudança cognitiva, que não é radical nem extingue a lógica da individualização. A cooperação equilibra os aspectos individuais por meio da coletivização, e equilibra intersecções por meio de reagrupamentos. Para alcançar um pensamento mais complexo, construído pela relação entre partes, precisamos executar novas operações de conjunto a partir das operações individuais já acomodadas. É um processo gradual que se estabelece pelo equilíbrio, sem que uma lógica anule a outra.

Com base nisso, defendemos que a cooperação ocorra entre as áreas de conhecimento sem que renunciem a suas particularidades, de modo a equilibrar partes e todo. Não superaremos os fragmentos e nem alcançaremos a unidade absoluta. Para fazer jus ao que Morin (2000, p. 55) diz sobre “conceber a unidade do múltiplo, a multiplicidade do uno”, é necessário que as partes existam com sua complexidade, mas que, em relações interdependentes, formem conjuntos coesos. Essas relações ocorrem por intersecções e reagrupamentos em constante equilíbrio, seguindo a lógica de Piaget (1973, 1999).

Morin (2003, p. 115) afirma que “não se pode demolir o que as disciplinas criaram; não se pode romper todo o fechamento: há o problema da disciplina, o problema da ciência, bem como o problema da vida; é preciso que uma disciplina seja, ao mesmo tempo, aberta e fechada”. A noção de complexidade considera momentos de fronteiras abertas e outros de fronteiras fechadas, de modo que as partes estão simultaneamente delimitadas e interagem entre si na constituição do todo. Assim, as noções



de pluri- (multi-), inter- e transdisciplinaridade podem representar movimentos que caracterizam o nível de fechamento e/ou abertura de uma fronteira disciplinar.

Segundo Pombo (2008), os termos pluri- (ou multi-), inter- e transdisciplinaridade significam, respectivamente, paralelismo, convergência e unificação dos conhecimentos, indicando que o nível de relação entre disciplinas aumenta da pluridisciplinaridade à transdisciplinaridade. Entretanto, em nossa compreensão, pode ocorrer o movimento inverso (da transdisciplinaridade para a pluridisciplinaridade). Isso significa que pluri, inter e transdisciplinaridade não seguem necessariamente uma linha unidirecional em que a interação entre áreas sempre tende a aumentar, pois tudo depende dos objetivos envolvidos. Em determinado momento as áreas precisam estar mais próximas; em outro, mais distantes.

Essa variação entre maior e menor interação entre áreas de conhecimento é caracterizada por uma fluidez sem direção única. Assim, a denominação que consideramos mais adequada para esse movimento não é “interdisciplinaridade”, mas “relações interdisciplinares”. Essa terminologia expressa equilíbrio entre unidade e multiplicidade e entre todo e partes. As coisas não são ou estão interdisciplinares, mas ocorrem num movimento interdisciplinar. Além de dinâmicas, as relações interdisciplinares constituem um sistema cooperativo, impulsionado pela necessidade e por um objetivo específico.

Ao falar em “relações interdisciplinares” incluímos todas as suas nuances (pluri-, multi- e trans-), já que há vários níveis de interação. Essas nuances envolvem tanto o conhecimento sistematizado quanto as pessoas que participam do processo com suas diferentes estruturas cognitivas, o que pode tornar o movimento imprevisível, havendo mais ou menos momentos de interação. Por isso, a disciplina não é apenas uma área de conceitos, mas inclui as pessoas que formulam e usam esses conceitos.

Entre profissionais de diferentes áreas é possível estabelecer diálogo e troca de informações detalhadas para uma abordagem mais completa e conceitualmente adequada de um fenômeno, pois um coletivo de estruturas cognitivas pode abarcar um conjunto com mais rigor e detalhes do que uma única estrutura. Não se trata da junção de disciplinas em torno de uma mesma pessoa, mas da reunião de pessoas de diferentes disciplinas em diálogo, o que caracteriza um movimento complexo entre estruturas.

Como o artigo discute interdisciplinaridade e contextualização relacionadas à robótica educacional, no tópico a seguir apresentamos um breve histórico da robótica e seus conceitos mais importantes, bem como sua relação com a educação.

Um pouco sobre robótica e sua relação com a educação

Para compreender o que é robótica, é necessário primeiro entender o conceito central dessa área: o robô. No senso comum, os robôs são vistos como objetos altamente sofisticados, com aparência humanoide e distantes da realidade cotidiana. Trata-se de uma visão restrita que impede reconhecer robôs mais simples em funcionamento doméstico, como impressoras ou máquinas de lavar. Assim, em sentido mais amplo, robô pode ser definido como um artefato — físico ou virtual — dotado de múltiplas funções e passível de



reprogramação. Esse artefato pode ser móvel ou estático, ter aparência humanoide ou configurar-se apenas como máquina ou software (PINHEIRO;SOARES, 2022).

Os robôs são concebidos e programados por seres humanos para auxiliá-los em tarefas cotidianas, na indústria, na medicina, na educação, entre outros campos, conforme corroboram Azevedo, Aglaé e Pitta (2010). A consolidação da robótica como área específica decorreu de um processo evolutivo e interdisciplinar, sendo anterior à era dos computadores. Leonardo da Vinci (1452–1519) é frequentemente lembrado por projetos de máquinas bélicas e de voo. Jacques Vaucanson (1709–1782) destaca-se pela criação de um pato mecânico que simulava comer e digerir a comida. Na era moderna, o Unimate (braço mecânico usado na linha de montagem da Ford em 1961) é apontado como o primeiro robô industrial, auxiliando o trabalho dos montadores (LIMA, 2016).

Com isso, a robótica pode ser definida como a “ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouca ou nenhuma intervenção humana” (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010, p. 2). Tem origem no campo da mecânica, das máquinas analógicas. Em seguida, surgiu a eletrônica, que nos permitiu adentrar a era digital e deu suporte à computação moderna. Atualmente, com o avanço dessas áreas, vivemos a era virtual.

Um robô pode ser tanto um sistema mecânico complexo, como as máquinas de Da Vinci e Vaucanson, quanto virtual (constituído apenas por softwares), conforme Azevedo, Aglaé e Pitta (2010). Um bom exemplo de robô virtual é a assistente Alexa, desenvolvida pela Amazon®. Ela consiste em um conjunto de códigos capaz de acionar sistemas eletrônicos por comando de voz, como tocar uma música ou ligar um aparelho de ar-condicionado. Assim, a robótica, que no início se restringia a sistemas mecânicos complexos, é hoje também um campo de sistemas eletrônicos complexos e de códigos sofisticados, podendo reunir essas três dimensões simultaneamente.

A robótica tem seu encontro com a educação na década de 1970, com a chegada dos computadores. No entanto, foi com as ideias de Seymour Papert, na década de 1980, que se deu um avanço significativo. Papert criou a linguagem de programação LOGO, mais simples que a maioria das linguagens e adequada ao ensino escolar. Posteriormente, LOGO foi integrada aos brinquedos LEGO, permitindo que as crianças construíssem seus próprios robôs conforme suas realidades (AZEVEDO; AGLAÉ; PITTA, 2010).

Para Lima (2016), a robótica educacional reúne materiais alternativos e kits de montagem mais sofisticados. Seu foco é levar o aluno a explorar diferentes possibilidades de utilização desses materiais para fins diversos. Nessa mesma linha, Azevedo, Aglaé e Pitta (2010, p. 21) afirmam que “no ambiente de robótica educativa o aluno é constantemente desafiado a pensar e sistematizar suas ideias, testando suas hipóteses em busca da efetivação da atividade que está sendo desenvolvida”. Assim, há preocupação tanto com o material robótico quanto com o papel ativo que o aluno deve assumir ao manuseá-lo.

Atualmente, a robótica está cada vez mais presente nos espaços escolares por meio da chamada “cultura *maker*”, que, segundo Paula, Martins e Oliveira (2021), reúne práticas em que os alunos têm autonomia para criar e transformar objetos a partir de recursos tecnológicos e outras ferramentas — o conhecido “colocar a mão na massa”. Valente e Blikstein (2019) defendem que o espaço de criação



escolar deve articular objetos tradicionais e tecnologias de informação e comunicação, não apenas por serem inovadores, mas por propiciarem acesso a conceitos e estratégias para a construção de artefatos e de conhecimento. Ainda conforme Serafim *et al.* (2025), a cultura *maker* contribui para que o estudante desenvolva sua autonomia a partir da solução de problemas concretos e significativos, estimulando a criatividade e o desejo pela aprendizagem.

Os robôs apresentados na TV e no cinema costumam ser sofisticados e representam tecnologia de ponta. Para construir robôs em sala de aula, porém, são necessários materiais mais acessíveis e de baixo custo. Por isso surgiram kits robóticos como Arduino e LEGO Mindstorms, que reúnem circuitos, sensores, motores e outros componentes de fácil manuseio, encontrados em lojas de eletrônica. Os códigos para comandar sensores e motores estão disponíveis na internet e podem ser editados para atender demandas específicas.

Ainda segundo Pinheiro e Soares (2022), a robótica educacional oferece flexibilidade entre diferentes conceitos, métodos e disciplinas, promovendo a acessibilidade ao conhecimento robótico em sua relação com outros saberes. Valente e Blikstein (2019) corroboram essa ideia ao afirmar que os espaços de criação educacionais não devem ser separados da matriz curricular, mas integrados às disciplinas — processo que reforça a relação da robótica com outras áreas do conhecimento. Essa integração, segundo os autores citados, corresponde ao que se denomina educação *maker*. Essa relação da robótica com outras áreas de conhecimento será aprofundada no tópico a seguir, em que apresentamos a análise dos dados coletados no projeto de pesquisa, buscando identificar como essas relações interdisciplinares se manifestaram na prática.

Análise das relações interdisciplinares: egocentrismo, cooperação, conceito e contexto

A discussão apresentada neste artigo foi desencadeada pelos resultados de um projeto de construção de um robô desenvolvido em uma instituição privada no interior do estado de Goiás. Participaram do projeto sete alunos do curso de Engenharia Civil (A1, A2, A3, A7, A8, A9, A10), três alunos do curso de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas — TADS (A4, A5, A6) e um professor de Química (PQ).

O projeto foi divulgado aos estudantes de Engenharia Civil e aos alunos de TADS, solicitando-se que os interessados, com disponibilidade, contatassem o professor de Química responsável. A partir desses contatos voluntários, foi constituído o grupo de trabalho. Apesar do convite ter sido aberto a todos, apenas indivíduos do sexo masculino manifestaram interesse. Vale ressaltar que ambos os cursos já apresentam baixa representação feminina e que nenhuma aluna demonstrou interesse em participar. Consideramos fundamental ampliar a presença de mulheres em projetos de robótica e fomentar incentivos para que mais mulheres integrem áreas ainda marcadas por estereótipos de predominância masculina.

O objetivo do grupo foi planejar e confeccionar um robô que utilizasse conhecimentos de Química para identificar e/ou resolver problemas em construções civis. O grupo discutiu e chegou ao consenso de confeccionar um robô com a função de identificar o estado de corrosão das estruturas de construções



civis da cidade de Iporá. Foram aproximadamente 40 reuniões durante dois anos dedicadas à discussão e à confecção do robô.

Utilizamos o estudo de caso como método de pesquisa, por permitir investigar, analisar, descrever e compreender casos particulares. Empregamos a técnica de observação na coleta de dados, cuja captação audiovisual foi realizada por câmera. Para a análise dos dados, adotamos a análise de conteúdo, que busca descrever, categorizar e inferir sobre as mensagens presentes nos dados coletados. O primeiro passo foi transcrever os discursos dos participantes. Em seguida, realizamos a categorização, que organiza e classifica os discursos conforme semelhanças e diferenças. Durante todo esse processo, efetuamos inferências — deduções lógicas e interpretações sobre o conteúdo das categorias (MORGADO, 2013; BARDIN, 2002).

Após várias leituras dos discursos do grupo, identificamos uma quantidade significativa de menções voltadas exclusivamente aos aspectos técnicos do robô móvel e outra quantidade relevante de discursos relacionados ao contexto da construção civil e à função do robô nesse contexto. O primeiro conjunto de discursos denominamos categoria egocêntrica; o segundo, categoria de cooperação. Os discursos da categoria egocêntrica foram identificados com a letra E antes da identificação de cada aluno. Alguns desses discursos são os seguintes:

EA2 – Tem uma placa também que dá para você montar o circuito integrado nela e soldar os fios e componentes. Ela seria boa para usar no robô.

EA3 – Podemos fazer um sistema hidráulico com peças mais leves. E aí podemos usar os motores para acionar esse sistema e subir e descer a cabeça.

EA4 – Tem que estudar essa biblioteca, porque provavelmente a biblioteca que usa para o Arduíno é própria dele. Não é o C++ comum que a gente usa, deve ter uma linguagem específica para cada situação. Tem que estudar esse caso.

EA10 – Mas pensando na questão para testar a furadeira, precisaria de uma força muito grande. Será que esses motores que vocês estão falando seriam capazes?

EPQ – Nesse caso, para perfurar precisa de um apoio e um motor de alta voltagem para fornecer essa força.

E os discursos da categoria de cooperação foram identificados com a letra C antes da identificação de cada aluno. Alguns desses discursos são os seguintes:

CA4 – E esse robô tem mais um detalhe, porque para ele furar, tem que tampar, e para tampar tem que levar junto com ele a pasta, o que é mais um peso. E como vamos colocar essa pasta no buraco?

CPQ – A armadura metálica quando entra em estado de corrosão funciona como uma pilha. Geralmente você tem dois tipos de metais e um meio eletrolítico. Dentro da armadura forma ferrugem e tem ferro puro, então há duas substâncias diferentes e o concreto se torna um meio eletrolítico, formando uma pilha. Uma pilha faz com que um dos eletrodos seja mais corroído, fazendo ter um local mais corroído na armadura metálica. Aí toda pilha gera uma diferença de potencial, que é uma voltagem. Então se a gente mede a voltagem entre dois pontos do metal, poderemos saber se ali estará tendo uma corrosão ou não.



CA9 – Acredito que precisamos primeiro entender como ocorre o processo de degradação da armadura metálica. Primeiramente, quando ocorre a cura do concreto, cria-se um mínimo espaçamento entre este e a estrutura metálica, mas um espaçamento mínimo, bem pequeno mesmo. Mas mesmo assim a armadura continua protegida. Agora se acontece de uma parte da armadura estar exposta, inicia-se um processo de oxidação e corrosão que pode afetar toda a estrutura, e aí nesse processo o diâmetro da armadura pode aumentar, devido à formação da ferrugem. E por isso acredito que é possível identificarmos que a armadura está boa ou não pelo seu diâmetro, se está maior que o original. Usando o ultrassom, se der para identificar o diâmetro, através de um comando do computador, pode até ter tipo um alarme que vai soar quando identificar um processo corrosivo.

CA2 – Mas no caso dessa leitura, se tiver uma falha no ferro todo, a detecção será de todo o material. Não conseguiremos achar um local em específico, até porque muitas vezes as estruturas já são usadas em estado de oxidação alto.

As categorias receberam essas denominações em alusão aos conceitos piagetianos de egocentrismo e cooperação. Utilizamos esses conceitos por entendermos que as disciplinas não são somente conhecimentos sistematizados, mas incluem pessoas em interação, o que requer uma discussão sob a ótica do desenvolvimento psicossocial.

O egocentrismo caracteriza-se pela visão de mundo restrita ao ponto de vista da pessoa. Segundo Piaget (1973), ele surge no estágio pré-operatório e representa uma socialização ainda discreta, pois os aspectos individuais sobressaem aos sociais, impedindo as relações de reciprocidade. Isso faz com que não haja coordenação de ideias para um interesse coletivo.

Diferente do egocentrismo, na cooperação os sujeitos coordenam ideias em prol de um interesse coletivo. Cooperar consiste em operar em comum, por meio de operações de correspondência e reciprocidade, de forma a haver construção conjunta. A cooperação surge no estágio operacional como uma socialização mais significativa, compensando os aspectos individuais que se sobressaíram no estágio anterior. Dessa forma, o pensamento operatório e a cooperação equilibram-se (PIAGET, 1973).

Embora o ser humano desenvolva a capacidade de cooperar, isso não significa que o egocentrismo desapareça, pois, mesmo no estágio operacional, podemos colocar nossos interesses individuais acima dos coletivos. A principal diferença é que agora temos a capacidade de apresentar empatia e de equilibrar o egocentrismo por meio da cooperação. No estágio pré-operatório, o egocentrismo é dominante em razão da ausência da capacidade de cooperar. No estágio operacional, embora o sujeito tenha a capacidade de cooperar, pode escolher não fazê-lo. Inferimos que tal aspecto é o que conhecemos por egoísmo, isto é, uma espécie de egocentrismo do pensamento racional.

Essas mesmas nuances do desenvolvimento psicossocial podem ser aplicadas às disciplinas, visto que estas são construções humanas. Diante disso, entendemos que há momentos em que as disciplinas podem estar mais voltadas a si mesmas, estabelecendo relações discretas com outras e se colocando como mais importantes num processo. Esses momentos representam o que denominamos egocentrismo interdisciplinar. Há, também, momentos em que as disciplinas atuam de modo mais conjunto, coeso e significativo com outras disciplinas, o que denominamos cooperação interdisciplinar. A partir disso,



buscamos analisar as relações interdisciplinares nos discursos, ou seja, levando em consideração o nível de interação entre as áreas envolvidas.

Os discursos da categoria egocêntrica são característicos de conceitos ligados à robótica e estiveram presentes na maior parte das discussões. As menções a “circuito”, “voltagem”, “sistemas hidráulicos”, “linguagem de programação” e “força” (conforme discursos EA2, EA3, EA5, EA10 e EPQ), embora expressem conceitos muito distintos, possuem relação com outras três áreas de conhecimento: mecânica, eletrônica e software. Mesmo que a robótica possua estrutura própria, ainda depende das disciplinas que a originaram. É o reagrupamento de todas elas num sistema de relações que aumenta o nível de complexidade e permite o enriquecimento mútuo.

Sempre que evocamos a robótica para confeccionar um robô móvel, automaticamente a mecânica, a eletrônica e o software se fazem presentes. É por essa razão que o projeto contou com membros que já possuíam algum tipo de relação com algumas dessas áreas. Os alunos de engenharia estavam mais familiarizados com mecânica e eletrônica, por estudarem essas disciplinas em seu curso, e o professor de química conhecia eletrônica e tinha noções de robótica. Além disso, os alunos do curso de TADS apresentavam grande domínio de sua área, cujo foco é o desenvolvimento de software. Sem a interação entre esses integrantes, não seria possível confeccionar o robô.

Na categoria egocêntrica, os conceitos de robótica foram o foco da discussão, pois o grupo buscava uma forma de construir o robô móvel. Para isso, era preciso pensar no circuito elétrico essencial para o funcionamento dos sensores e motores. Também era necessário pensar na mobilidade do protótipo, tanto da “cabeça” como das rodas. E o software responsável por dar os comandos aos motores e sensores precisava ser formulado. Pensar no robô em si era essencial, pois, sem ele, não seria possível realizar a análise das estruturas de concreto.

Pelo fato de a maioria dos discursos ser dedicada a essa discussão, inferimos que a robótica se mostrou egocêntrica na maior parte do processo. Mas, mesmo sendo egocêntrica no projeto analisado, a robótica é sustentada por uma cooperação entre mecânica, eletrônica e software, que fornecem os elementos conceituais para a confecção de um robô. Seu egocentrismo ocorre em relação à química e à engenharia civil e não é algo negativo, porque permitiu o aprofundamento nas complexidades do conceito.

Agora, considerando a categoria de cooperação, identificamos discursos em que as relações entre química, engenharia civil e robótica são significativas e se apresentaram de três tipos: aqueles que envolviam somente robótica e engenharia civil (como CA4); aqueles que envolviam somente química e engenharia civil (como CPQ); e aqueles que envolviam química, engenharia civil e robótica simultaneamente (CA2 e CA9). No discurso CA4, podemos identificar como os elementos da engenharia civil aparecem associados à robótica, visto que a função do robô seria furar e tapar buracos em concreto. No discurso CPQ, identificamos uma explicação sobre corrosão em estruturas de concreto, relacionando conceitos de química e engenharia civil. E nos discursos dos alunos CA2 e CA9, as funções do robô aparecem relacionadas à sua estrutura, o que exige diálogo entre robótica, engenharia civil e química.



Se fôssemos levar em consideração a demanda do projeto, logicamente seria esperado que discursos como CA2 e CA9 estivessem mais presentes. Porém, apresentaram o menor quantitativo. Mesmo assim, o objetivo de construir o robô móvel para identificar corrosão em estruturas de concreto foi alcançado, ou seja, os momentos de cooperação envolvendo as três áreas simultaneamente foram suficientes para a demanda.

Os discursos que relacionavam conceitos de robótica com engenharia civil (como CA4) foram os que mais apareceram entre as três relações mencionadas. Uma possível explicação para isso pode estar no fato de que a maioria dos membros do grupo cursava engenharia civil, o que fez com que mais conceitos sobre construção civil fossem debatidos, principalmente com foco no que um robô móvel poderia realizar. Outra explicação é que o contexto da construção civil era o ponto de partida da problemática cuja solução seria formulada.

Com a química foi diferente, pois, além de haver apenas um integrante dessa área, foi delimitado somente um objeto de conhecimento, que nesse caso foi a corrosão eletroquímica. Esse objeto de conhecimento está muito associado à engenharia civil, dado que é fundamento para a compreensão e solução de problemas envolvendo o desgaste e a corrosão de estruturas de concreto, o que explica o fato de os conceitos químicos aparecerem sempre relacionados à construção civil. E foi a partir desses conceitos que houve a confecção do sensor principal do robô.

A química, a engenharia civil e a robótica apresentam diferentes complexidades construídas sobre seus próprios objetos de estudo. Quando as intersectamos, estamos tomando de cada uma aquilo que interessa para uma demanda, o que não significa que todas elas terão o mesmo grau de participação, pois algumas podem estar mais presentes do que outras. A interação entre essas áreas resultará numa nova estrutura.

A lógica das relações interdisciplinares é análoga à lógica do desenvolvimento humano proposta por Piaget (1999), visto que uma estrutura mais simples é ponto de partida para outra mais complexa, sempre mantendo o equilíbrio entre partes e todo. Apoiando-nos nas ideias de Piaget (1973), inferimos que há infinitas possibilidades de interação entre as áreas de conhecimento, o que não é resultado de uma simples soma de disciplinas nem de uma realidade superposta às disciplinas, mas sim um sistema de interações em que partes e todo equilibram-se, de modo que disciplina e interdisciplina possam coexistir.

Com base nessa lógica, houve momentos em que a robótica esteve voltada a si mesma, apresentando-se egocêntrica, e houve momentos em que esteve voltada ao todo, cooperando com a química e a engenharia civil. Segundo Morin (2003), toda disciplina precisa ser simultaneamente aberta e fechada, o que parece ter sido o caso da robótica: em certos momentos, fechou-se em seus conceitos para dar conta de certa complexidade, mas também houve momentos em que estabeleceu diálogo com a química e a engenharia civil para atender a demanda do contexto.

Se, de um lado, a robótica foi egocêntrica, de outro a química permaneceu em constante cooperação, com discursos sempre relacionados à engenharia civil ou a esta juntamente com a robótica. A robótica apresentou-se flexível com as outras áreas, permitindo equilibrar seu egocentrismo, pois o



objetivo não era apenas confeccionar qualquer robô móvel, mas um que fosse adequado ao contexto de corrosão na construção civil.

Tanto os discursos egocêntricos quanto os discursos de cooperação foram volumosos na discussão e apresentaram quantidades próximas, com os primeiros se sobressaindo. Mas é importante ressaltar que eles podem ter apresentado impactos diferentes no projeto. Muitos dos discursos egocêntricos não foram colocados em prática na confecção do robô, por serem, em sua maior parte, hipóteses inviáveis. Os discursos envolvendo química, engenharia civil e robótica foram aproveitados em sua maioria na construção do protótipo, o que mostra que foram mais precisos nas ações propostas. Se as várias hipóteses sobre o robô móvel foram importantes para escolher o modelo que melhor se adequasse à realidade, as discussões mais precisas sobre a função e aplicação do robô foram importantes para reduzir as chances de resultados insatisfatórios nos testes realizados.

Isso nos leva a inferir que a maior parte das discussões da categoria egocêntrica atendeu a demandas conceituais, mais especificamente para darem conta do conceito de robô móvel. A maior parte das discussões envolvendo robótica, química e engenharia civil foi direcionada para o atendimento de demandas contextuais, isto é, para a aplicação do robô na construção civil.

Para compreender o que é uma demanda conceitual, retomemos os discursos EA2, EA3, EA5, EA10 e EPQ, em que houve menção às ideias de “circuito”, “voltagem”, “sistemas hidráulicos”, “linguagem de programação” e “força”. Todos esses elementos estão presentes quando se aborda o robô móvel, que demanda conceitos de eletrônica, software e mecânica, independentemente do contexto. E, como delimitamos um trabalho com a robótica educacional, ainda há intersecção entre robótica e educação.

Diante disso, os discursos exclusivos da robótica, que apareceram na categoria egocêntrica, caracterizam uma relação interdisciplinar de demanda conceitual, isto é, a interação entre mecânica, eletrônica e software ocorre para dar conta do conceito de robô móvel e não, necessariamente, da aplicação em construção civil. Podemos citar o exemplo de demanda conceitual presente na relação entre química e biologia, que sustenta a bioquímica, e na relação entre química e física, que compartilham muitos conceitos para sustentar suas respectivas teorias.

A robótica educacional mostrou-se egocêntrica e mais conceitual no projeto analisado. Porém, sua história nos mostra que ela surgiu de uma cooperação demandada pelas mudanças no contexto, como o surgimento da eletrônica e depois do software. Isso nos leva a inferir que uma disciplina pode surgir de uma relação de cooperação que tende ao egocentrismo. Isso é essencial para que a disciplina delimite suas fronteiras e possa constituir seus próprios modelos e conceitos. Mas, simultaneamente, ela pode manter as fronteiras abertas para continuar cooperando com aquelas que lhe dão sustentação e também com outras para atender a uma demanda contextual.

Em nossa concepção, demanda contextual ou contextualização é uma situação em que o contexto exige certos conhecimentos para sua compreensão e/ou transformação. Essa definição alinha-se com a ideia de Leite e Soares (2021), ao entenderem contextualização como um movimento dinâmico do



conhecimento que considera a realidade social, ambiental, política e econômica. Os autores defendem que a contextualização pode abarcar tanto conhecimento disciplinar quanto interdisciplinar.

Por entendermos que as disciplinas não existem absolutamente isoladas, a ideia de contextualização do conhecimento disciplinar remete-nos à abordagem egocêntrica, enquanto a contextualização do conhecimento interdisciplinar remete-nos à abordagem cooperativa. A partir disso, inferimos que a compreensão mais completa e robusta do contexto demandará diferentes áreas do conhecimento, visto que é “a contextualização que circunscreve a perspectiva de abordagem interdisciplinar no processo que aproxima o conhecimento científico da realidade social” (LEITE; SOARES, 2021, p. 73). Com base nisso, é o contexto que aproxima os conceitos de diferentes áreas do conhecimento, estabelecendo o que denominamos relação interdisciplinar de demanda contextual ou de contextualização. Foi esse tipo de relação que mais identificamos em discursos como CA4, CPQ, CA9 e CA2.

Esses dois tipos de relações interdisciplinares (de demanda conceitual e de demanda contextual) podem ser associados aos paradigmas simplificador e da complexidade propostos por Morin (2000, 2005). As relações interdisciplinares de demanda conceitual apresentam características mais próximas do paradigma simplificador, uma vez que buscam a universalização de princípios como formas simplificadas, que se fecham em seu egocentrismo. Por outro lado, as relações interdisciplinares de demanda contextual apresentam mais características do paradigma da complexidade, que representa a abertura de fronteiras para a multidimensionalidade dos fenômenos, permitindo certa cooperação. Mas isso não impede que haja relações egocêntricas de demanda contextual, assim como relações de cooperação de demanda conceitual. O que ocorre é que a demanda contextual, conforme é aprofundada, pode exigir conceitos de outras disciplinas, tendendo à cooperação. E a demanda conceitual, conforme se aprofunda no conceito, pode exigir uma delimitação de fronteira, tendendo ao egocentrismo.

A partir disso, inferimos que as relações interdisciplinares de demanda conceitual se mostram mais sólidas, como é o caso da robótica, cuja existência depende da relação com outras áreas de conhecimento. Por outro lado, as relações interdisciplinares de demanda contextual podem apresentar-se mais voláteis, dado que, ao final de um projeto de robótica como o realizado, não significa que os conceitos de robótica, química e engenharia civil continuarão em intersecção. Talvez haja continuidade quanto à possibilidade de fronteiras abertas para novas intersecções, o que depende de novas demandas de contexto. Se houver outros projetos de robótica associados à corrosão eletroquímica de construções civis e disso surgirem novos conceitos, as relações interdisciplinares de demanda conceitual podem se fazer presentes. Realizamos essa inferência com base no fato de que os conceitos são construções humanas decorrentes das diferentes relações entre sujeitos e o mundo físico e social.

A construção de um conceito ocorre por meio da assimilação de elementos do contexto e da acomodação de tais informações na estrutura cognitiva, conforme Piaget (1999). E, com base na perspectiva do paradigma simplificador, segundo Morin (2000, 2005), é por meio da universalização e simplificação dos elementos acomodados que os conceitos se tornam bem delimitados.



Ao lidar com o contexto da construção civil, cada integrante do grupo fez uso de conceitos que já dominava. E foi o interesse comum em solucionar um problema por meio da robótica que estimulou o compartilhamento de conhecimentos, permitindo que todos pudessem assimilar. Esse processo ocorreu por meio de diálogo, esclarecimento de dúvidas e esquematizações, caracterizando uma cooperação contínua. Para isso, foi preciso que cada um ajustasse suas operações individuais para criar operações coletivas, segundo Piaget (1973), tornando possível a coordenação de ideias e ações.

A alternância entre momentos egocêntricos e momentos de cooperação, assim como entre demandas conceituais e contextuais, implica-se de tal forma que representa uma alternância entre os paradigmas simplificador e da complexidade. Também pode ser uma alternância contínua entre o que Pombo (2008) denomina por multi- (pluri-), inter- e transdisciplinaridade, que representam níveis de aproximação entre as áreas de conhecimento. Para Leite e Soares (2021), a contextualização está mais associada à transdisciplinaridade, o que faz sentido, visto que representa uma aproximação muito íntima entre as disciplinas para uma forte cooperação na compreensão de um contexto. O aspecto transdisciplinar aproxima-se do que poderíamos chamar de relação interdisciplinar de demanda contextual com alto nível de cooperação.

A ideia de fusão de disciplinas, que é o cerne da transdisciplinaridade, segundo Pombo (2008), pode ser interessante se for momentânea para atender a uma demanda específica, mas é preciso que a disciplina continue tendo suas fronteiras, contribuindo para a manutenção do equilíbrio entre partes e todo.

Considerações Finais

Considerando o diálogo entre as ideias de Morin (2000, 2003, 2005) e Piaget (1973, 1999), além dos aspectos apresentados por Pombo (2008), entendemos que a terminologia mais adequada para o que existe entre as disciplinas é “relações interdisciplinares”, as quais se dão por intersecções e reagrupamentos e constituem movimentos que prezam pelo equilíbrio entre unidade e multiplicidade, partes e todo, simples e complexo. As relações interdisciplinares não se confundem com a reunificação absoluta do saber, tampouco fomentam o isolamento total destes. Elas fazem jus às individualidades e às coletividades simultaneamente, bem como à natureza do pensamento lógico e à sua construção por meio das relações sociais.

Um diálogo entre disciplinas é um diálogo entre pessoas. Por isso, nesse processo, há momentos de egocentrismo interdisciplinar e de cooperação interdisciplinar, além de demandas para a aproximação entre as disciplinas em prol da sustentação de conceitos ou da compreensão de um contexto. Tais aspectos nos levam a defender que o paradigma simplificador e o paradigma da complexidade equilibram-se, pois há momentos em que uma disciplina precisa estar mais voltada a si mesma e momentos em que precisa relacionar-se com outras.



No projeto de robótica executado, houve momentos em que os discursos estavam voltados ao atendimento de uma demanda conceitual, o que exigiu conceitos próprios da robótica e das áreas que a sustentam (mecânica, eletrônica e software). Esses aspectos foram amplamente debatidos na tentativa de encontrar o modelo de robô móvel estruturalmente mais viável, independentemente do contexto. Houve também momentos em que os discursos estavam voltados à função e aplicação do robô, isto é, ao atendimento da demanda contextual, o que exigiu conceitos de química, engenharia civil e robótica simultaneamente para adequar o robô à construção civil.

Mais uma vez, enfatizamos que a disciplina não pode deixar de existir enquanto tal, porque o seu egocentrismo não representa isolamento absoluto, mas apenas um nível menor de interação, assim como a cooperação não é uma fusão permanente das disciplinas, mas um nível maior de interação. Nas demandas conceituais, houve maior egocentrismo da robótica, enquanto nas demandas contextuais houve maior cooperação entre as disciplinas envolvidas. Essa variação ocorre porque as relações interdisciplinares são, também, relações sociais.

Defendemos o equilíbrio entre disciplinas e momentos interdisciplinares, pois é da natureza do ser humano a busca pela universalização e pela simplificação na tentativa de compreender fenômenos. As disciplinas existem enquanto tais porque é necessidade do ser humano dividir os objetos de estudo em partes menores para compreendê-los e, depois, poder reaproximar as partes para compreensões mais complexas. Nossa busca deveria ser pelo equilíbrio entre interseções e reagrupamentos, tanto no campo educacional quanto no acadêmico.

Referências

AZEVEDO, S.; AGLAÉ, A.; PITTA, R. Minicurso: Introdução a Robótica Educacional. *In*: 62^a Reunião Anual da SBPC, p.1-41, 2010.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.

LEITE, M. B.; SOARES, M. H. F. B. Contextualização: para além das narrativas sistêmicas a favor da interdisciplinaridade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 26, n.2, p. 56-75, 2021.

LIMA, W. F. **Aprendizagem Colaborativa para o Ensino de Química por meio da Robótica Educacional**. 2016. 81 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

MORGADO, J. C. **O Estudo de Caso na Investigação em Educação**. 1 ed. Santo Tirso: De Facto, 2013.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução: Eloá Jacobina. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, E. **Introdução em pensamento complexo**. Tradução: Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2005.



MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução: Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. 2 ed. São Paulo : Cortez; Brasília, DF : UNESCO, 2000.

PAULA, B. B.; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: revisão sistemática da literatura no Brasil. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 7, e134921, 2021.

PIAGET, J. **Biologie et connaissance**: essai sur les relations entre les régulations organiques et les processus cognitifs. Paris: Gallimard, 1967.

PIAGET, J. **Estudos sociológicos**. Rio de Janeiro: Forense, 1973.

PIAGET, J. **Seis estudos de Psicologia**. Tradução: Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 24 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1999.

PINHEIRO, R. S. G.; SOARES, M. H. F. B. Robótica educacional, ensino de química e aprendizagem cooperativa: uma proposta para o curso de ensino superior em engenharia civil. **Química Nova**, São Paulo, v. 45, n. 8, p. 1020-1030, 2022.

POMBO, O. Epistemologia da interdisciplinaridade. **Revista do Centro de Educação e Letras da Unioeste** - Campus de Foz do Iguaçu, v. 10, n. 1, p. 9-40, 2008.

SERAFIM, R. S. G. *et al.* Aplicabilidade da cultura maker na educação e suas contribuições para o processo de ensino e aprendizagem: uma revisão sistemática de literatura. **ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo, v. 15, n. 2, p. 271-290, maio/ago. 2025.

VALENTE, J. A.; BLIKSTEIN, P. Maker education: Where is the knowledge construction? **Constructionist Foundations**, v. 14, n. 3, p. 252–262, 2019.