
ALGORITMOS NA CONCEPÇÃO DA TEORIA PIAGETIANA: TECNOLOGIAS ANALÓGICAS E DIGITAIS

Fabírcia Py Tortelli Noronha¹

Luciana Backes²

Cledes Antonio Casagrande³

Resumo

Mudanças sucederam no modo de viver em sociedade, mas, ao mesmo tempo, o ambiente educacional encontra dificuldades em acompanhar e se relacionar com essa nova realidade. Com o propósito de refletir sobre a construção do conhecimento no ensino superior, num cenário contemporâneo, o artigo tem como objetivo analisar e discutir a construção do conhecimento de algoritmos por meio da pluralidade de representação do conhecimento, proporcionada pela associação e articulação de diferentes tecnologias, fundamentada na Epistemologia Genética de Jean Piaget. A pesquisa de natureza exploratória e abordagem qualitativa, do tipo Estudo de Caso, teve como sujeitos os educandos matriculados na disciplina de Lógica de Programação. Os dados coletados em questionários e diário de campo foram submetidos à Técnica de Análise de Conteúdo de Bardin. Como resultado, verificou-se o desequilíbrio das estruturas mentais (perturbação) na ação cognitiva educacional do professor e do educando, constituindo relações dialéticas na aprendizagem. Além disso, verificou-se a necessidade de se contemplar tecnologias no processo educativo a fim de potencializar a construção do conhecimento em congruência com a realidade atual.

Palavras-chave: Construção do conhecimento; Algoritmos; Tecnologias.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul - IFRS. E-mail: fabri-cia.noronha@poa.ifrs.edu.br

² Universidade La Salle - Unilasalle. E-mail: luciana.backes@unilasalle.edu.br

³ Universidade La Salle - Unilasalle, E-mail: cledes.casagrande@unilasalle.edu.br

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ALGORITHMS IN THE CONCEPTION OF PIAGETIAN THEORY: ANALOGICAL AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract

Changes have happened in the way of living in society, but at the same time, the educational environment finds it difficult to follow and connect to this new reality. With the purpose of reflecting on the construction of knowledge in college education, in a contemporary scenario, this article aims to analyze and discuss the construction of knowledge about algorithms through the plurality of knowledge representation, provided by the association and articulation of different technologies, based on the Genetic Epistemology by Jean Piaget. The research was an exploratory qualitative case study, the students are regularly enrolled in the discipline of Programming Logic. The data were collected through questionnaires and field diary, and submitted on Bardin's Content Analysis Technique. As a result, the imbalance of the mental structures (perturbation) in the cognitive educational action of the teacher and the learner was verified, constituting dialectical relations in learning. In addition, it was verified the need to contemplate technologies in the educational process in order to potentialize the construction of knowledge in congruence with the current reality.

Keywords: Construction of knowledge; Algorithms; Technologies.

Introdução

Vivemos em uma sociedade permeada por ampla variedade de recursos tecnológicos. Desde muito jovens os sujeitos são envolvidos e seduzidos pelas tecnologias que se fazem presentes em seu cotidiano. Entretanto, há uma dicotomia entre o âmbito da sociedade e o âmbito da sala de aula. De modo geral, ou as tecnologias são banidas dos ambientes educacionais, ou têm seu horário de utilização restrito.

À vista disso, este estudo tem a pretensão de aproximar essas realidades no contexto de uma das disciplinas que mais reprovam no curso superior de Tecnologias em Sistemas para Internet, a disciplina de Lógica de Programação - LP, na qual os conteúdos são abordados com o auxílio do quadro negro e da projeção e, posteriormente, desenvolvidos no caderno pelos educandos.

Este artigo é resultado de uma dissertação de mestrado e propõe analisar e discutir a construção do conhecimento de algoritmos, fundamentada na reflexão epistemológica de Jean Piaget e na associação e articulação de tecnologias analógicas e digitais, compreendendo assim, o hibridismo tecnológico⁴.

Diante de tal cenário, apresentaremos, num primeiro momento, como ocorre a construção do conhecimento de algoritmos e as dificuldades que envolvem a aprendizagem, seguido da compreensão epistemológica de Piaget sobre o processo de interação na construção do conhecimento na disciplina de LP e as tecnologias incorporadas ao processo. A seguir, a metodologia de pesquisa. E, finalmente, dedicamo-nos à exposição das análises acerca dos aspectos mais significativos e das considerações finais sobre o estudo.

⁴ [...] “o termo hibridismo, associado à palavra tecnológico, tem o intuito de remeter à ideia de trabalhar com a mistura das tecnologias [...]. A mistura tecnológica ocorre na associação de tecnologias de naturezas diferentes, desde as mais tradicionais, tecnologias analógicas, até as mais contemporâneas, tecnologias digitais (NORONHA, 2016, p. 32).

A construção do conhecimento de algoritmos

O alto índice de reprovação⁵ dos educandos no primeiro semestre do curso superior de informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS, mais especificamente na disciplina de LP, alerta para a necessidade de reflexão sobre o processo de construção do conhecimento. A disciplina tem como base o ensino de algoritmos - conhecimento fundamental para o educando aprender a programar.

Os índices de reprovação precisam ser compreendidos de maneira complexa. Em outras palavras, não podemos dizer que são consequência somente do conteúdo. Tais índices são decorrentes da combinação de diferentes fatores, tais como: dificuldade em relação ao conteúdo, metodologia pedagógica, mediação do educador, lacunas na educação básica, falta de orientação profissional aos educandos, expectativas equivocadas no que diz respeito aos objetivos do curso, ausência de comprometimento com os estudos, entre outros (NORONHA, 2016).

A construção do conhecimento de algoritmos normalmente ocorre por intermédio do método tradicional de ensino, com exposição conceitual, teórica e prática; em que o professor 'transmite' seus conhecimentos e o educando reproduz, nas atividades, os conhecimentos proferidos pelo professor. Para Saviani (1999, p. 54), "Esse ensino dito tradicional se estruturou através de um método pedagógico, que é o método expositivo, que todos conhecem, todos passaram por ele, e muitos estão passando ainda". A ênfase do ensino tradicional está centrada na transmissão dos conhecimentos e na recepção, quase que passiva.

⁵ Segundo dados do IFRS, os índices de aprovação e reprovação na disciplina de Lógica de Programação geralmente são muito próximos, isso quando o índice de reprovação não ultrapassa o de aprovação. Raramente as aprovações superam as reprovações. (NORONHA, 2016).

A transmissão não consiste apenas da exposição do conhecimento em si, mas de comunicar algo ao educando, seja baseado nos conteúdos, no pensar do professor ou ainda na repetição. Essa forma de transmissão do conhecimento acaba por privilegiar o professor como autor central do conhecimento, e induzir o educando à passividade, ou seja, à memorização dos conteúdos. Freire (2005) trata esse processo pedagógico como uma educação bancária, no qual o professor deposita seus conhecimentos e o educando memoriza e repete sem uma percepção significativa.

Nessa perspectiva, não há garantia efetiva da construção do conhecimento, pois a transmissão “não acontece se o polo transmissor não contar com um polo receptor ativo, com estruturas já construídas capazes de assimilar o que foi transmitido” (BECKER, 2012a, p. 21). A assimilação unicamente acontecerá pela comparação do novo conhecimento com o velho; o novo apenas será assimilado com base no velho, mediante a identificação e destaque do diferente dentre os elementos já conhecidos (SAVIANI, 1999).

O processo de aprendizagem na disciplina de LP se dá pela apresentação dos conteúdos por meio de uma parte conceitual – as regras para a construção de algoritmos – e, logo a seguir, por uma parte prática – a resolução de problemas (algoritmos). Desde a interpretação, até a construção do algoritmo, há a exigência de conhecimentos anteriores para que o novo conhecimento se transforme em pensamento estruturado, ou seja, em raciocínio lógico.

O raciocínio lógico, necessário para o desenvolvimento de algoritmos, envolve interagir com conceitos abstratos e atribuir significados a eles. Esse processo gera certa resistência por parte do educando. Segundo Falckembach e Araujo (2006),

Essa resistência é, muitas vezes, acerbada pela metodologia usada no ensino desse conteúdo. A forma de ensino dentro da sala de aula é a mesma para todos os alunos, pois, é extremamente difícil para um professor levar em consideração o perfil, as metas, as necessidades, as expectativas, as preferências e o nível de conhecimento de cada aluno, de modo a proporcionar a cada um, um ensino adaptado. [...] Porém, através das inovações tecnológicas aliadas às ações pedagógicas, com uma estratégia condizente é possível melhorar a qualidade de ensino.

De acordo com as experiências vivenciadas na disciplina de LP, é comum identificar educandos que sofrem um grande desapontamento em razão de que, escolheram fazer um curso na área da informática, idealizaram um curso totalmente desenvolvido por meio de tecnologias digitais e, deparar-se com uma disciplina que utiliza o papel e a caneta – tecnologias analógicas – acaba por gerar certa resistência, principalmente no que se refere ao quesito validação do algoritmo, o chamado teste de mesa. Alguns optam por fazer o teste de mesa mentalmente, e isso aumenta a margem de erros e a probabilidade de não alcançar o objetivo final, a solução do problema.

O propósito da disciplina de LP é trabalhar o raciocínio lógico; isso significa fazer com que o educando seja capaz de desenvolver sequências lógicas por meio da estruturação do pensamento de forma que resultem em algoritmos, que futuramente possam ser codificados nas diferentes linguagens de programação que serão apresentadas no decorrer do curso de informática.

Jenkins (2002) observa que os estudantes apresentam dificuldades na construção de algoritmos por não compreenderem a sequência de passos lógicos a serem seguidos, uma vez que ainda não possuem as competências necessárias para a resolução de problemas, ou melhor dizendo, o educando ainda não atingiu o estágio do desenvolvimento do pensamento formal descrito por Piaget (2007). Assim sendo,

[...] tornar-se o sujeito, [...] capaz de raciocinar corretamente sobre proposições em que não acredita ou em que ainda não acredita, isto é, que considera como puras hipóteses: torna-se, portanto, capaz de inserir as consequências necessárias de verdades simplesmente possíveis, o que constitui o início do pensamento hipotético-dedutivo ou formal. (PIAGET; INHELDER, 2011a, p. 119).

A partir desse processo, o desenvolvimento de algoritmos requer que o educando tenha desenvolvido o pensamento formal, para que certas capacidades de interpretação, baseadas em hipóteses, manifestem-se de forma estruturada. Numa tentativa de estruturar o pensamento, quer dizer, de raciocinar de forma lógica, resolver o maior número de algoritmos pode resultar numa assimilação do conhecimento necessária para a compreensão e construção de algoritmos.

Nobre e Menezes (2002, p. 339) observam que,

[...] a partir da solução de um determinado número de exercícios alguns alunos 'descobrem' o formalismo para construção de soluções para lógica de programação. Já o grupo de alunos com dificuldades, permanece estagnado, e assume uma postura de tentativa-e-erro, levando-o ao desânimo e muitas vezes à reprovação na disciplina.

Assim, resolver um algoritmo consiste em interpretar um problema, vale dizer, descobrir qual o objetivo do algoritmo, estruturar o pensamento elaborando uma sequência de passos lógicos e, ao final, adaptar os objetivos a serem alcançados a uma linguagem, no caso da disciplina de LP, codificar em Português Estruturado⁶.

⁶ "Português estruturado ou Portugol é um pseudocódigo escrito em português através de instruções que podem ser entendidas por qualquer programador, independente de conhecimento prévio de alguma linguagem de programação." (CARVALHO, NORONHA e OKUYAMA, 2014, p. 45).

O processo de interação a partir de Piaget

O conhecimento de algoritmos é construído mediante a interação do educando com o professor, do educando com os outros educandos, do educando com o conhecimento (algoritmos) e a ação cognitiva desencadeada pela perturbação que o conhecimento sobre o algoritmos provoca no educando. Nas palavras de Piaget,

[...] o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que se lhe impoariam: resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre sujeito e objeto, e que dependem, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em virtude de uma indiferenciação completa e não de trocas entre formas distintas. (PIAGET, 2007, p. 8)

Para Piaget (1973), as interações são concebidas por meio de ações que transformam e modificam sujeito e objeto simultaneamente. Por consequência, no meio dessas interações é implicado o desenvolvimento da interatividade no sujeito.

Conforme Freire (2005), a interação promovida em sala de aula entre educador e educando faz com que o educador não seja mais aquele que apenas educa, mas que também é educado por força do diálogo com o educando. Esse diálogo é potencializado pela interatividade que, segundo Silva (2014, p. 12), “É um fenômeno da ‘sociedade da informação’. [...] onde se pode observar não mais a pregnância da passividade da recepção”. Na interatividade, para além de um emissor e um receptor, há vários emissores (autores) e vários receptores, que podem ser também emissores (coautores). Em consonância, Silva destaca que:

A disponibilização consciente da interatividade vem, enfim, potenciar uma nova competência comunicacional em sala de aula. E o professor passa a ter um novo desafio: modificar a comunicação no sentido da participação-intervenção, da bidirecionalidade-hibridação e da per-

muta-potencialidade. Não mais a prevalência do falar-ditar, mas a resposta autônoma, criativa e não prevista dos alunos, o rompimento de barreiras entre estes e o professor, e a disponibilidade de redes de conexões no tratamento dos conteúdos de aprendizagem (SILVA, 2014, p.193).

Assim, a educação não se restringe mais à hierarquia das relações, a centralidade do professor como detentor do saber mas sim, também, do educando, que, por meio do diálogo, pode tornar-se um colaborador na sala de aula e, portanto, sujeito da sua aprendizagem para a construção do conhecimento.

Becker (2012b, p. 81), à luz da teoria de Piaget afirma que a construção do conhecimento:

[...] dá-se por interação que significa ação de dois pólos, um sobre o outro, tendo como resultado uma novidade. Assim como o sujeito age, assimilando o objeto (físico ou social), o objeto age de retorno respondendo a ação do sujeito; sua 'ação' consiste em revelar-se ou em resistir à investida assimiladora do sujeito. Frente à resistência do objeto em ser assimilado, resta ao sujeito modificar seu esquema assimilador (acomodação) para poder melhor assimilar.

As interações no meio educacional estão sujeitas tanto à descoberta do novo conhecimento (assimilação), quanto à perturbação das estruturas mentais do sujeito sobre esse novo conhecimento (desequilíbrio). Uma das maneiras de superar essa perturbação é por intermédio da colaboração entre os educandos. No entendimento de Ramos (2007), a colaboração consiste em uma ação social, na qual são compartilhados objetivos e aprendizagens, com o intuito de superar desafios e construir conhecimentos. Assim, o ambiente escolar propicia que os educandos compartilhem as dúvidas e resolvam os problemas em conjunto.

Segundo Piaget (2007, p. 11), "inteligência é adaptação e sua função é estruturar o universo, da mesma forma como o organismo estrutura o meio ambiente". Desse modo, a interação entre educando e objeto de conhecimento

(algoritmos) em meio à construções cognitivas já estruturadas, levam a adaptação, ou seja, a compreensão e a resolução dos problemas.

Resolver um problema, ou seja, construir um algoritmo na disciplina de LP, requer que o educando tenha transitado pelos estágios do desenvolvimento do conhecimento descritos por Piaget (2007): sensório-motor, pensamento pré-operatório, operações concretas e operações formais, quer dizer, já tenha desenvolvido capacidades de reflexão, de raciocínio lógico e de desenvolvimento baseados em hipóteses (mediante esquemas mentais), sem muita referência no concreto. Agir por meio dessas operações, dentro dos princípios da lógica formal, desenvolve capacidades, como criticar sistemas e propor outros códigos de conduta de maneira autônoma.

No contexto da disciplina, atuamos diretamente no estágio do desenvolvimento do conhecimento das operações formais. Portanto, devido à idade e ao desenvolvimento dos educandos, entendemos que os estágios anteriores já estão superados e incorporados neste último estágio.

De acordo com Piaget (2007, p. 48), “[...] a primeira característica das operações formais consiste em poderem elas realizar-se sobre hipóteses e não somente sobre os objetos [...]”. Nesse sentido, no âmbito da construção do conhecimento de algoritmos, o educando não se limita apenas ao conhecimento existente, ele já é capaz de um raciocínio lógico dotado de capacidade para buscar soluções em hipóteses que serão reformuladas a cada nova interação, seja ela com o professor, com o algoritmo ou até mesmo entre os próprios colegas.

Para que a interação ocorra, é necessário que haja manifestação em sentido duplo, entre sujeito e objeto; assim, a interação entre sujeito e objeto é recursiva. O sujeito (S) age sobre o objeto (O), e, nessa ação, o sujeito transforma

o O em O1. Esse O1 age sobre o S, e, nessa ação, o S transforma-se em S1. Ainda sobre a interação entre S e O, na direção da teoria Piagetiana, Becker (2012b, p. 86) define que “[...] o objeto é aquilo que o sujeito constitui como tal. [...] A relação epistemológica sujeito-objeto é, pois, profundamente fluida, o sujeito se faz objeto e, de retorno, transforma o objeto em sujeito – sempre por força de sua ação”. Assim, podemos inferir que o educando pode ser sujeito da sua aprendizagem na relação de interação com o objeto (algoritmo) e, ao mesmo tempo, pode ser objeto (origem do conhecimento) no que toca às interações professor/educando, quando o sujeito é o professor da sua aprendizagem.

Das interações, surgem as devolutivas, isto é, o retorno que o objeto dará ao sujeito; o retorno que o algoritmo dará ao educando; o retorno que o educando dará ao professor e vice-versa. A esse retorno da ação do sujeito sobre o objeto, chamaremos de assimilação (PIAGET, 2007).

Essa assimilação consiste em trazer o diferente para dentro de si; o diferente causa impacto, desequilibra. Esse desequilíbrio é função do meio. O meio não nos atinge diretamente. [...] A função do meio consiste em produzir desequilíbrio no sujeito e não transformá-lo diretamente. [...] O meio, ao ser assimilado, desequilibra o sujeito que não suporta esse equilíbrio. O desequilíbrio é uma vivência, que consiste num certo agito, num certo desagrado, mal-estar, uma sensação de falta; o sujeito sente necessidade de responder e a resposta que ele dá é, não de modificação direta do meio, mas de transformação de si para poder assimilar (transformar) melhor o meio. Isso é acomodação (BECKER, 2012b, p. 87)

Diante disso, quando o educando interpreta e começa a construir um algoritmo, assimila informações dessa interação, essa relação resulta em significados que fundamentam o processo de construção do conhecimento. Todavia, essa interação provoca desequilíbrios nas estruturas mentais do educando que acarretam transformações, e constituem-se em raciocínio lógico dentro do estágio formal definido por Piaget. Dessa forma, ocorre a acomodação efetiva dos novos conceitos.

O professor tem o papel fundamental na aprendizagem, seja interagindo com o educando ou mediando e provocando a interação do educando com o algoritmo. Piaget (1972, p. 43) destaca que “A aprendizagem, em geral, é provocada por situações externas. A aprendizagem somente ocorre quando há, da parte do sujeito, uma assimilação ativa”. Nessa perspectiva, em consonância com a visão de Piaget, Becker (2012b, p. 88) afirma que:

[...] o sujeito, no concreto, é um indivíduo num contexto histórico que enfrenta uma situação que o desequilibra, mas ele pode dizer: ‘não é comigo’, ‘não vou responder’, ‘não estou a fim’; nega o desequilíbrio ou simplesmente dá uma resposta aligeirada, uma acomodação rápida, pouco consistente e vai adiante, não investindo tempo nessa direção. Abandona a luta, em outras palavras.

São frequentes as dificuldades enfrentadas pelos educandos na assimilação dos conteúdos de LP. O processo cognitivo envolvido no desenvolvimento de um algoritmo é bastante complexo para os iniciantes e envolve fases, como: ler e interpretar o problema; adaptar aos esquemas mentais pré-existentes; planejar ações articuladas a conceitos já assimilados; resolver o problema, ou seja, pressupõe-se que o educando esteja num nível operacional formal de desenvolvimento cognitivo (NORONHA, 2016).

Nesse processo, ocorrem as interações; o desequilíbrio nas estruturas mentais é constante, mas a assimilação, na maioria das vezes, é insuficiente, visto que não consiste apenas em assimilar as informações do professor, é necessário um processo de aprendizagem efetivo (assimilação/acomodação/adaptação/equilíbrio), que leve à assimilação de hipóteses, mediante a resolução dos problemas que venham a se apresentar. Assim, surgem construções do conhecimento muito frágeis – momentâneas –, que representam importantes dificuldades ao educando em construir novos conhecimen-

tos que implicam no raciocínio lógico, ou seja, não há estruturas cognitivas suficientes para adaptar o novo conhecimento e conduzir ao equilíbrio.

A equilibração das estruturas cognitivas, na concepção de Piaget (1976, p. 19), consiste “não de um retorno à forma anterior de equilíbrio, cuja insuficiência é responsável pelo conflito [...] mas de um melhoramento dessa forma precedente”. Desse modo, o equilíbrio não representa o retorno ao nível de desenvolvimento em que o sujeito estava, mas representa níveis de desenvolvimento cognitivos mais elaborados e estáveis em meio as complexidades do processo de construção do conhecimento de algoritmos.

O hibridismo tecnológico: tecnologias analógicas e digitais

Atentos aos sinais de dificuldades apresentados pelos educandos e a lacuna que há entre o ambiente social e o ambiente acadêmico, em relação ao uso de tecnologias, desenvolveu-se conceitos por meio da associação e articulação de tecnologias analógicas (caneta e papel) e digitais (VisuAlg, Scratch e Kit Lego) com o intuito de proporcionar pluralidade de representação dos conteúdos no processo de construção do conhecimento, contemplando variadas estratégias e linguagens para a aprendizagem de algoritmos.

Essa multiplicidade de perspectivas inter-relacionadas do conhecimento é uma das mais importantes recomendações da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, a qual pressupõe um ensino flexível, não linear, relacional e multi-dimensional (SPIRO et al., 1988).

Assim, a caneta e o papel proporcionam aos educandos uma visão mais didática do algoritmo (problema). A resolução é construída linha a linha, de forma estruturada e pode ser testada manualmente pelo educando. O ato de testar manualmente o algoritmo, também chamado de teste de mesa, representa

uma importante forma de aprendizagem, pois dessa maneira o educando identifica seus erros e é induzido a corrigi-los para que possa finalizar o teste.

Por meio do *software* ViasuAlg o educando desenvolve o algoritmo também de forma estruturada, linha a linha. O diferencial está no fato de utilizar uma tecnologia digital – ato tão esperado em um curso de informática – e na forma de testar o algoritmo, a validação é executada pelo programa e não mais pelo educando.

Já com o Scratch, o educando começa a desviar o foco da rigidez da programação em razão de ocorrer uma transposição conceitual, algoritmos que antes eram desenvolvidos por meio de numerosas linhas de programação, passam a se formar pelo encaixe de blocos coloridos, cada qual representando um comando.

Na mesma perspectiva, o Kit Lego, que tem como lema “Construa. Programe. Teste.” (Lego, 2008, p. 4) primeiramente conduz o educando a fazer a montagem do robô, logo após a desenvolver a programação no *software* e, por fim, a contemplar, na prática, a execução do código concebido, por meio das ações do robô.

Tanto o Scratch, quanto o Kit Lego, favorecem a correção de erros, pois podem ser facilmente identificados, uma vez que a validação ocorre por meio de uma representação prática. No caso do Scratch, a mascote se encarrega de representar na tela as instruções programadas e, no caso do Kit Lego, por meio do robô.

Logo, o contexto do hibridismo tecnológico, evidenciado na mistura de tecnologias analógicas e digitais (textos, sons, imagens, animações e robóti-

ca), empregado no processo de construção do conhecimento de algoritmos, intenciona aproximar o ambiente da sala de aula ao da época atual.

Procedimentos metodológicos

A investigação é consequência da pesquisa de mestrado, do tipo Estudo de Caso, de natureza exploratória e abordagem qualitativa, intitulada “A construção do conhecimento de algoritmos no contexto do hibridismo tecnológico: análise da prática pedagógica aplicada no IFRS”, desenvolvida no programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade La Salle, na linha de pesquisa Culturas, Linguagens e Tecnologias na Educação. O estudo está vinculado, no Comitê de Ética da Pesquisa, ao projeto de pesquisa “Os Espaços Híbridos (geograficamente localizados e tecnologias digitais): A Presença e a Copresença nos Processos de Ensinar e Aprender” e ao “Grupo de Pesquisa – Convivência e Tecnologia Digital na Contemporaneidade (COTEDIC UNILA-SALLE/CNPq).

A escolha do estudo de caso deu-se pelo fato de que a análise só faz sentido se a observação ocorrer dentro do contexto escolar, ou seja, no cenário real do processo de construção do conhecimento. Essa “[...] é a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo ‘como’ e ‘por que’ [...] quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.” (YIN, 2001, p. 19). Assim, o estudo de caso ocorre no âmbito da disciplina LP, desenvolvida no primeiro semestre do curso superior de Tecnologia em Sistemas para Internet do IFRS no ano de 2016 (dois mil e dezesseis).

Elegeu-se a pesquisa exploratória por proporcionar familiaridade com o tema a ser pesquisado, de modo a torná-lo mais explícito (Gil, 2010). A abordagem qualitativa da pesquisa deve-se ao fato da importância no aprofun-

damento da compreensão sobre determinado grupo social e não, na representatividade numérica (GODENBERG, 2004).

A pesquisa teve como sujeitos 24 (vinte e quatro) educandos, os quais frequentaram regularmente às aulas, dentre 43 (quarenta e três) matriculados no início do semestre. Desses 24 (vinte e quatro) educandos, 19 (dezenove) estavam iniciando o curso – primeiro semestre – e, os outros 5 (cinco), eram de semestres seguintes e estavam repetindo a disciplina.

Os materiais utilizados para a coleta dos dados empíricos foram: questionário, diário de campo e registro dos educandos na realização das atividades propostas.

Os questionários eram aplicados a cada nova tecnologia apresentada e, ao final, após a articulação e mistura das tecnologias analógicas e digitais – hibridismo tecnológico. Segundo Severino (2007) por meio desse instrumento é possível levantar informações e conhecer a opinião dos sujeitos pesquisados sobre o objeto de estudo.

O diário de campo da pesquisadora, com um roteiro predefinido, contemplou ideias, opiniões e reflexões proporcionadas pelas interações em sala de aula. Segundo Soares et al. (2011, p. 667), o diário de campo é um instrumento que “[...] tem como objetivo possibilitar a sistematização das observações e dos dados coletados [...]”.

Os registros dos educandos, na realização das atividades, consistiram na representação do conhecimento construído sobre algoritmos, bem como suas hipóteses.

Os dados empíricos foram submetidos a Técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2006), na qual a análise é dividida em três etapas: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Assim, de acordo com a aplicação da Técnica de Análise de Conteúdo nos dados advindos da pesquisa, foram evidenciadas unidades temáticas diretamente relacionadas a conceitos-chave desenvolvidos ao longo da pesquisa.

As análises deste artigo foram concentradas na parcela de dados que compreende as unidades temáticas: construção do conhecimento, algoritmo, interação e interatividade.

Análises dos dados empíricos

Com o propósito de analisar os dados empíricos e refletir sobre a construção do conhecimento, a partir das unidades temáticas construção do conhecimento, algoritmo, interação e interatividade, estabelecendo relação com a Epistemologia Genética de Jean Piaget, na perspectiva do hibridismo tecnológico, consideramos também o caráter individual no processo de aprendizagem, no qual cada educando desenvolve-se de acordo com as suas estruturas cognitivas, fundamentadas em estruturas já existentes, conforme podemos evidenciar no quadro que segue:

Quadro 1 - Relatos do questionário e diário de campo

Educando F: “Possibilita o pensamento em como as estruturas e comandos funcionam, sem no entanto ‘entregar’ o resultado imediatamente, forçando que as pessoas raciocinem e compreendam os mecanismos de linguagem.”

Educando G: “Faz o aluno pensar e não apenas ir ‘chutando’ até acertar.”

Diário de campo: “Com a correção do exercício no quadro pelo professor, o aluno entendeu a forma correta de resolver o algoritmo e manifestou sua aprendizagem quando disse que agora sim havia entendido a real função do comando dentro do algoritmo. Essa aprendizagem foi intensificada pela participação de outros alunos que trouxeram novas maneiras de resolver o mesmo algoritmo.”

Fonte: NORONHA (2016, p. 83)

Nos extratos destacados, evidenciamos que o processo de aprendizagem passa pela estruturação dos esquemas mentais – raciocínio lógico – descrito pelo educando F, quando fala no pensar a respeito do funcionamento das estruturas e dos comandos da linguagem de programação que compõem o algoritmo, sem ter o resultado pronto, fazendo com que interaja com o algoritmo (assimilação), potencializando o raciocínio lógico, o que leva à compreensão dos conceitos. Essa mesma reflexão é reafirmada pelo educando G, que expressa a necessidade de pensar em uma lógica e não apenas na intuição, tentativa de

acerto ou erro, caracterizando, dessa maneira, a assimilação (compreensão e o entendimento dos conteúdos, tomando por base conhecimentos internalizados).

O processo de aprendizagem descrito na epistemologia genética de Jean Piaget consiste na compreensão de que o conhecimento é construído na interação do sujeito com o objeto do conhecimento e, nessa interação, sujeito e objeto dependem um do outro (PIAGET, 2007). Ou seja: Sujeito (S) interage com objeto (O). Por meio da ação com o outro, ocorre a transformação de ambos. A partir desse momento de transformação: Sujeito (S1) e Objeto (O1), situação que pode ser observada no relato do diário de campo da pesquisadora, quando ocorre a interação do sujeito com o objeto do conhecimento (professora, algoritmo, colegas) e, por fim, o educando assimila o conhecimento quando compreende a ação que o comando desempenha no algoritmo, modificando e sendo modificado, ou seja, acomodando e adaptando as novas informações – por autorregulação entre os fatores internos e externos – atingindo o equilíbrio, melhor dizendo, o seu desenvolvimento a partir da evolução de sua inteligência. “Daí resulta que a teoria do desenvolvimento apela, necessariamente, para a noção de equilíbrio entre os fatores internos e externos ou, mais em geral, entre a assimilação e a acomodação.” (PIAGET, 2011b, p. 89).

Quadro 2 – Relatos do questionário

Educando H: “Simular situações no papel errar e apagar, errar e apagar até acertar.”

Educando S: “Corrigir o errado, aprender o certo e saber o motivo pelo qual errou.”

Fonte: NORONHA (2016, p. 84)

Nesses extratos, também são evidenciados os conceitos de Piaget (2007), nos quais ele descreve o processo de aprendizagem como a ação de assimilar o novo conhecimento com base nas experiências, instaurando desequilíbrios nas estruturas mentais do sujeito. Essa ação acarreta transformação (acomodação), adaptando às novas informações – conhecimentos – aos esquemas mentais do sujeito. Em outras palavras, conforme os relatos dos educandos, o errar e o apagar, até acertar, ou ainda, na correção do erro, identificar o porquê do erro e aprender o certo. Essas considerações externadas pelos educandos fazem alusão à teoria construtivista, visto que entende o erro como um evento que contribui no processo de aprendizagem. O erro revela as hipóteses que o sujeito tem sobre o objeto do conhecimento, isto é, uma ação com significado (sentido), não de identificar que o sujeito não sabe e, sim, o estágio de desenvolvimento em que o sujeito se encontra, o quanto sabe sobre o assunto e o quanto ainda precisa saber.

Quadro 3 – Relato do questionário

Educando R: “Ver o resultado final no instante em que rodamos o código nos ajuda a lembrar dos erros e suas soluções.”

Fonte: NORONHA (2016, p. 85)

O educando R expressa a forma como ocorre a construção do conhecimento, ou seja, o equilíbrio entre a assimilação e a acomodação (adaptação), por meio da articulação do novo conhecimento às estruturas cognitivas presentes na sua formação, uma vez que expressa que, ao testar o código, ocorre a perturbação – desequilíbrio cognitivo – que o faz retomar conhecimentos assimilados, lembrando-se dos erros e de suas soluções. Dessa maneira, por meio da

reflexão, advém a transformação, ação do sujeito pela qual amplia seus conhecimentos. Essa mudança, baseada na interação do sujeito (conhecimento acumulado) com o objeto (novo conhecimento), de forma não arbitrária, vem ao encontro da chamada teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), que busca a compreensão nos significados de noções e de conceitos interiorizados pelo sujeito.

Do mesmo modo, essas interações – ações em sentido duplo – proporcionadas pela articulação do novo com o velho (estruturas cognitivas já assimiladas), resultam na construção do conhecimento (BECKER, 2012b).

Quadro 4 – Relatos do questionário e do diário de campo

Educando P: “Tendo mais aulas como essa a absorção da matéria seria mais fácil e haveria uma participação maior da turma.”

Diário de campo: “Visualizar o conhecimento de forma concreta possibilitou um melhor entendimento do algoritmo e facilidade na identificação e correção dos erros. Houve bastante interação por parte da turma que participou ativamente no desenvolvimento do desafio, questionando o professor, respondendo aos questionamentos dos colegas que em alguns casos, foram elucidados através da visualização prática com o teste de mesa”

“Na correção dos algoritmos pela professora os alunos foram bastante participativos, questionando e apontando suas dúvidas”

“Com essa tecnologia o educando executou o teste de mesa

de uma forma mais clara e objetiva e isso proporcionou a ele segurança sobre os acertos e as correções que deveria fazer no algoritmo. Dessa forma, sua participação na hora da correção foi mais no sentido de contribuir com a aprendizagem, socializando a sua maneira de resolver o algoritmo.

Fonte: NORONHA (2016, p. 85)

Nesses relatos, são evidenciadas formas de construção do conhecimento por meio de interações (educando/educando, educando/professor, educando/conteúdo). Logo, esse processo de aprendizagem acontece na interação com o outro, implicando uma dimensão coletiva – intersubjetiva – para a construção do conhecimento. No entendimento de Piaget (1973), as interações são concebidas mediante ações que transformam e modificam sujeito e objeto simultaneamente.

A ação com o outro (objeto), evidenciada no diário de campo da pesquisadora, quando revela a participação nas aulas por meio de questionamentos, dúvidas e exposição da forma como resolveu o algoritmo, a fim de saber se está correto ou não (desequilíbrio), resulta na transformação de ambos (acomodação) e proporciona a volta ao equilíbrio, adaptação das estruturas cognitivas em níveis mais avançados de conhecimento. Esses estágios podem ser inferidos na descrição do educando, agindo como sujeito protagonista no seu processo de aprendizagem, o que vem a tipificar a interatividade, cujas bases são fundamentadas na “[...] dinamicidade do processo, onde todos os participantes são atuantes na relação”. (PRIMO, 2000, p. 2).

As relações de aprendizagem são potencializadas por meio da participação/intervenção dos educandos (questionamentos, perturbações, diálogos) uma vez que propiciam a bidirecionalidade (interação de via dupla) entre os

sujeitos e o objeto do conhecimento, construindo e reconstruindo o conhecimento no grupo, por meio da comunicação interativa e, dessa maneira, diminuindo a distância entre o discurso e a prática. Nesse sentido, a participação por meio de questionamentos propicia mudanças na comunicação em sala de aula, mediante intervenções não previstas, proporcionando a quebra de barreiras entre professores e educandos (SILVA, 2014).

Até então, evidenciava-se a dimensão individual da aprendizagem nos extratos dos educandos; no entanto, no extrato do educando P, podemos identificar a dimensão coletiva na construção do conhecimento, quando percebe a necessidade não só da participação do sujeito, como também da turma, ou seja, ocorreu a tomada de consciência sobre a importância da dimensão coletiva nas relações e interações para aprendizagem.

A partir desse entendimento, surge a crítica relacionada à percepção individual na construção do conhecimento, instaurada por meio da concepção tradicional de ensino. Evidenciamos, por conta do trabalho desenvolvido por meio das tecnologias analógicas e digitais, na prática pedagógica problematizadora, na concepção epistemológica piagetiana, que os educandos começam a identificar e compreender melhor a dimensão coletiva da construção do conhecimento e, assim, observa-se um rompimento dessa compreensão tradicional do ensino.

Quadro 5 – Relatos do questionário

Educando L: “Momentos de concentração e estudo que ajudam nas outras disciplinas.”

Educando M: “Exercita o raciocínio e estudo da estrutura.”

Fonte: NORONHA (2016, p. 87)

Como bem destacado pelos educandos, desenvolver algoritmos demanda interação com o objeto do conhecimento para assimilar as novas informações e, assim, sistematizar o pensamento – raciocínio lógico– e, por fim, solucionar os problemas, quer dizer, estruturar a sequência de passos lógicos que atingem o objetivo, o algoritmo resolvido (FORBELLONE; EBERSPÄCHER, 2005).

O propósito da disciplina de LP é desenvolver o raciocínio lógico por meio do estudo de algoritmos, de modo que o estudante seja capaz de codificar esses mesmos algoritmos nas diversas linguagens de programação que serão apresentadas no decorrer do curso. Essa importância dada aos algoritmos no curso SSI está presente no relato do educando L, quando manifesta ter consciência do quanto é conveniente e essencial o estudo de algoritmos para as outras disciplinas que se apresentarão no decorrer do curso.

Quadro 6 – Relatos do diário de campo e questionário

Diário de campo: “A apresentação da tecnologia proporcionou aos alunos uma experiência nova em que interagem com o conhecimento de uma forma mais real. O fato de não precisar mais executar o teste de mesa linha a linha, já que o robô faz a execução, fez com que refletissem com mais clareza sobre os acertos e erros do código.”

Educando H: “Por nos desafiar a programar em um ambiente nunca visto, ele nos põe a pensar. Uma vez que pensamos colocamos em prática e temos um resultado satisfatório.”

Fonte: NORONHA (2016, p. 87-88)

Visto que os educandos serão apresentados às mais variadas linguagens de programação ao longo do curso de informática, a disciplina de LP, desenvolvida num contexto do hibridismo tecnológico, antecipou essa experiência e proporcionou ao educando desenvolver seus algoritmos em diferentes ambientes e, dessa forma, construir seus conhecimentos, utilizando as potencialidades de cada tecnologia, como foi o caso revelado pelo diário de campo, no qual o educando refletiu sobre seus erros e acertos quando o robô executou o algoritmo, ação que antes era efetuada manualmente, linha a linha, pelo educando.

Becker (2012a) salienta a importância de trazer o novo para dentro da sala de aula e não ficar repetindo o antigo sem modificações. Essa perspectiva é destaque no extrato do educando quando relata que programar em um ambiente novo desenvolveu o pensamento lógico e, quando colocado em prática, potencializou o processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, o novo faz parte do contexto proporcionado pela mistura de tecnologias na prática pedagógica desenvolvida na disciplina de LP.

Conclusão

Relacionando a construção do conhecimento de algoritmos aos relatos dos educandos, às observações da pesquisadora e à epistemologia genética de Jean Piaget, por meio do hibridismo tecnológico, na disciplina de LP, constata-se como um elemento fundamental para o processo de aprendizagem o desequilíbrio das estruturas mentais, o qual se dá na ação de assimilação do novo conhecimento em uma prática pedagógica problematizadora, seja por intermédio de atividades desafiadoras, da contextualização dos conteúdos ou, ainda, da mistura de tecnologias, em meio a perturbação que a novidade provoca. Essa perturbação possibilita mudanças nas estruturas cognitivas, acomodação, bem

como a adaptação do sujeito ao novo, com a integração dos novos conhecimentos aos seus esquemas mentais. E, só assim, retornar ao equilíbrio novamente, com os conhecimentos aprimorados.

É importante destacar que o desequilíbrio cognitivo não ocorre somente no educando, mas também no professor, que deve permitir-se estar em desequilíbrio e, assim, ter a possibilidade de transformar sua ação e aprimorar as suas estruturas cognitivas. Para isso, é importante a participação do educando na construção do conhecimento, mediante questionamentos/intervenções; e do professor, em oportunizar momentos de diálogo para ouvir os educandos. Em perturbação (desequilíbrio), o professor pode retornar à situação de equilíbrio novamente, propondo uma prática pedagógica que contribua efetivamente para a construção do conhecimento.

Nessa direção, surge a crítica à educação tradicional, tanto para nós professores, como para os educandos, que ainda mantêm a hierarquia e a transmissão como base no processo de aprendizagem. Essa conjuntura linear em que o professor propõe e o educando aceita não é criativa e, tampouco possibilita a ação do educando. Tanto professor, quanto educando, precisam estar em constante ação e reflexão por meio de desequilíbrios nas estruturas mentais, os quais emergem na utilização de novas tecnologias, na legitimação do educando perante o professor e entre os colegas, a fim de que possam, no seu processo de aprendizagem, adaptarem os conhecimentos e atingir novamente o equilíbrio, em que novos conhecimentos foram relacionados a antigos, atribuindo significados e resultando em estruturas mentais mais elaboradas.

Das interações no ambiente educacional entre educandos, professor e conhecimento, surgiram ações cognitivas que desencadearam a construção do conhecimento coletivo e o processo de aprendizagem individual, tanto para os

educandos, quanto para o professor, pois “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender” (FREIRE, 1998, p. 25).

Nessa perspectiva dialética, a mediação do professor no ensino de algoritmos teve como característica principal a criação de um ambiente propício à construção do conhecimento, em que a interação (na ação com o outro), a interatividade (com o sujeito protagonista da ação), foram elementos potencializadores no processo de aprendizagem.

Referências

AUSUBEL, David P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2006.

BECKER. Educação e Construção do Conhecimento. 2. Ed. – Porto Alegre: Penso, 2012^a.

_____. Epistemologia Genética: perspectivas e temores. Revista de Psicologia da UNESP, 2012b, p. 81-98. Disponível em: <<http://seer.assis.unesp.br/index.php/psicologia/article/download/530/486/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

CARVALHO, T. P.; NORONHA, F. P. T.; OKUYAMA, F. Y. Algoritmos I. In: OKUYAMA, F.Y; MILETTO, E.M; NICOLAO, M (Org.). Desenvolvimento de software I: Conceitos Básicos. 1^a ed. Porto Alegre: Bookman, 2014, v.1, p. 43-65.

FALCKEMBACH, Gilse A. Morgental; ARAUJO, Fabrício Viero de. Aprendizagem de algoritmos: dificuldades na resolução de problemas. Anais SULCOMP v.2, 2006. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/sulcomp/article/view/916>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FREIRE. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa – 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010

GOLDENBERG, Mirian. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em ciências sociais. Rio de Janeiro, São Paulo: Editora Record, 8 ed., 2004. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/labesc/files/2012/03/A-Arte-de-Pesquisar-Mirian-Goldenberg.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2018.

JENKINS, T. On the difficulty of learning to program. Proceedings of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for information and Computer Sciences, 53-58, 2002. Disponível em <<http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/localed/jenkins.html>>. Acesso em: 27 jul. 2018.

LEGO, Mindstorms Education. Manual do NXT 2.0 [PDF], 2008.

NOBRE, I. A. M.; MENEZES, C. S. Suporte à cooperação em um ambiente de aprendizagem para programação (Samba). XII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE – UNISINOS 2002, pp. 337-347.

NORONHA, Fabrícia P. T. A construção do conhecimento de algoritmos no contexto do hibridismo tecnológico: análise da prática pedagógica aplicada no IFRS. Dissertação (mestrado em Educação) – Centro Universitário La Salle, Canoas, 2016.

PIAGET, Jean. A vida e o pensamento do ponto de vista da psicologia experimental e da epistemologia genética. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1972.

_____. Estudos sociológicos. Rio de Janeiro: Forense. 1973.

_____. A equilibrção das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

_____. Epistemologia genética. Tradução Álvaro Cabral, - 3. Ed. – São Paulo: Martins Fontes, 2007.

_____. Seis estudos de Piaget. Tradução: Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva. 25ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2011b.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. A psicologia da criança. Tradução Octavio Mendes Cajado, 5 ed – Rio de Janeiro: Difel, 2011a.

PRIMO, Alex. Interação mútua e reativa: uma proposta de estudo. Revista da Famecos, n. 12, p. 81-92, jun. 2000. Disponível em:

<http://www.pesquisando.atraves-da.net/ferramentas_interacao.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2018.

RAMOS, Daniela. K. Possibilidades e formas de colaboração: um estudo com alunos do ensino fundamental. *Revista Renote, Cinted - Ufrgs*, v. 5, n. 2, 2007. Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/5bDaniela.pdf>>. Acesso em: 7 de jul. 2018.

SAVIANI, Dermeval. *Escola e democracia*. 32. ed. Campinas: São Paulo: Autores Associados, 1999.

SEVERINO, Antônio J. *Metodologia do trabalho científico*. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Marco. *Sala de aula interativa*. Rio de Janeiro: Quarter, 2014.

SOARES, A N; SILVEIRA, A P O; SILVEIRA, B V; VIEIRA, J S; SOUZA, L C B A; ALEXANDRE, L R et al. O diário de campo utilizado como estratégia de ensino e instrumento de análise do trabalho da enfermagem. *Rev. Eletr. Enf. [Internet]*, 2011, p. 665-670. Disponível em: <https://www.fen.ufg.br/fen_revista/v13/n4/pdf/v13n4a10.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

SPIRO, Rand J. et al. Cognitive flexibility theory: advanced knowledge acquisition in III - structured domains. In: *Annual Conference of the Cognitive Science Society*, 10. Hillsdale: Erlbaum, 1988. p. 375-383.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*; trad. Daniel Grassi - 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Recebido em: 31/07/2018
Aprovado em: 06/11/2018