

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ROBÓTICA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DE
QUÍMICA: COLABORAÇÃO E APRENDIZAGEM

Carlos Antônio Pereira Júnior

Goiânia
2014



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação

Autor (a):	Carlos Antônio Pereira Júnior		
E-mail:	carlos.quimica.ufg@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor	*****		
Agência de fomento:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior	Sigla:	CAPES
País:	Brasil	UF:	GO CNPJ: 029.204.311-29
Título:	Robótica Educacional Aplicada ao Ensino de Química: Colaboração e Aprendizagem		
Palavras-chave:	Robótica, robótica pedagógica, conceitos, ensino de química		
Título em outra língua:	Educational Robotics Applied to Chemistry Teaching: Collaboration and Learning		
Palavras-chave em outra língua:	Robotics, educational robotics, concepts, teaching chemistry		
Área de concentração:	Ensino e aprendizagem de ciências e matemática		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	23/09/2014		
Programa de Pós-Graduação:	Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática		
Orientador (a):	Prof. Dr. Márton Herbert Flora Barbosa Soares		
E-mail:	*****		
Co-orientador (a):*	*****		
E-mail:	*****		

*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

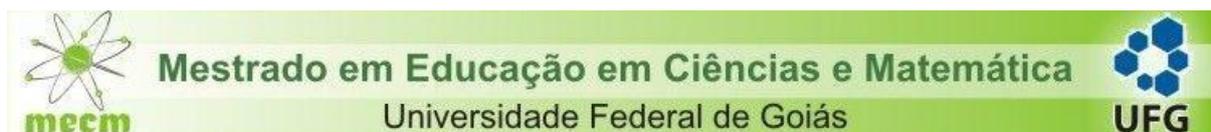
Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Assinatura do (a) autor (a)

Data: ____ / ____ / ____

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.



Carlos Antônio Pereira Júnior

Robótica Educacional Aplicada ao Ensino de Química: Colaboração e Aprendizagem

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção de título de Mestre em Educação de Ciências e matemática.

Orientador: Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

Goiânia
2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
GPT/BC/UFG**

P383r Pereira Júnior, Carlos Antônio.
Robótica educacional aplicada ao ensino de química
[manuscrito]: colaboração e aprendizagem / Carlos Antônio
Pereira Júnior. – 2014.
115 f. : il., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Márlon Herbert Flora Barbosa
Soares.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás,
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de
Ciências e Matemática, 2014.

Bibliografia.

1. Química – Estudo e ensino 2. Robótica educacional
3. Ensino de química – Atividades lúdicas. I. Título.

CDU 54: 004.9

Dedicatória

*Dedico este trabalho a meu pai Carlos
e minha mãe Márcia,
que sempre apoiaram, incentivaram e
investiram em minha formação.*

Agradecimentos

Ao meu pai Carlos Pereira e minha mãe Márcia Carvalho pela confiança, investimento e apoio em minha formação.

Ao amigo e orientador deste trabalho Prof. Dr. Márlon Soares que abriu as portas do Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas para que pudesse desenvolver esse mestrado com todo o apoio e estrutura necessária.

A Prof. Dr. Nyuara Mesquita por compor a banca e contribuir diretamente para o trabalho.

A Patrícia Teles, minha namorada, pelo carinho, companheirismo, apoio e dedicação, contribuindo também diretamente com a correção deste trabalho.

Aos meus amigos Hugo Oliveira, Pedro Assis, Carlos (Carlete) e Max Hernane e amigas Hágda Marinho e Mayara Resende por contribuírem diretamente através das discussões travadas nas mesas de boteco.

Ao meu amigo Vítor Almeida pelo companheirismo e também por ceder seu tempo e ambiente de trabalho para a condução da pesquisa que resultou nesta dissertação.

Aos colegas do grupo de robótica do LEQUAL por ajudarem no decorrer da pesquisa na montagem e aplicação do robô.

Aos colegas do LEQUAL e do Mestrado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Robô Unimate	9
Figura 2: Robô Shakey	10
Figura 3: Robô Hilare	11
Figura 4: Classificação para os robôs de acordo com Riascos (2010)	14
Figura 5: Kit Arduino	20
Figura 6: Ambiente de programação IDE	21
Figura 7: Kit Cyberbox	23
Figura 8: Ambiente de programação Logo	24
Figura 9: Kit Lego Mindstorms	25
Figura 10: Ambiente de programação RoboLab	26
Figura 11: Modelo em desenho produzido por aluno	65
Figura 12: Modelo em desenho produzido por aluno	66
Figura 13: Modelo em desenho produzido por aluno	67
Figura 14: Modelo em desenho produzido por aluno	69
Figura 15: Robô desenvolvido pelos alunos	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	55
Tabela 2	56
Tabela 3	57
Tabela 4	60
Tabela 5	60
Tabela 6	61
Tabela 7	80
Tabela 8	83

LISTA DE SIGLAS

ENPEC – Nono Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências

ENEQ – Décimo Sétimo Encontro Nacional de Ensino de Química

JALEQUIM – Primeiro Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas de Ensino de Química

LEQUAL – Laboratório de Ensino de Química e Atividades Lúdicas

MIT – Massachusetts Institute of Technology

NIED – Núcleo de Informática Aplicada a Educação

RCX – Robotic Command Explorer

UNICAMP – Universidade de Campinas

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos

SUMÁRIO

Introdução	1
1 Capítulo 1 – O que sabemos sobre os robôs	5
1.1 Histórico dos robôs e da robótica.....	6
1.1.1 Campo mitológico	6
1.1.2 A ficção e os robôs.....	8
1.1.3 A utilização dos robôs na indústria	9
1.2 Conceituação e Classificação para os robôs	10
1.2.1 Classificação de acordo com Martins (2006)	11
1.2.2 Classificação de acordo com Riascos (2010)	13
1.2.3 Classificação para os robôs do grupo de pesquisa LEQUAL.....	15
1.3 A robótica.....	15
1.4 Robótica pedagógica ou robótica educacional.....	17
1.5 Kits de robótica educacional.....	19
1.5.1 Arduino	19
1.5.2 Cyberbox	22
1.5.3 Lego Mindstorms	25
1.6 Robôs e as tecnologias da informação e comunicação.....	27
2 Capítulo 2 – Aprendizagem Colaborativa e Ludicidade	30
2.1 Inserindo a atividade em um contexto de colaboração	31
2.1.1 A diferenciação entre cooperação e colaboração.....	32
2.1.2 O estado colaborativo	33
2.1.3 O propósito da colaboração	34
2.1.4 Obrigações, regras e o processo da colaboração	34
2.2 Ampliando aspectos da colaboração	35
2.3 Ludicidade.....	37
2.3.1 Conceituação para atividade lúdica, jogo, brincadeira e brinquedo.....	37
2.3.2 Os jogos e as regras.....	40
2.3.3 O jogo educativo.....	42
2.4 Breve Revisão bibliográfica.....	43
3 Capítulo 3 – Método	48
3.1 Caracterização da pesquisa	49
3.2 Pesquisa qualitativa.....	49
3.3 Estudo de caso.....	50
3.4 Instrumentos de coleta de dados	52
3.5 Organização do trabalho de campo	53

3.6 Kit selecionado	54
3.7 Categorias de análise	55
4 Capítulo 4 – Análise dos resultados	58
4.1 Como os alunos concebem e entendem um robô.....	59
4.1.1 A produção de modelos e o conceito de robô	63
4.1.2 A importância do erro e sua relação com o conceito de robô	68
4.2. Aspectos lúdicos da atividade envolvendo a robótica pedagógica e a colaboração	71
4.2.1 Robótica pedagógica é atividade lúdica, jogo, brincadeira ou brinquedo?	79
4.2.2 Níveis de interação entre jogador, robô e o processo colaborativo.....	81
4.3 Construção do conhecimento químico através da utilização do robô e a colaboração	82
4.3.1 As dificuldades de manuseio do robô por parte dos alunos	83
4.3.2 A utilização do robô no processo de titulação e a colaboração.....	87
5 Capítulo 5 – Conclusões	93
Referências	98
Apêndice A	102
Apêndice B	102

Resumo

O presente trabalho visa detalhar uma experiência de utilização da robótica pedagógica no ensino de ciências, mais especificamente no ensino de química. O relato se inicia com aspectos históricos da robótica contemplando mitologia, ficção e indústria para entendermos de onde surge a ideia de robô, suas aplicações e o desenvolvimento do conceito de robô e robótica no decorrer da história. No segundo capítulo inserimos a atividade nos aspectos teóricos da atividade colaborativa, pois entende-se que a robótica pedagógica aplicada na sala de aula é melhor aproveitada quando se utiliza a estratégia de organização. Defende-se que a colaboração deve ser compreendida nesse contexto como estado e não como processo e que o trabalho cooperativo exerce grande influência na organização e andamento da atividade. No terceiro capítulo caracteriza-se a pesquisa de acordo com o método da pesquisa qualitativa e também no estudo de caso. Esclarece-se ainda os instrumentos de coletas de dados e a organização da pesquisa de campo, também apresentam-se aqui as categorias de análise. No capítulo seguinte detalha-se a análise dos dados a partir das categorias selecionadas. As categorias são: análise das concepções de robô, a dimensão lúdica da robótica pedagógica e a construção de conceitos sobre titulação utilizando o robô.

Palavras Chave: Robótica, robótica pedagógica, conceitos, ensino de química

Abstract

This work aims to detail an experience of use of educational robotics in science education, specifically in teaching chemistry. The story begins with the historical aspects of robotics contemplating mythology, fiction and industry to understand where the idea of the robot, its applications and the development of the concept of robot and robotics arises in the course of history. In the second chapter we insert activity on the theoretical aspects of collaborative activity, as we believe that educational robotics applied in the classroom is best enjoyed when using this strategy of organization. It is argued that collaboration should be understood in this context as a state and not as a process and collaborative work has great influence on the organization and progress of the activity. In the third chapter characterized the search according to the method of qualitative research and also in the case study. Still clarifies the instruments of data collection and organization of field research , it is also present here the analysis categories . The next chapter details the analysis of the data from the selected categories. The categories are: analysis of conceptions of robot, the playful dimension of educational robotics and building concepts titration using the robot.

Keywords: Robotics, educational robotics, concepts, teaching chemistry

Introdução

Em meu primeiro contato com a química, no decorrer da antiga oitava série, hoje chamada de nono ano, fiquei muito surpreso com a facilidade que tinha em compreender essa ciência em sua breve introdução naquele ano. Acabei me identificando e ali daria meus primeiros passos para a minha tomada de decisão no futuro. No ensino médio, as coisas desandaram, em meu primeiro ano tive sérias dificuldades com o conteúdo, muitas coisas estavam mudando em minha vida. Sempre conversava bastante com meus professores, e me lembro que todos eram satisfeitos e realizados com o que faziam. Mas sempre indicavam o mesmo problema, o baixo salário. Por outro lado, também diziam que, com esforço, era possível levar uma vida tranquila.

Já no segundo ano do ensino médio, me deparei com a famosa química orgânica. Famosa porque todos sempre tinham alguma história difícil e certo pavor dessa matéria. Mas como já era característico, dei-me bem na disciplina, e mais uma vez me deparei com muitos dizendo que era louco ou coisas desse tipo. A química orgânica restaurou aquela vontade que tinha de seguir a carreira de químico, e daí para frente não cogitei mais nenhuma mudança. Fiz o meu primeiro vestibular e já estava aprovado.

Já na universidade, com apenas 17 anos, deparei-me com um mundo totalmente diferente de tudo que já tinha vivido. Eram inúmeras responsabilidades. Eu deveria conduzir meus estudos e selecionar os livros em que ia estudar. É claro que os professores ajudavam, mas como todos nós éramos e ainda somos diferentes, cada um usava seu autor preferido. Acho que esse foi o maior choque. Ao fim do segundo período teríamos que escolher entre bacharelado e licenciatura. Sempre gostei muito de ensinar e compartilhar o que sabia com os outros. Foi daí que marquei a opção licenciatura, e daí por mais três anos estudaria as disciplinas da química e também as pedagógicas.

Os anos se passaram, tive algumas experiências em sala de aula através de estágios, sendo que um foi obrigatório e o outro não. Neste segundo, tive mais autonomia e conduzi uma turma de nono ano durante seis meses. Foi uma experiência muito gratificante, ali tive meus primeiros quatorze alunos e tentava com todo esforço com que compreendessem um pouco da ciência a que sempre me dediquei.

Outra experiência que mudou bastante minha trajetória foi a pesquisa. Ao fim do quinto período consegui um orientador e uma bolsa de pesquisa. Foi muito gratificante trabalhar e desenvolver conhecimento para as duas áreas com que mais me identifiquei ao longo da graduação, a educação e a química. Isso se refletiu na minha decisão de, ao formar, continuar meus estudos.

Já no mestrado, decidi me dedicar à pesquisa na área da robótica porque sei que existirá interesse por parte dos alunos para construir e manipular os robôs e claro, discutir ciência! Quero enfrentar o desafio de fazer da química, física, biologia e da matemática uma realidade mais próxima aos alunos. Construir uma imagem que esteja de acordo com sua importância e sua influência no contexto de todos nós.

Não busco que os alunos olhem para as disciplinas de ciências e as enxerguem através de preconceitos superficiais de que somente seres dotados de superinteligência são capazes de compreendê-la. Quero uma visão democrática, e quem sabe iniciar um processo de “confusão” que os levem a pensar no quanto é acessível e interessante o conhecimento científico e que isso pode significar profundas possibilidades de transformações em suas vidas. Outra questão relevante deste trabalho é buscar que os alunos cogitem a possibilidade de seguir carreira tanto de professor, quanto de pesquisador.

É notável que a robótica avançou e isso se torna mais perceptível quando olhamos a nossa volta e vemos a quantidade de robôs que nos auxiliam no dia a dia. Nesse sentido, a escola não pode simplesmente se manter à margem ou se abster desse processo, sendo natural que incorpore esses elementos de inovação para que se busque transformar as relações ensino e aprendizagem e até mesmo as relações sociais dentro de uma sala de aula. É aqui, então, que devemos acreditar que a robótica transformará a escola da mesma maneira que transforma a sociedade, e como professor, acredito na robótica como elemento transformador da escola e das relações que são estabelecidas ali dentro. Esse também é um fator que me fez acreditar no potencial dessa proposta.

As discussões que aqui são estabelecidas nos indicam o quanto a escola ainda é carente de debates em torno das tecnologias. O mestrado é, então, uma possibilidade para levar essa discussão para esse *locus*. Tal fator também foi muito importante quando resolvi integrar e construir um projeto de robótica, pois as

discussões que são realizadas nesse nível de estudo permitem o aprofundamento no tema, e, ao mesmo tempo, a busca em resgatar aquela parcela que é excluída dessa discussão, os alunos da escola pública. É nesse resgate que penso em investir ao máximo os recursos do mestrado, para contribuir na profissão de professor e pesquisador, e a robótica é peça chave nessa construção, que me permitirá integrar esses jovens na atual sociedade das tecnologias da informação e comunicação.

Assim, a presente pesquisa tem como perguntas a serem respondidas: como os alunos concebem os robôs? Será possível que, através da robótica pedagógica e do trabalho colaborativo, os alunos compreendam conceitos químicos? A robótica pedagógica uma proposta de atividade lúdica, um jogo, uma brincadeira ou um brinquedo?

Por fim, a partir dessas perguntas, traçamos os seguintes objetivos a serem alcançados no decorrer da pesquisa:

- ➔ Identificar e discutir o conceito de robótica que os alunos conhecem.
- ➔ Apresentar novos conceitos de robótica para que os alunos entendam a importância que essas máquinas desempenham na sociedade.
- ➔ Conceituar a robótica pedagógica como atividade lúdica, jogo ou brinquedo.
- ➔ Construir um robô juntamente com os alunos, através de processos de colaboração, aliado a um conceito químico. A ideia é tentar identificar se a robótica pedagógica contribui para uma aprendizagem diferenciada no contexto da sala de aula do conceito de titulação.

Tais objetivos irão delinear nosso trabalho, de modo que no capítulo um serão articulados aspectos sobre os robôs, com enfoque na história dos robôs, contemplando aspectos míticos, fictícios e aplicações industriais. Também haverá discussão sobre os conceitos de robô, permeando as gerações de protótipos de acordo com seu desenvolvimento histórico, além de discutir sobre robótica pedagógica.

No capítulo dois, buscaremos entender os aspectos da aprendizagem colaborativa, que juntamente com o conceito de robô e titulação (ensino de química),

são empregados para analisar o trabalho e que investiga as proposições, dificuldades e articulações do trabalho em grupo quando estão interligados a robótica e a relação ensino e aprendizagem em química.

A terceira parte (capítulo três) abará o método, situando onde foi feito o trabalho, com qual público e quais as estratégias utilizadas. Em relação ao método, serão descritas características da pesquisa qualitativa e o enquadramento da como estudo de caso.

Por fim, como fechamento do trabalho no capítulo quatro, serão apresentados os resultados da pesquisa, articulado com os referenciais da aprendizagem colaborativa. Foram selecionadas três categorias de análise que serão descritas detalhadamente também no método. E ainda contaremos com as considerações finais, onde serão apontados em que termos atingimos os objetivos do trabalho e respondemos as perguntas de pesquisa.

Capítulo 1



calvin
and
HOBBS
by MORTENSON



O QUE SABEMOS SOBRE OS ROBÔS!

1. CAPÍTULO 1 – O QUE SABEMOS SOBRE OS ROBÔS!

Quando se trata dos robôs e da robótica no contexto brasileiro, pouco se sabe ou se tem registrado acerca dessas máquinas que estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia. Destacamos o que os conceitos ainda não estão definidos claramente e também a pequena quantidade em números de trabalhos e pesquisas sendo realizadas no país. Alguns grupos projetam e criam robôs com intuito de ensinar algum conceito científico, como por exemplo, os grupos da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), respectivamente com os trabalhos de Souza (2014) e Miranda, Sampaio e Borges (2004 e 2010), os quais buscam implementar robótica pedagógica de baixo custo nas escolas brasileiras. Outro destaque vem da Universidade de Campinas (UNICAMP) com o NIED que, de acordo com Ramos et al (2007), tem difundindo o uso de robótica pedagógica em escolas e empresas, enfatizando que objetivos edu

acionais bem claros devem alicerçar uma atividade de robótica pedagógica.

Considerando que a robótica está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, é natural que se inicie um processo de inserção no ambiente escolar, visto que a robótica desperta o interesse dos alunos, facilitando a relação entre os próprios que trabalham em grupo e ainda aproximando-os do professor, que passa a orientar os alunos de forma mais próxima, permitindo uma troca de experiências mais efetiva entre esses integrantes do processo educativo. Mas como os robôs e a robótica alcançaram esse estágio de avanço em meio às diferentes culturas no mundo todo? Podemos responder através de um breve histórico que virá na sequência.

1.1 Histórico dos robôs e da robótica

1.1.1 O campo mitológico

Baseando-se na literatura de Santos (2010), Giralt (1997), Silva (2009) e Martins (2006), os robôs sempre estiveram no imaginário das pessoas na história da

humanidade, figurando como agentes influenciadores na vida social, política e tecnológica, em especial nos campos mitológico, fictício, industrial e científico. O estudo da mitologia Grega, Egípcia e Judaica pode nos indicar os primórdios de uma ciência que, na atual sociedade da tecnologia da informação e comunicação, é peça fundamental. Como os conceitos de robô e robótica surgiram afinal? Essa pergunta pode ser respondida através do estudo dos mitos, destacando-se que não se compreendia nenhum desses conceitos nos referidos períodos da História. Logo, entendemos que a ideia dos autômatos é antiga, passando pela literatura, cinema e teatro do século XX para, por fim, alcançar o auge na aplicação da inteligência artificial em que os protótipos são capazes de se auto programar enquanto interagem com o ambiente (Santos, 2011).

Na mitologia, observam-se três casos de referências a robôs: o primeiro vem do Egito antigo, em que Sacerdotes se dedicaram a construir braços mecânicos com movimentos limitados em estátuas de deuses, como forma de se inspirarem e impressionarem a população local.

Já na mitologia grega, Cadmo, fundador de Tebas, a mando de seu pai, saiu em uma jornada, acompanhado de sua mãe Teléfassa para resgatar sua irmã Europa, que havia sido raptada por Zeus. Durante a jornada, sua mãe falece, motivo pelo qual Cadmo resolve procurar o oráculo de Delfos, que sugere a fundação de uma cidade no local onde uma vaca caísse de cansaço. No caminho para obter água de uma fonte, o herói teve de matar a pedradas um dragão que guardava um bosque sagrado. Logo depois, a conselho de Atena, sugere então a Cadmo a semeadura dos dentes do dragão, sendo que, para cada dente, surge um soldado artificial totalmente equipado e de aspecto ameaçador (Silva, 2009).

O terceiro caso vem dos povos judaicos, com a criação do Golem, um humanoide feito de barro e água que ganha vida através de um sopro e que tem como objetivo proteger seu criador. Essa estória ainda inspirou a criação de diversos outros personagens tratados como “artificiais”, como o *Homunculus*, na alquimia, e o Frankenstein, da obra de Mary Shelley. Observa-se, ainda, que no hebraico a palavra Golem é uma derivação da palavra Gelem, que significa matéria-prima, lembrando o caráter artificial desse personagem (Silva, 2009).

1.1.2 A ficção e os robôs

O campo fictício é o que mais reflete no pensamento popular em relação ao que seja ou não um robô. De acordo com Girault (1997) desde o escritor e teatrólogo, Karel Kapek, inúmeros escritores e cineastas buscam inspirações nos protótipos robóticos para compor suas narrativas, enredos e roteiros. Com isso, muito do que conhecemos em nomenclatura nessa área é uma herança desses que dedicaram sua arte a tal tema. O próprio Karel Kapek é o criador da palavra robô, que em tcheco significa trabalhador forçado. Em sua obra “Robôs Universais de Rossum”, Kapek conta a história de dois personagens, pai e filho, sendo o pai um cientista que desenvolve um robô que auxilia nas tarefas domésticas e no cuidado com o filho. A história ainda nos revela em seu final que o robô se torna autônomo e se rebela contra seu criador.

O escritor russo-americano Isaac Asimov é outro que dedicou grande parte de sua vida a escrever sobre ficção científica e, claro, robôs. É de sua autoria a primeira utilização da palavra robótica, na obra “Runaround”, na tentativa de designar um grupo de cientistas dedicados a planejar, pesquisar, desenvolver, aperfeiçoar e construir robôs, que já estão por todas as partes no futuro imaginado pelo escritor.

Os robôs também frequentam as telas e frequentemente estão em cartaz nos cinemas de todo o mundo. Citamos os filmes: *2001 Uma Odisseia no Espaço* (1968); *Blade Runner: o caçador de andróides* (1983) a série de seis filmes *Star Wars* (1977 – 2008); a trilogia *Matrix* (1999 - 2004): todos retratam uma possível ameaça das máquinas aos seres humanos que as criaram. Em *A. I. Inteligência Artificial* (2001), *Homem Bicentenário* (1999) e os mais recentes da trilogia *Transformers* (2007 – 2011), por outro lado, as máquinas com inteligência avançada buscam se tornarem humanas. Ainda é possível notar uma quantidade de desenhos animados que utilizam robôs em seus contos, como as séries da Marvel e alguns animes japoneses, dentre eles Pokémon, Medabots, Digimon, Gundan entre outros (Martins, 2006).

1.1.3 A utilização dos robôs na indústria

Quando consideramos a utilização dos robôs na indústria, logo pensamos naqueles braços mecânicos capazes de montar e desmontar, ou mesmo movimentar peças de um lado para outro, pois isso é o que vemos nos meios de comunicação ou mesmo quando vamos às fabricas. Conforme afirma Girault (1997), desde o surgimento e aplicação dos robôs na indústria até os dias atuais não se observaram muitas mudanças, em razão da tendência de seguir o padrão dos robôs manipuladores, que já se tornaram sinônimos dos robôs industriais.

De acordo com Giralt (1997), o primeiro robô produzido para auxiliar as atividades dentro das indústrias foi o robô *Unimate* (figura 1), no ano de 1961. Consistia de um braço mecânico programado para realizar movimentos limitados e auxiliar na montagem de veículos, sendo o primeiro robô manipulador e assistente. Responsável por abrir o campo da robótica para aplicação na indústria, foi idealizado pelo engenheiro estadunidense J. Engelberger.



Figura 1: robô Unimate.

(fonte: <http://esabot.blogspot.com.br/2011/07/historia-da-robotica-seculo-xx-2a-parte.html>)

Ao final dos anos 1960, o grupo do cientista Nils J. Nilson, do Stanford Research Institute, trabalhou com inteligência artificial, criando o primeiro robô móvel, Shakey (figura 2), que era auxiliado por sensores em sua carenagem, os quais identificavam os obstáculos em seu trajeto. Também foi o primeiro robô autônomo produzido no mundo.



Figura 2: robô Shakey

(Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Shakey>)

O laboratório de Automática e Análise de Sistemas dos Estados Unidos, em 1977, retoma o projeto *Hilare* (figura 3), que aprofundou as pesquisas sobre o robô e sua interação com o ambiente natural, sendo que a partir dele surgiram possibilidades de aplicações em segurança civil, exploração de planetas e transbordo de cargas em portos e aeroportos.



Figura 3: robô Hilare

(Fonte: <http://homepages.laas.fr/matthieu/robots/hilare.shtml>)

1.2 Conceituação e classificação dos robôs

A conceituação de robô é ampla e designa diferentes pensamentos acerca do que sejam. Essa amplitude conceitual vem sendo modificada no decorrer do tempo, na medida que os robôs avançam tecnologicamente, notamos que o conceito vai sofrendo variações importantes. Maisonette (2002) destaca uma variação de

máquinas que podem ser consideradas como robôs como podemos perceber na citação abaixo.

“Na engenharia temos os robôs que mergulham a grandes profundidades para auxiliar em reparos nas plataformas de petróleo; na medicina, os robôs já auxiliam as cirurgias de alto risco. Outras aplicações podem ser menos percebidas, você sabia que a impressora do seu computador é um robô?” (MAISONETTE, 2002, pg. 1).

Para nos auxiliar no delineamento do que seja o robô, Steffen (2002, pg. 15) aponta que “robôs são equipamentos e mecanismos destinados a realizar uma determinada tarefa, baseando-se na hidráulica, cinemática, automação industrial, informática e inteligência artificial”. Na junção desses dois conceitos entendemos que o robô é uma entidade mecânica que é construído e utilizado pelos homens para auxiliar em tarefas do cotidiano. Ullrich (1987), complementa o conceito de robô quando afirma que o robô é:

“Um equipamento multifuncional e reprogramável, projetado para movimentar materiais, peças, ferramentas ou dispositivos especializados através de movimentos variáveis e programados, para a execução de uma infinidade de tarefas” (ULLRICH, 1987, p.5)

Nesta segunda definição destacam-se os termos: multifuncional e reprogramável significando que, além de auxiliar os humanos, os robôs são projetados para realizar um número ilimitado de tarefas.

1.2.1 Classificação de acordo com Martins (2006)

De acordo com Martins (2006) é importante caracterizar e classificar os protótipos para que assim seja possível distingui-los, por exemplo, o autor categoriza robôs em unidades ou mesmo em “família de robôs”. Sendo que:

“Essa não é uma questão tão simples, pois os robôs, além de não possuírem tamanhos padronizados, também não executam

ações uniformes nem tem uma única arquitetura. Para nortear o estabelecimento de classes de robôs, no entanto, os roboticistas estão tentando empregar alguns critérios, como: 1) a geração ou a tecnologia da época de fabricação; 2) a capacidade de ação no processo produtivo; 3) os tipos de movimentos permitidos pelo robô (os graus de liberdade); e 4) o método de instruir o robô (a programação).” (Martins, 2006, pg. 28)

A utilização desses critérios culminou na classificação dos robôs em gerações. A primeira geração é caracterizada pela ausência total de sensores ou meios de percepção do que há de externo ao robô. Esses são limitados a poucos movimentos e são utilizados em sua maioria em casos ou operações do tipo pega coloca (*pick and place*). Eles são utilizados também em atividades simples de movimentos de peças de um local para outro. Outra característica relevante dessa geração é a possibilidade de execução de tarefas repetitivas, principalmente dentro de indústrias automotivas, como a montagem de portas em veículos ou mesmo ações precisas como pintura da carenagem.

A segunda geração é caracterizada por elementos sensoriais relativamente mais desenvolvidos. Nesse caso, os robôs são utilizados largamente em indústrias automobilísticas, principalmente em pinturas de veículos. Assim ele não só conhece uma trajetória adequada, como também cada modelo de carro e ainda os gestos de um operário pintor.

Para a terceira geração de robôs observa-se um avançado sistema sensorial que possibilita maior autonomia e agilidade na execução de determinadas tarefas, embora sua interação com o mundo ainda seja limitada. Geralmente apresentam um computador acoplado que se utiliza de linguagens especiais, como a linguagem Val, C++, Logo, entre outras. Outra característica essencial dos robôs dessa geração é seu tamanho reduzido.

A quarta e última geração citada por Martins (2006) se refere ao que conhecemos de robôs atualmente e é caracterizada por multiplicidade de esforços. Nesse caso não relativo a mobilidade, mas em consonância com a concepção de inteligência artificial. Aqui a grande meta daqueles que constroem os robôs é alcançar um parâmetro próximo ao de consciência, com capacidade avançada de

percepção do mundo. No estágio da quarta geração, os robôs são capazes de aprender e tirar lições na medida em que vão interagindo com o mundo. Destaca-se ainda a aplicação da autoprogramação, na qual não mais é necessário que o operador insira uma nova programação a medida que a máquina executa uma nova tarefa.

Um dos grandes méritos dessa geração é a possibilidade de interação entre o robô e um humano. Os robôs são programados para falar, ler e ouvir. Ainda há sérias limitações, pois uma frase contínua, por exemplo, pode trazer problemas para o robô, já que contém ruídos, a pronúncia varia de pessoa para pessoa e pode mesmo variar com o tempo para um mesmo indivíduo. No caso da leitura os robôs conseguem executar essa ação com ressalvas. Em casos de caracteres impressos ou digitados ele pode se sair bem, mas em um manuscrito pode ser completamente analfabeto.

É importante deixar claro aqui que robôs de gerações anteriores ainda são construídos diariamente, ou seja, a questão da evolução das gerações não exclui a possibilidade de ainda utilizarmos com frequência robôs de gerações antigas. Depende muito do interesse de quem vai construir o robô e do quanto está disposto a gastar, visto que nos robôs da quarta geração o custo para construção, operação e manutenção é elevado, enquanto que nos robôs da primeira geração, por serem mais simples, são mais baratos e de fácil manuseio.

1.2.2 Classificação de acordo com Riascos (2010)

Robôs podem também ser classificados utilizando outros critérios tais como: autonomia do sistema de controle, mobilidade da base, estrutura cinemática e o espaço de trabalho. Riascos (2010) ainda complementa que essa classificação é mais detalhada e que vai aprofundando na medida em que se analisam esses grupos descritos anteriormente. Para facilitar o entendimento da classificação descrita pelo autor temos a Figura 4 a seguir.

Sistema de controle	Mobilidade da base	Estrutura Cinemática	Espaço de trabalho
Equipamentos teleoperados	<ul style="list-style-type: none"> Veículo teleoperado Manipulador teleop. 		
Robôs	Móveis	<ul style="list-style-type: none"> Aquáticos Aéreos Terrestres 	<ul style="list-style-type: none"> Submarinos Marinos Pernas Rodas
	Fixos	<ul style="list-style-type: none"> Paralelos Série 	<ul style="list-style-type: none"> 3 - 6 GdL Cartesiano Cilíndrico Esférico Articulado SCARA

Figura 4: classificação para os robôs de acordo com Riascos (2010)
 (Fonte: <http://pgene.ufabc.edu.br/conteudo/ensino/disciplinas/Robotica/FundamentosRobotica.html>)

A descrição inicial do autor é a classificação segundo a autonomia do sistema de controle, dentro da qual existem duas subcategorias: os equipamentos teleoperados e os robôs. Os primeiros implicam que um operador humano controla cada um dos seus atuadores, também chamados graus de liberdade, podendo ainda ser um Manipulador Teleoperado ou um Veículo Teleoperado, como explicitado na figura 4. O autor indica que esses sistemas não são classificados como robôs, que são descritos como programáveis por meio de um sistema de controle, autônomo para realizar uma tarefa e dotado de graus de liberdade para movimentar peças ou ferramentas (RIASCOS, 2010).

O segundo critério está justamente relacionado ao grau de mobilidade da base em que temos os robôs móveis e os robôs fixos. O primeiro grupo é caracterizado por conter robôs que se locomovem no espaço identificando os obstáculos, que tem como Estrutura Cinemática rodas, pernas, hélices ou asas e seus Espaços de Trabalho são os movimentos tanto na água, terra ou ar. Os fixos

contam com uma estrutura cinemática chamada de Paralelas, e classificados a partir do número de graus de liberdade (GdL) que podem ser de 3 a 6. Ou ainda Seriais que podem ser: cartesiano, cilíndrico, esférico e articulado.

1.2.3 Classificação para os robôs do grupo de pesquisa LEQUAL.

Para o grupo do Laboratório de Educação Química e Atividades Lúdicas (LEQUAL), localizado na Universidade Federal de Goiás (UFG), os robôs são classificados em três categorias. A primeira categoria comporta os robôs imóveis. Como a própria classificação indica, são robôs que não contêm nenhum suporte para se locomover em espaços determinados. Esse tipo de robô executa suas funções fixado em base rígida que lhe confere o suporte necessário para realização de seu determinado trabalho.

A segunda categoria em que são classificados os robôs são os móveis, os quais contêm peças exclusivas como rodas ou esteiras que lhe possibilitam movimentos limitados de acordo com sua programação. Esses robôs também podem conter sensores que possibilitarão que identifiquem obstáculos em seu trajeto, facilitando seu deslocamento em locais de difícil acesso para tais máquinas.

A terceira e última categoria, trata dos simuladores estáticos. Nessa categoria os robôs simulam fenômenos naturais ou construídos. Geralmente são pequenas maquetes (por isso estático) que simulam, por exemplo, o movimento dos planetas em torno do sol, o trânsito em uma cidade, ou mesmo, cata-ventos utilizados na produção de energia eólica.

1.3 A robótica

A palavra “robótica” foi criada e disseminada em primeiro lugar pelo bioquímico e escritor Isaac Asimov em seu conto “Runaround” publicado em 1942. A este seguiram-se outras histórias reunidas no livro “Eu Robô!”, que tentam livrar os robôs da responsabilidade dos desastres que cercam a humanidade e que apostam na robótica como uma ciência que surge para melhorar a relação do homem com o mundo. Asimov (ASIMOV, 2010) até criou o termo “complexo de Frankstein” para fazer relação do medo dos homens em relação as máquinas, aspecto amplamente

combatido pelo autor em seus livros. É dessa luta que Asimov propõe um conjunto de quatro leis para a Robótica, sendo a lei zero posteriormente criada.

- **Lei zero:** Um robô não pode prejudicar a humanidade ou através da ausência de ação permitir que ela seja prejudicada.
- **Lei um:** Um robô não pode prejudicar um ser humano ou através da ausência de ação permitir que ele seja prejudicado, a não ser que neste caso a lei zero seja violada.
- **Lei dois:** Um robô deve obedecer a ordens dadas por seres humanos, a não ser quando estas violem a lei um.
- **Lei três:** Um robô deve proteger a sua existência desde que esta proteção não entre em conflito com as leis anteriores (ASIMOV, 2010).

Entretanto, a robótica não é ficção. De acordo com Silva (2009, pg. 27), é uma ciência em expansão, que envolve várias áreas do conhecimento, como eletrônica, física, hidráulica, programação, informática, química, biologia entre outras disciplinas. Portanto, ainda de acordo com a autora, a robótica é “ciência ou estudo da tecnologia associado com o projeto, fabricação, teoria e aplicação dos robôs”. Também pode ser concebida como campo de conhecimento que trata de planejar, construir e funcionar robôs, ou seja, a robótica é a ciência que pensa e constrói os robôs. Uma segunda visão é apresentada por Maisonette (2002) que conceitua a robótica como:

“O controle de mecanismos eletroeletrônicos através de um computador, transformando-o em uma máquina capaz de interagir com o meio ambiente e executar ações definidas por um programa criado pelo programador a partir dessas interações” (MAISONETTE, 2002)

Do conceito de Maisonette (2002) destacamos a computação, que trata de sistemas compostos por partes mecânicas automáticas ou controladas por circuitos integrados. Há ainda uma terceira visão apresentada por Girault (1997), em que robótica pode ser considerada como disciplina em expansão, que representa hoje

uma realidade socioeconômica e encontra-se numa encruzilhada que confronta três propósitos. 1) **desafio científico**, que trata dos métodos e ferramentas gerais para que a comunidade científica da robótica tenha elementos teóricos que fundamentem seus posicionamentos. 2) **impacto social e econômico**, que compõem as modificações nas condições de trabalho e abrem novos campos de aplicação. 3) **mito do robô androide**, já que no imaginário popular o robô é sempre visto como uma *alter ego*, bom ou maléfico, salvador ou destruidor, consciente, enquanto que não passam de simples autômatos.

Para ampliar a conceituação de robótica, apresentamos a contribuição de Martins (2006, pg. 12) que destaca a robótica como “ciência dos sistemas que interagem com o mundo real, com pouca ou mesmo nenhuma intervenção humana”. Nesse conceito é possível integrar aqueles produtos que são gerados pela mecatrônica, uma vez que sua inteligência se concretiza na relação com o ambiente. O autor desataca, por exemplo, um termostato, que interage com o mundo real, possuindo inteligência sensorial em relação a temperatura de seu meio. Sendo assim, o aparelho possui então um certo grau de “consciência” que funciona perfeitamente como um dispositivo autômato.

1.4 Robótica pedagógica ou robótica educacional

Robótica Educacional é caracterizada por um ambiente de aprendizagem que utiliza robôs com o intuito de construir determinados conhecimentos. Para Schons et al. (2004), a robótica pedagógica

“Constitui nova ferramenta que se encontra à disposição do professor, por meio da qual é possível demonstrar na prática muitos dos conceitos teóricos, às vezes de difícil compreensão, motivando tanto o professor como principalmente o aluno”.
(Shons et al., 2004, pg. 5)

Zilli (2004) aponta que a robótica educacional pode desenvolver competências no indivíduo como: raciocínio lógico, relações inter e intrapessoais, representação e comunicação de ideias, habilidades manuais e estéticas, formulação e teste de hipóteses, resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, criatividade em

diferentes situações e capacidade crítica. Assim, nas palavras de Zilli (2004)

“Conforme os objetivos almejados, varia-se o modo de aplicação da robótica educacional: desde o estabelecimento prévio dos passos para a confecção de um modelo, o que sugere que já se saiba exatamente o produto final, até a confecção de projetos livres pelo educando, que poderá construir o dispositivo de acordo com suas ideias.” (Zilli, 2004, pg. 40)

A robótica educacional vem abrindo espaço para um trabalho diferenciado em sala de aula e se tornando um campo de pesquisa rico e amplo. Segundo Maisonette (2002), o aluno passa a construir seu conhecimento através de suas próprias observações e aquilo que é aprendido pelo esforço próprio do sujeito tem muito mais significado para ele e se adapta às suas estruturas mentais. O mesmo autor afirma que a utilização da robótica na educação veio, a princípio, expandir o ambiente de aprendizagem. Esse novo recurso permite que haja a integração de diversas disciplinas e a simulação de alguns procedimentos científicos básicos, pois o aluno formula uma hipótese, um problema a ser resolvido, implementa, testa, observa e faz as devidas alterações para que o seu “robô” funcione de forma adequada.

Martins (2006) afirma que a robótica educativa trata

“[...] da descrição de um conjunto de recursos robóticos que apela para a popularidade de robôs que reagem a movimentos precisos, ruídos e cores, noção de distância, tudo isso sendo usado como facilidades para a inclusão digital e para a educação tecnológica, em um mundo controlado pelos computadores” (Martins, 2006, p.7).

Esse conceito apontado pelo autor difere dos outros citados anteriormente, pois Martins (2006) tem uma concepção mais técnica, complementando o conceito de robótica pedagógica e tornando possível a articulação entre teoria e prática, pensamento e técnica.

Há variados trabalhos que propõem kits de baixo custo para implantação de robótica nas escolas brasileiras. Através de uma breve busca na rede foram encontrados relatos que detalham o uso desses kits como, por exemplo, os de

Miranda, Sampaio e Borges (2007) e Miranda, Sampaio e Borges (2010). Em seu trabalho do ano de 2010, construíram uma tabela comparativa de preços entre os kits de robótica disponíveis no mercado e, por fim, detalharam sobre a produção do kit RoboFácil, que é considerado *hardware* de baixo custo e fácil para ser utilizado nas escolas. O do ano de 2007 versa sobre uma programação simplificada no software ProgrameFácil, que facilita a interação entre os alunos e o robô construído.

Por último o conceito de robótica pedagógica abordado por Miranda *et al* (2007):

“A robótica educacional é uma atividade desafiadora e lúdica, que utiliza o esforço do educando na criação de soluções, sejam essas compostas por *hardware* e/ou *software*, visando a resolução de um problema proposto – podendo o mesmo ser real. (Miranda et al, 2007, pg. 2)

Destacamos aqui o ludismo da atividade de robótica pedagógica, que implica num prazer e divertimento enquanto se constrói ou manuseia os autômatos e sua relação com o objetivo de solucionar problemas, sendo reais ou não. Ou seja, é possível que os alunos construam conhecimento a partir da solução de um problema e que ao mesmo tempo estejam praticando uma atividade prazerosa, removendo assim o caráter sério do ambiente escolar (Soares, 2013), que em situações cotidianas desestimula e não favorece a relação ensino e aprendizagem.

1.5 Kits de robótica educacional

Existem variados kits de robótica no mercado, todos podem ser aplicados na educação com o intuito de se ensinar algum conceito. Os mais populares são: o kit Arduino, Cyberbox e Lego Mindstorms. Descreveremos algumas características desses kits para melhor entendimento da proposta de robótica pedagógica.

1.5.1 Arduino

O kit Arduino possibilita uma gama variada de trabalhos devido ao valor comercial acessível, o que facilita sua utilização na escola que conta com poucos recursos para desenvolvimento de projetos alternativos.

O Arduino foi criado pelos desenvolvedores Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Foi lançado na Itália no ano de 2005, na cidade de Ivrea. Seu sucesso foi reconhecido com o prêmio na categoria Comunidade Digital pela Prix Arts Electronics do ano de 2006. A plataforma é composta por hardware e software, todos em conceito *open source*, onde a comunidade é aberta para reproduzir e criar livremente, aproveitando todos os recursos da plataforma, sendo que a única proteção que existe em relação a direitos autorais está sobre o nome. O hardware é composto por entradas de alimentação externa tanto em usb quanto por fonte, podendo variar de 5 a 20 volts (V). Conta com processador Atmel AVR de 8 bits. Na Figura 5 temos o Arduino Uno na palma da mão de uma pessoa.

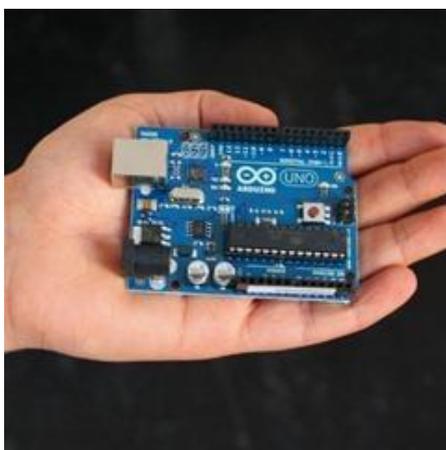
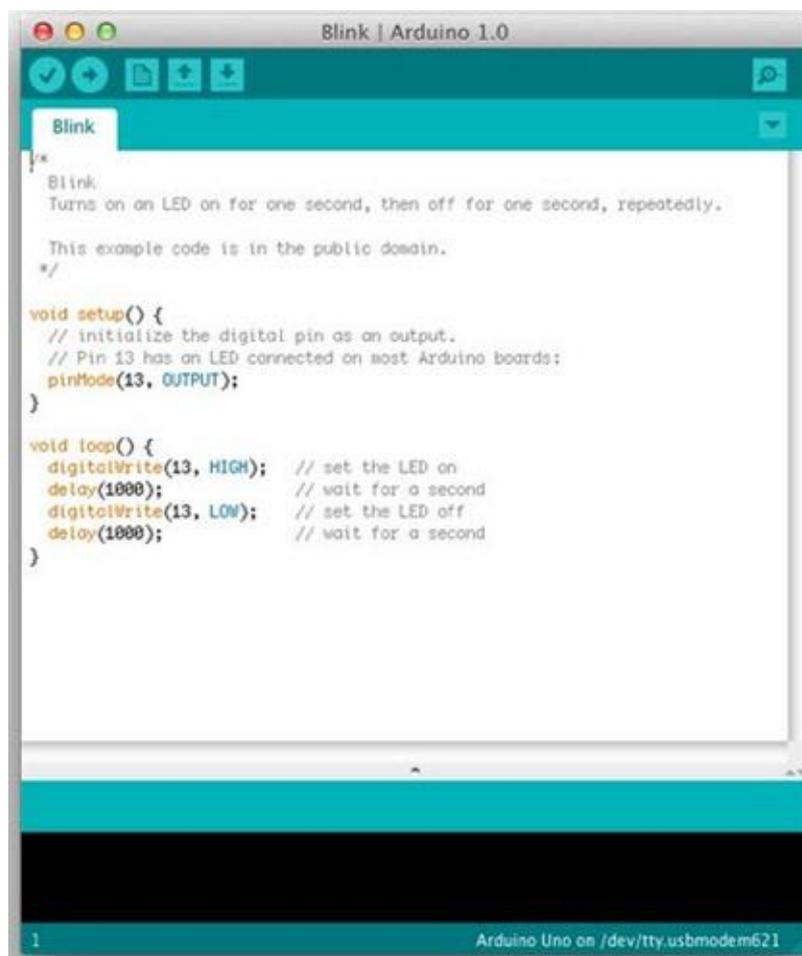


Figura 5: arduino uno
(fonte: <http://gutomelo.com/2011/06/21/matlab-arduino/>)

A placa conta ainda com 14 pinos digitais, sendo que 6 podem produzir sinais MLP, além de 6 entradas analógicas, esses números podem variar de acordo com a placa que se utiliza (Uno, Mega, etc).

O ambiente de programação (IDE), que é gratuito e pode ser baixado no site da empresa, é utilizado para escrever a programação que controlará o robô. Chamado de Arduino IDE, é uma multiplataforma escrita em java derivado dos projetos *Processing* e *Wiring*. A programação é realizada em C/C++, o que permite criar com facilidade operações de entrada e saída de comandos do computador para

a placa e da placa para o robô. O programa é acessível para os sistemas operacionais Microsoft Windows, Linux e Apple Mac OS X.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The window title is "Blink | Arduino 1.0". The main editor area contains the following code:

```
/*  
 * Blink  
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.  
 *  
 * This example code is in the public domain.  
 */  
  
void setup() {  
  // initialize the digital pin as an output.  
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on  
  delay(1000);           // wait for a second  
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off  
  delay(1000);           // wait for a second  
}
```

The status bar at the bottom indicates "1" on the left and "Arduino Uno on /dev/tty.usbmodem621" on the right.

Figura 6: ambiente de programação IDE.
(fonte: autor)

No ambiente de programação do Arduino (figura 6) podemos destacar alguns itens para tentar explicar como funciona a programação. Seguindo a figura 6 observamos que se trata da programação *Blink* que é a mais simples possível e serve para o acionamento do led número 13 que pertence a própria placa. O primeiro comando que aparece na imagem é “/*” que serve para comentar algo sobre a programação. Nesse caso o programa desconsidera todas as linhas escritas, ou seja, tudo que é escrito entre os códigos “/*” e “*/” não faz parte da programação. Também destacamos a presença das chaves “{” e “}” que indicam quando começam e terminam os textos de comando.

Notamos então há uma separação em blocos no ambiente, que podem ser observados através das descrições *void setup* que é a primeira função que é executada somente uma vez e serve como preparação do Arduino, ditando o comportamento dos pinos e inicializando a porta serial e *void loop* que significa que a função digitada é repetidamente executada. Há ainda um segundo comando de comentário "//", tudo que é digitado após esse comando é desconsiderado na programação, vale ressaltar que nesse caso é a linha de digitação e não mais o texto como foi destacado no primeiro comando de comentário citado.

As constantes e as variáveis também são imprescindíveis na programação em C. Temos então HIGH/LOW e INPUT/OUTPUT para nos auxiliar no controle da tensão nos pinos digitais do arduino e para comando dos componentes de entrada (sensores) e saída (controles) que podem ser conectados a placa.

Por fim destacamos as funções *pinMode*, *digitalWrite* e *delay* que também aparecem na figura 5. A primeira estabelece a direção do fluxo de informações, indicando qual pino (o arduino conta com 14) e se será de entrada ou saída, como notamos no comando `pinMode(13, OUTPUT)`; a segunda é utilizada para enviar um nível lógico para qualquer pino digital, no caso é utilizado para liberar uma tensão de 5 volts para o pino 13 como é indicado no comando `digitalWrite(13, HIGH)`; e o terceiro que é o comando *delay* que é uma função de tempo que serve para pausar o programa por um determinado período de tempo, no caso o comando é `delay(1000)` e indica uma parada de 1 segundo no funcionamento de todas as funções descritas na programação (ARDUINO, 2014).

1.5.2 Cyberbox

O *Cyberbox* é uma interface para robótica educacional que contém todo o hardware necessário para controlar dispositivos eletrônicos de baixa potência ou mesmo efetuar a leitura de sinais digitais e analógicos. Internamente, o *Cyberbox* é controlado por um PIC, que mantém diversas saídas de potência onde podem ser conectados dispositivos que funcionam com 12 V. Essas saídas de potência são constituídas por transistores que suportam correntes na faixa de 3 Amperes (A),

porém são limitados a 1 A por questões de segurança. Com isso pode-se controlar Motor de passo, motor comum pequeno, lâmpadas de baixa potência, LEDs, entre outros objetos eletrônicos que funcionam com a tensão de 12 V (ANTUNES e CRUZ, 2010, pg. 8).

O kit não funciona de forma autônoma, isto é, ele precisa estar conectado a um computador para receber a programação e então executar uma operação associada ao comando desejado. Alguns exemplos de programas educacionais que são compatíveis com o Cyberbox são: Imagine, Everest, Superlogo ou MicroMundos, todos os citados utilizam da linguagem Logo como base.



Figura 7: kit Cyberbox
(Fonte: <http://leonardochavesd.wordpress.com/2010/05/>)

A linguagem LOGO foi criada por Papert no Massachusetts Institute of Technology (MIT) com o intuito de integrar a informática e o ambiente de programação às escolas. Consiste basicamente em uma tartaruga que se movimenta de acordo com os comandos que são oferecidos na tela de ambiente de trabalho. Os comandos são simples, como frente, direita e esquerda. Papert pensou nessa questão para facilitar o acesso a crianças, já que um de seus ideais era implantar computadores nas escolas e melhorar a relação ensino e aprendizagem, além do que geralmente os ambientes de programação são complexos e de difícil entendimento (SANTOS, 2010, pg. 17).

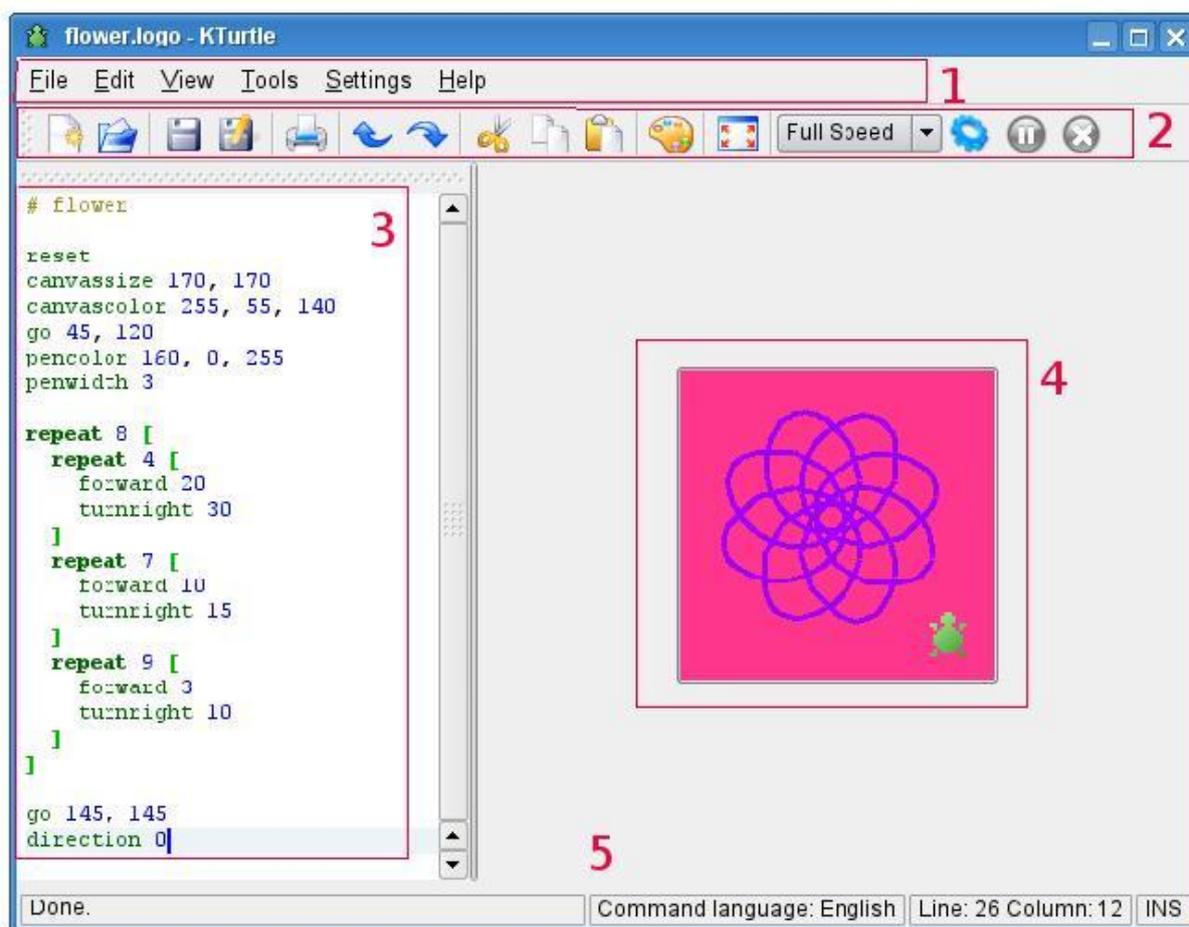


Figura 8: ambiente de programação Logo.

(Fonte: <http://oficinadologo.blogspot.com.br/2011/04/linguagem-de-programacao-logo-kturtle.html>)

A janela principal do *Kturtle* (um dos programas que possibilitam a programação em Logo) é apresentada na figura 8. O software apresenta o menu (1) onde todas as ações podem ser acessadas; a barra de ferramentas (2) permite selecionar as ações mais utilizadas, como salvar, copiar, recortar, colar, iniciar e pausar a programação; o editor de código (3), onde se escreve os comandos da programação; a área de desenho (4), que é o espaço onde as instruções são visualizadas através do movimento da tartaruga e a barra de estado (5) onde você irá encontrar algumas informações sobre o estado do Kturtle.

Os primeiros passos para programar no Logo é indicar um código para a tartaruga movimentar. São possíveis 4 tipos de movimentos: (1) pode ir para a frente (parafrente ou pf) e (2) para trás (paratras ou pt), (3) pode virar à esquerda

(paraesquerda ou pe) ou (4) à direita (paradireita ou pd). Esses comandos sempre devem ser seguidos de um valor que indicam a quantidade de passos ou especificam o grau de giro da tartaruga. Notamos que na figura 7 os comandos se apresentam em inglês, mas a tradução é direta para a língua portuguesa, o que simplifica e facilita o trabalho (*forward* = para frente) (Santos, 2010)

1.5.3 Lego Mindstorms

É uma linha de brinquedos da LEGO criada exclusivamente para a educação tecnológica. Foi concebida em 1998 e é resultado de uma parceria entre o *Media Lab* do Massachusetts Institute of Technology (MIT) e o LEGO Group. O produto é composto por peças do LEGO tradicional (tijolos cheios, placas e rodas) com peças do conjunto LEGO Technic (tijolos vazios, sensores, motores, engrenagens) juntamente com um módulo RCX, que é o processador programável do conjunto. Tais peças permitem criar variados robôs que desempenham diferentes funções e são pré-programados.



Figura 9: kit Lego Mindstorms

(Fonte: <http://robotsquare.com/2012/02/18/understanding-nxt-versions/>)

O conjunto LEGO Mindstorms (figura 9) é muito utilizado no contexto pedagógico. Sua função didática em instituições de ensino está na abordagem da teoria e da prática de conteúdos direcionados não somente para a introdução à

robótica, mas também para a melhoria da relação ensino e aprendizagem de variados conteúdos comuns do currículo como matemática, física, química, biologia etc. O kit permite o desenvolvimento de projetos de pequeno e médio porte, estimulando a criatividade e a solução de problemas do cotidiano por parte dos alunos.

O sistema LEGO Mindstorms para escolas consiste em três partes:

- Conjuntos de construção
- Software educativo *RoboLAB*
- Esquemas (diagramas) de trabalho

Cada parte é comercializada separadamente, permitindo a cada escola/educador selecionar uma solução apropriada para as suas necessidades, o que aumenta ainda mais a variedade de propostas que podem ser formuladas a partir do kit.

O software de programação RoboLab (figura 10) consiste em três níveis de ambientes de programação: piloto, inventor e investigador. O primeiro é caracterizado por um ambiente básico onde a programação é construída através de clique. O segundo é semelhante ao primeiro, mas com maior grau de dificuldade. É mais avançado e ao mesmo tempo mais flexível, permitindo a utilização de diferentes ícones na medida em que o usuário progride no software.



Figura 10: ambiente de programação *RoboLab*.

(fonte: <http://manhas-quarta-jet-sesijlle.blogspot.com.br/2006/08/lio-5-repetindo-as-tarefas-pulo.html>)

Por fim, o terceiro, chamado de ambiente investigador, consiste na ampliação da área de trabalho para a utilização do RCX e do ROBOLAB, de forma a permitir experiências que usem programação, geração de relatórios de dados, ferramentas de computação e documentação. A linguagem visual é a mesma que aparece anteriormente, contendo maior quantidade de informações e comandos adicionais para geração de relatórios. Neste ponto, o usuário programa o RCX para coletar dados. Após rodar o programa, ele transfere os dados para o ambiente investigador para posterior análise e comparação. Complementarmente ao programa, a ferramenta de relatório pode ser utilizada para gravar hipóteses, gravar dados processados, adicionar gráficos e dados em apoio a conclusões e editar resultados para apresentações na tela.

Na figura 10 notamos a presença de ícones que invertem a corrente no motor, fazendo com que sua direção se alterne, temos também os pousos e pulos, que implicam na repetição da programação quando necessitamos que uma tarefa seja indefinidamente repetida e encontramos ainda os ícones dos sensores e as portas as quais eles são conectadas. Há ainda uma janela em que localizamos a disposição de opções de ações para complementar a programação, no caso são destacadas as opções para fazer o “bate-volta” no trabalho.

1.6 Robôs e as Tecnologias de Informação e Comunicação

É notório que cada vez mais as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão presentes nos debates e nas propostas para novos modelos de educação. O objetivo central que envolve as TICs é a melhoria direta e rápida do processo ensino e aprendizagem, envolvendo professores e alunos num processo de educação mais dinâmico, rico e motivador. O computador ligado à internet ocuparia o espaço central dessa transformação, já que possibilita o acesso rápido a qualquer tipo de informação, facilitando a aquisição de variados conhecimentos, através de inúmeras fontes.

Com o surgimento de novas opções de TICs para a educação como, vídeos, histórias em quadrinhos, filmes, robótica, entre outros, o computador deixa de ser o centro e essas novas opções mudam a forma como compreendemos as relações entre o ensino e aprendizagem e a utilização dessas alternativas para o ambiente

educativo. Miranda *et al* (2007) demonstram a possibilidade de ir além dos *softwares* e utilizar os *hardwares* para implementar a robótica pedagógica.

“Dentre o amplo espectro de ideias e propostas, no que se refere aos artefatos computacionais, é notório observar que a maioria das soluções apresentadas exploram “apenas” a vertente do *software*. No entanto, a demanda por novos aparatos de *hardware* na educação vem crescendo, sendo evidenciada, sobretudo, pelos esforços da comunidade acadêmica em propor a inserção da robótica com fins pedagógicos apoiados em resultados favoráveis à sua aplicação (Alves 2005; Santos e Menezes 2005; Schons et al. 2004; Zilli 2004; Steffen 2002; d’Abreu et al. 2002)” (MIRANDA *et al*, 2007, pg. 2)

É interessante abordar também que essas novas TICs trazem um certo estranhamento para a sala de aula, visto que em variadas situações os professores não estão preparados para utilização desses equipamentos complexos, o que acaba implicando no medo, como apontava Asimov (2010) no prefácio de um de seus livros, em que o autor afirma que podemos qualificar como uma “tecnofobia” essa resistência irracional em relação a tudo que é novo ou a qualquer espécie de mudança.

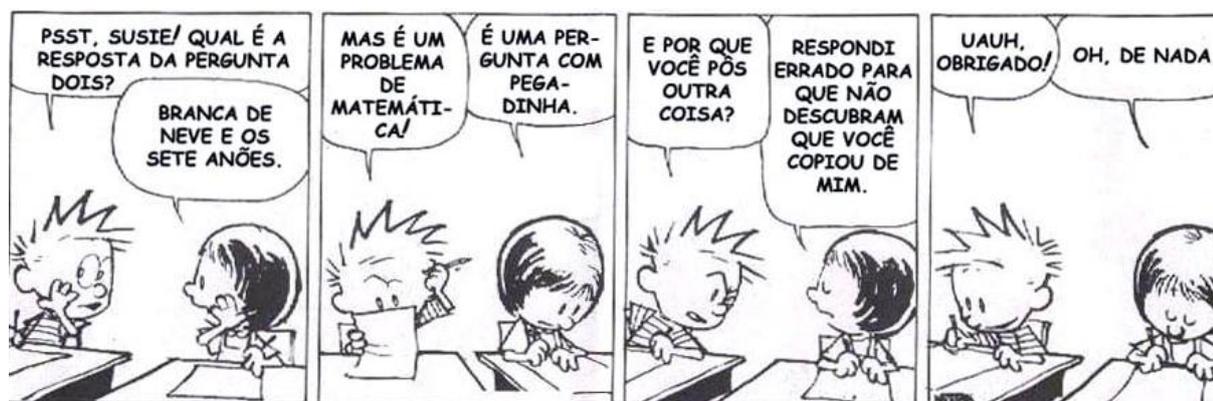
Nesse mesmo prefácio o autor ainda se utiliza do termo “complexo de frankstein” que implica no medo das pessoas perante os robôs, esperando que os autômatos estabeleçam uma relação de dominação perante a humanidade ou mesmo tomando seus postos de emprego. Estabelecendo relação com a escola, podemos inferir que isso dificulta ainda mais sua implantação, visto que o robô pode ser visto como um futuro professor. O próprio Asimov (2010) combate essa concepção e afirma que

“Isso ocorreu na Grã-Bretanha, país precursor da Revolução Industrial. Quando as máquinas têxteis começaram a ser utilizadas e o número reduzido de operários nas fábricas passou a produzir mais que a maioria dos habitantes que trabalhavam a mão ou em casa, os novos desempregados provocaram tumultos. Não perceberam que o inimigo era uma

sociedade que pouco se importava com “classes inferiores” e não sentia a mínima responsabilidade pelos pobres” (Asimov, 2010, pg. 9).

Entendemos aqui uma necessidade de superação dessa condição de medo e resistência à mudança em um contexto geral, para uma profunda transformação, tão necessária, na sociedade que insiste em valorizar o material em detrimento do social. É urgente que repensemos nosso modo de estar e modificar o mundo para que possamos buscar um maior bem estar social e conseqüente melhor qualidade de vida. A escola é o ambiente chave para a formação de cidadãos atuantes, seres éticos que buscarão uma transformação da sociedade para melhor, desde que tenhamos as condições básicas para tal. A inserção das tecnologias, incluindo a robótica pedagógica, pode auxiliar a compreender de maneira crítica e reflexiva seu papel em nossas atividades diárias que estão cada dia se tornando mais complexas.

CAPÍTULO 2



APRENDIZAGEM COLABORATIVA E LUDICIDADE

2 CAPÍTULO 2 – Aprendizagem Colaborativa e Ludicidade

O presente trabalho busca na colaboração e na ludicidade o suporte teórico e metodológico para que seja possível construir um robô e discutir um conceito, estabelecendo uma relação ensino, aprendizagem e diversão. A literatura que caracteriza os processos colaborativos e a ludicidade em sala de aula nos indica que esses são termos polissêmicos e que devem ser inseridos em contextos específicos devido à amplitude de sua conceituação. Discutiremos a seguir a posição adotada por Brna (1998) para estabelecer e esclarecer o contexto em que o trabalho colaborativo se inseriu, buscando suporte também nos textos de Panitz (1996), Torres et al (2004) e Silva (2011) e nos trabalhos de Soares (2013), Kishimoto (1996), Huizinga (2001) e Santos (2010) para a questão lúdica.

2.1 Inserindo a atividade em um contexto da colaboração

Brna (1998) lança quatro proposições que julgamos essenciais para que se enquadre a atividade colaborativa em um contexto, ou seja, os apontamentos do autor nos auxiliam no entendimento de como o processo colaborativo se estabelece de acordo com a característica de cada trabalho desenvolvido. Essa trajetória é importante porque a colaboração possui variadas facetas. Assim buscou-se entender como a pesquisa aqui realizada está associada a esses aspectos, aliados aos resultados que foram encontrados durante o processo. Assim, para Brna (1998):

- 1) Se a tarefa é dividida em partes controladas por diferentes colaboradores ou se a colaboração requer um esforço sincrônico sem nenhuma divisão de tarefa;
- 2) Se a colaboração é vista como um estado ou como um processo;
- 3) Se a colaboração é um meio para o fim de aprender alguma esfera de domínio ou se a colaboração é, em algum sentido, o fim em si.
- 4) Se os participantes em uma colaboração estão cientes da existência de uma relação contratual formal ou não.

Começaremos então a abordagem seguindo e discutindo cada um desses quatro passos.

2.1.1 A diferenciação entre cooperação e colaboração

Para Brna (1998), a divisão do trabalho já pode, por exemplo, diferenciar o trabalho cooperativo do trabalho colaborativo. O autor se justifica citando o trabalho de Roschelle e Teasley (1995) que diferenciam da seguinte maneira os dois processos:

“O trabalho cooperativo é realizado através da divisão do trabalho entre os participantes, como uma atividade onde cada pessoa é responsável por uma porção da solução do problema. Já na colaboração há empenho mútuo dos participantes em um esforço coordenado para solucionar o problema juntos.” (Brna, 1998).

Nesse sentido notamos que em várias situações o termo colaboração é confundido como cooperação. O artigo de Torres et al (2004) também diferencia os dois tipos de abordagem e complementam que no trabalho cooperativo ainda há uma organização de grupo em termos de hierarquização. O professor ocupa o papel centralizador da atividade (topo de hierarquia), com o papel de direcionar a atividade e até mesmo distribuir as tarefas para cada integrante de cada grupo. Por outro lado, no processo colaborativo não há hierarquização e o aluno detém um papel mais ativo. Vale destacar que na colaboração o professor também é colaborador, não se diferenciando dos demais integrantes da atividade.

Outra posição importante em relação à diferenciação dos trabalhos cooperativos e colaborativos é articulada por Panitz (1996). O autor aponta ainda uma relação técnica e prática para a diferenciação dos processos cooperativos e colaborativos e aponta que a posição do professor e do aluno são fundamentais para tal diferenciação afirmando:

“A aprendizagem cooperativa é definida como um processo em que pessoas interagem a fim de concluir uma tarefa específica ou desenvolver um produto. Isso é mais diretivo que na colaboração e é um processo estreitamente controlado pelo

professor [...] enquanto que na colaboração é centrada no aluno” (Panitz, 1996).

Por fim, essa diferenciação entre os tipos de abordagens é importante para entendermos como é estabelecida a relação de ensino e aprendizagem em sala de aula quando optamos por trabalho em grupos. Notamos que o trabalho nunca será ou somente cooperativo ou somente colaborativo. Há momentos em que convém iniciar com a colaboração e variar para o formato da cooperação.

2.1.2 O estado colaborativo

Se pensarmos o trabalho cooperativo e colaborativo como descrito na seção anterior, quando optarmos por um processo colaborativo, nunca será possível cooperar e vice-versa. Buscando uma alternativa para essa visão o autor Brna (1998) articula uma ideia em que compreende a colaboração hora como um estado ou hora como um processo. Assim, seria possível que cooperar enquanto o processo colaborativo se mantiver como estado. Para auxiliar na compreensão desse ponto de vista o autor utiliza a seguinte ideia “uma analogia seria afirmar que ser um escritor é uma designação de um estado, mas sentar e de fato escrever é um processo necessário que é apenas parte de ser escritor” (Brna, 1998).

Nesse sentido é possível que os integrantes de um grupo mantenham uma posição diferenciada, enquanto cooperam e colaboram. Panitz contribui para a discussão apontando que “a colaboração é uma filosofia de interação e um estilo de vida pessoal, enquanto que a cooperação é uma estrutura de interação projetada para facilitar a realização de um objeto ou produto final” (Panitz, 1996). Isso faz com que seja possível manter uma posição de colaborador enquanto a ação é cooperativa. Assim a cooperação se apresenta como um conjunto de técnicas e processos, e a colaboração como uma filosofia de ensino em sala de aula. Panitz (1996) ainda complementa com “a aprendizagem colaborativa muda a responsabilidade de aprendizagem do professor para o estudante, e ainda coloca o professor como um aprendiz”. O autor ainda reforça que a colaboração não é uma técnica de sala de aula. Isso implicará que a autoridade e responsabilidade não serão restringidas, permanecendo compartilhada dentro do grupo. Esses fatores corroboram com o que foi descrito sobre a diferenciação entre o cooperação e

colaboração, sendo que o professor tem o papel centralizador no primeiro enquanto que os alunos mantêm papel mais ativo no segundo em termos de responsabilidade para o andamento da atividade.

2.1.3 O propósito da colaboração

Apesar dos diferentes níveis de conceituação em relação à colaboração, devemos entender que é possível que haja cooperação mesmo em trabalhos colaborativos (descrição da seção anterior). Nesse contexto a colaboração é um fim em si mesmo, já que se trata, como aponta Brna (1996) citando Roschelle e Teasley (1995) “a colaboração é uma atividade coordenada, sincrônica, que é o resultado da tentativa de construir e manter uma concepção conjunta de um problema”. No caso então, devemos aprender a colaborar, e não aplica-la como uma técnica aleatória para trabalho em grupo em sala de aula. Assim notamos que o primeiro propósito da colaboração é aprender a colaborar formando grupos heterogêneos que tentarão formar uma ideia única sobre o problema, apontando diferentes caminhos para sua solução.

Outra questão relevante do propósito do estado colaborativo é a formação do pensamento e a chegada a um consenso. De acordo com Torres et al (2004) “a aprendizagem colaborativa parte da ideia de que o conhecimento é resultante de um consenso entre os membros de uma comunidade de conhecimento” isso diferencia a atividade, em que há integração entre os membros do grupo, exposição de pensamento, diálogo e chegada a um acordo. Logo a cooperação fornece uma estrutura e regras definidas e a colaboração, por outro lado, encoraja a participação do estudante no processo de aprendizagem. Fica bem claro que os meios (que pode ser a cooperação) podem influenciar na maneira como se aprende, mas o estado colaborativo é que direciona e caracteriza as situações de aprendizagem.

2.1.4 Obrigações, regras e o processo de colaboração

A quarta e última característica do processo colaborativo é entendida por Brna (1998) como

“Em uma parceria colaborativa, quaisquer obrigações formais são suplementadas por um conjunto de obrigações implícitas.

Por exemplo, é implicitamente aceito de que um grupo de semelhantes colaborando na produção de um pôster não trocarão socos entre si” (Brna, 1998)

Nesse sentido há relação entre a atividade colaborativa como um processo e as características de um jogo, pois nota-se a presença de regras explícitas e implícitas que mantêm a atividade coordenada. As regras implícitas são aquelas que não precisam ser definidas entre os participantes, como o respeito ao momento da fala de cada integrante. Já as regras explícitas são aquelas acertadas por consenso dentro do próprio grupo, por exemplo, as próprias funções que cada um vai exercer para o prosseguimento da situação. Como os alunos que vão desmontar as peças para reaproveitamento, ou aqueles que vão projetar um modelo de robô que pode ser construído e até mesmo o grupo que irá construir o robô.

Ainda sobre as obrigações dos integrantes dos grupos, vale mais uma vez ressaltar que fica implícito que os próprios alunos são responsáveis por sua aprendizagem e também pela aprendizagem de seus pares, corroborando com a posição de colaboração adotada por Panitz (1996) “na colaboração os indivíduos são responsáveis por seus atos, incluindo a aprendizagem e o respeito para com as habilidades e contribuição de seus pares”.

Ao final, deixaremos claro que essas quatro características estão de acordo com o que consideramos primordial sobre o processo de cooperação e colaboração, visto que é impossível trabalhar somente por uma dessas vias. O que enfatizamos e julgamos imprescindíveis no processo é a descentralização do professor e o foco nos alunos, que se tornam peça chave na construção de um ambiente diferenciado de trabalho, já que esses indivíduos ganham relevante papel na construção do conhecimento.

2.2 Ampliando aspectos da colaboração

O sentimento de pertença ao grupo por parte dos integrantes do processo colaborativo é imprescindível para o desenvolvimento do trabalho. De acordo com Silva (2011) esse “sentir-se parte” acontece em função da comunicação e o grau de pertença. Tal grau pode ser positivo, quando o estudante contribui diretamente para o avanço do trabalho, ou negativo, relacionado a questão de isolamento e não

participação ativa. Esse processo pode também ser estimado, além da comunicação, pela via da própria colaboração e nas questões que se relacionam com a aprendizagem. Nas palavras do próprio autor.

“Deve-se destacar, dessa forma, que somente haverá o desenvolvimento cognitivo na aprendizagem colaborativa se o aluno se sentir pertencente ao grupo social que faz parte, pois sem essa sensação o aluno se fecha para as interações sociais e suas mudanças conceituais não poderão ser avaliadas, nem receber o enriquecimento necessário para o seu desenvolvimento. (SILVA, 2011)”

Assim, se algum membro do grupo não se sente pertencente e acaba se isolando, os prejuízos para a aprendizagem não é somente individual. A aprendizagem do grupo é freada, já que o processo colaborativo é mais enriquecedor quando todos os participantes contribuem com seu ponto de vista, como aponta Silva (2011).

“O diálogo estabelecido em sala de aula garante a sensação de pertença por parte do aluno, pois agora ele possui uma voz que é avaliada como relevante e necessária para o desenvolver de um raciocínio que tem um ponto de vista múltiplo e não apenas um ponto de vista singular enunciado na voz do próprio professor. (SILVA, 2011).”

Na medida em que os alunos se comunicam dentro do grupo e vão se abrindo, emerge aquele que se comunica mais e é melhor compreendido entre os pares. Ele acaba se tornando peça chave na colaboração, pois é partindo de suas falas que os outros elementos do grupo são encorajados a também tomar a iniciativa e contribuir para o desenvolvimento do processo. No trabalho de Silva e Soares (2013) esse integrante especial é denominado de elemento de prestígio. Outro fator importante é que essa figura não fica presa a somente um indivíduo, como descreve o autor.

“Porém essa figura de prestígio não é privilégio de apenas um aluno, mas uma posição compartilhada entre os alunos que se manifestam em momentos distintos, sendo assim o aluno que

apresentar uma fundamentação teórica mais apurada assumirá voz de autoridade. (SILVA E SOARES, 2013)”

Nessa discussão ainda complementamos que o elemento de prestígio pode emergir também durante momentos práticos da atividade que são inerentes ao trabalho de robótica pedagógica. Podemos citar nesse caso um aluno ou aluna que manuseia bem as ferramentas de trabalho e que acaba assumindo a responsabilidade por desmontar as sucatas para aproveitamento das peças, ou mesmo nos momentos de montagem dos componentes do robô. Então nesse momento ele ou ela se torna um elemento de prestígio dentro do grupo, encorajando os outros participantes a tomarem iniciativa. Isso acontece pois, geralmente, alguns alunos não se sentem pertencentes ao grupo por nunca ter utilizado uma ferramenta ou mesmo por receio em desmontar uma máquina de computador e danificar as peças que seriam então utilizadas. Mas como se trata de sucatas, logo que os elementos de prestígio assumem a responsabilidade, esses indivíduos entendem que aquele momento está totalmente aberto para que ele se expresse e mesmo que nunca tenha segurado uma chave de fenda.

Outro fator que contribui para o aparecimento do elemento de prestígio dentro da atividade prática é a curiosidade em desmontar um computador, por exemplo, já que a maioria dos alunos nunca teve oportunidade para conhecer os componentes internos dessas máquinas que estão inseridas em seu dia a dia.

2.3 Ludicidade

2.3.1 Conceituação para atividade lúdica, jogo e brinquedo.

Quando pensamos sobre a origem do *lúdico* estamos fazendo referência a *ludus* da língua latina, que implica na palavra *jogo* (Santos, 2010). As atividades lúdicas e os jogos são afazeres comuns que cercam não somente os homens, mas também os animais desde muito antes de compreendermos o que de fato significam essas ações. De acordo com Huizinga (2001) “o jogo é de fato mais antigo que a cultura, pois se trata de um fenômeno fisiológico, ou mesmo um reflexo psicológico”.

As definições e conceituações que empreendem a palavra jogo são difíceis, principalmente no Brasil, devido ao seu uso indiscriminado em variadas situações do

cotidiano. Podemos exemplificar com as situações políticas que são citadas como “jogo político” nas relações entre os parlamentares, ou mesmo nas relações sociais afetivas em que temos o “jogo do amor”, há ainda aquelas circunstâncias em que nos referimos a objetos com “jogo de panelas”, além dos jogos propriamente ditos como os “jogos eletrônicos”, “jogos de tabuleiros” e os “jogos imaginários” (Soares, 2013).

De acordo com a literatura consultada, Soares (2013); Santos (2010); Huizinga (2001) e Kishimoto (1996), o ludismo é caracterizado como neologismo relacionado à característica do jogador, e é definido como uma ação divertida relacionada ao jogo (Soares, 2013), isso implica que o jogo é uma atividade que gera um mínimo de divertimento e prazer ao indivíduo. Então o aspecto lúdico é apontado como elemento essencial para o desenvolvimento do ato de jogar e também para o desenvolvimento do indivíduo em sua cognição, como aponta Santos (2010)

“O aspecto lúdico desempenha um papel importante no desenvolvimento do indivíduo. Ao deparar com uma situação lúdica, o sujeito se encontra em um estado de prazer, de curiosidades e de descobertas, de forma divertida e prazerosa” (Santos, 2010, pg. 27)

O jogo, de acordo com Kishimoto (1996), pode ser caracterizado em três níveis de diferenciação.

- 1) É o resultado de um sistema linguístico: quando o jogo depende do contexto social e da linguagem. Aqui faz referência ao uso cotidiano.
- 2) É um sistema de regras: nesse ponto é estabelecida uma estrutura sequencial que especifica sua modalidade, ou seja, quando alguém joga, executa regras do jogo e ao mesmo tempo desenvolve uma atividade lúdica
- 3) É um objeto: quando representa uma brincadeira, como o LEGO, em que a partir dos blocos o indivíduo executa variadas ações que vão caracterizando a brincadeira.

Outra questão relevante levantada tanto por Kishimoto (1996) quanto por Soares (2013) é o brinquedo. Diferentemente do jogo, este supõe relação íntima com o indivíduo, e uma indeterminação quanto ao seu uso, portanto fica caracterizada uma situação com total ausência de regras que permeiam a utilização do objeto, como exemplificado por Soares (2013)

“Um peão de xadrez, utilizado corretamente como peão de xadrez é tão somente uma peça de um jogo. Se o utilizarmos como representação de uma nave espacial em um planeta fictício organizado em um cobertor de cama, torna-se brinquedo” (SOARES, 2013, pg. 36)

Entretanto, a palavra brinquedo não está incluída na pluralidade de sentidos relacionados aos jogos. Citando Brougere (1998), Soares (2013) direciona e afirma que *brinquedo* possui uma conotação que inclui as dimensões culturais, materiais e técnicas, sendo assim sempre suporte para uma brincadeira.

Então, Soares (2013) sintetiza toda a discussão que cerca a conceituação de jogo, brincadeira, brinquedo e atividade lúdica nas seguintes definições:

Jogo: é qualquer atividade lúdica que tenha regras claras e explícitas, estabelecidas na sociedade, de uso comum e tradicionalmente aceitas, sejam de competição ou de cooperação.

Brincadeira: é qualquer atividade lúdica em que as regras sejam claras, no entanto, estabelecidas em grupos sociais menores e que diferem de lugar para lugar ou região para região.

Brinquedo: é o lugar / objeto / espaço no qual se faz o jogo ou a brincadeira.

Atividade lúdica: é qualquer atividade prazerosa e divertida, livre e voluntária, com regras explícitas e implícitas.

Para este trabalho o robô é compreendido como um **brinquedo**, já que é considerado como objeto onde são estabelecidas as relações da colaboração, ludicidade e jogo. Há também a característica da ausência de regras em que é possível construir e programar um robô para execução de uma infinidade de tarefas.

2.3.2 Os jogos e as regras

Considerando que todo jogo necessita de uma organização entre os participantes e uma sequência clara de etapas para ser jogado, as regras existem justamente para o preenchimento dessas lacunas. Soares (2013) aponta que podem ser pactuadas entre jogadores ou em situações de simulação ou atividade lúdicas podem ser também regras de comportamento livres, que funcionam como um contrato social entre os participantes do jogo. As regras podem ser organizadas fundamentalmente em quatro categorias como descreve Chateau (1984) apud Soares (2013):

Regras inventadas: são originais de alguma atividade e consenso dentro do grupo.

Regras originadas por imitação: são resgatadas de atividades antigas e adaptadas para uma atividade recente.

Regras aprendidas por tradição: não são alteradas no decorrer do tempo

Regras resultantes da estrutura instintiva: são implícitas a própria atividade.

Contudo, as regras não estão presentes somente quando se joga, como descreve Soares (2013), que afirma que podemos ter tal direcionamento na construção de alguma atividade ou objeto, assim como em um brinquedo individualmente e no ato de brincar. Assim as regras descrevem e estabelecem detalhes para que a ação prossiga, com pré-requisito que todos os jogadores a dominem para que possam atuar.

Logo, Soares (2013) lança mais duas conceituações para regra, que tenta contemplar também as atividades que existem além do jogo, como os brinquedos, brincadeiras e as atividades lúdicas. São as implícitas e explícitas:

Regras implícitas: são as próprias limitações e possibilidades do material. Elas estão presentes em todos os brinquedos, jogos ou atividades e aprendê-las convêm somente a empatia com o material.

Regras explícitas: são as próprias regras de cada modalidade declaradas e consensuais. É evidente que em jogos em grupo a interação entre os jogadores também deve ser esclarecida, como, por exemplo, o momento e a ordem em que cada jogador executará sua ação.

Em relação ao uso dessas categorias de regras, e ao momento em que se joga e deseja alterar as mesmas, antes ou mesmo no decorrer do jogo, Soares (2013) faz um apontamento:

“Os jogadores podem fazer uso de certos materiais, brinquedos, e atividades lúdicas somente com as regras implícitas. As explícitas podem ser acrescentadas e depois alteradas pelos próprios jogadores, estabelecendo-se, assim, novas regras e convenções, pois, elas são e devem ser livremente consentidas pelo grupo” (Soares, 2013, pg. 42)

Por fim, as regras são elementos chave no processo de jogar ou mesmo quando se manuseia algum objeto, pois determinam como deve se proceder para que se tenha êxito na ação que se vai praticar.

Em relação ao robô notamos a existência de regras implícitas e explícitas para o momento em que se está montando o autômato. Podemos citar como exemplo as ligações entre os componentes eletrônicos ou mesmo na programação, considerada regra implícita, já que os alunos devem compreender elementos básicos, como não cortar o circuito eletrônico ou mesmo a sequência de etapas da programação que envolve a ativação das portas que liberam corrente elétrica no kit

e a sequência de portas que são liberadas para o funcionamento do robô. Já as regras explícitas são estabelecidas no mote da colaboração, em que os próprios integrantes do grupo se organizam para a execução da desmontagem de um computador para aproveitamento das peças, montagem do protótipo e na organização e correção da programação.

2.3.3 O jogo educativo

Ao pensar o jogo no contexto educativo lidamos com questões relacionadas a inovação num ambiente caracterizado pelo tradicionalismo. Desde os primórdios da escola na Grécia antiga, a “sala de aula” é caracterizada por um espaço onde os alunos/ouvintes sentam-se em cadeiras, podendo ser organizadas em filas ou outras formações e o professor ocupa o plano de destaque permanecendo em pé, de frente, utilizando de sua fala para ensinar determinados conhecimentos consensuais dentro das disciplinas. O jogo então provoca e inova porque altera esse espaço, proporcionando uma atividade em que os integrantes estão de pé, misturados ao professor ou sentados em grupos e o professor atendendo a cada um de acordo com suas particularidades.

Um dos problemas que a expansão do jogo educativo implicou é que sua utilização se dá principalmente no ensino infantil, porém nos momentos de recreação o que o coloca em contraposição em relação ao ensino e o trabalho escolar. Em relação a esse ponto, Soares (2013) indica que:

“A ideia de jogo educativo quer aproximar o caráter lúdico existente no jogo à possibilidade de se aprimorar o desenvolvimento cognitivo. Esse jogo é metade jogo, metade educação, com separações distintas pode levar à falsa ideia de que educação tem um caráter somente de seriedade e nunca de ludismo” (Soares, 2013, pg. 45)

Contudo, os debates relacionados aos jogos nos leva então a discutir duas funções do jogo que são apresentadas por Kishimoto (1996)

Função lúdica: o jogo propicia diversão, o prazer, quando escolhido voluntariamente.

Função educativa: O jogo ensina qualquer coisa que complete o indivíduo em seu saber, seus conhecimentos e sua apreensão de mundo.

Soares (2013) destaca que se a função lúdica for a mais utilizada o jogo educativo torna-se somente jogo ou ainda se a função educativa prevalecer, torna-se somente um material didático que nem sempre é divertido. Então, o essencial é que haja um equilíbrio entre essas duas funções para que se tenha um bom aproveitamento de um jogo aplicado no contexto educativo. Ainda retornamos a questão da seriedade, em que quando há efetiva relação entre as funções, mantém-se o caráter sério do jogo e de acordo com Huizinga (2001) principalmente nas ocorrências em que há concentração e compenetração no ato de brincar.

No caso da robótica pedagógica não é diferente, se temos a função lúdica o robô vai divertir e integrar os alunos em um ambiente de livre prazer e exploração. Com a função educativa o material visará o debate e a construção de algum conhecimento científico, no caso químico. Se não houver o equilíbrio entre essas funções, como aponta Soares (2013), a atividade perde o sentido, se transformando em *hobby*.

2.4 Breve Revisão Bibliográfica Sobre Robótica Educacional

A robótica pedagógica aplicada ao ensino de ciências é um campo de estudo cada vez mais explorado por pesquisadores em variados estados brasileiros. Para esta revisão bibliográfica foram selecionados alguns trabalhos para que possamos entender as variadas possibilidades de atividades que podem ser desenvolvidas a partir desta alternativa. A sala de aula exige cada vez mais aplicação e criatividade por parte de gestores, professores e dedicação dos alunos que anseiam por uma escola que vá além do modelo tradicional.

Foram selecionados 9 trabalhos que estão subdivididos em: 1 tese de doutorado, 3 dissertações de mestrado, 2 artigos científicos publicados em periódicos e 3 trabalhos publicados em anais de congressos.

A tese de doutorado de Silva (2009) compreende a aplicação de robótica pedagógica no ensino fundamental para turmas de alunos entre 8 a 10 anos de idade localizada na Escola Municipal Professor Ascendino de Almeida, na periferia de Natal – RN no bairro Pitimbú. O trabalho é baseado na teoria sócio-histórica de Lev-Vygotsky em conjunto com o Kit LEGO Mindstorms, na tentativa de compreender aspectos da aprendizagem dos indivíduos e suas interações sociais enquanto construíam e manuseavam os robôs. Foi compreendido que o autômato é um mediador do processo de ensino e aprendizagem e que possibilitou a discussão de conceitos científicos utilizados em outras disciplinas, como matemática, física, mecânica e línguas; e também a análise das relações sociais estabelecidas no ambiente em que os alunos trabalharam com robótica educacional.

A dissertação apresentada por Santos (2010) em Goiânia – GO na Universidade Federal de Goiás compreende uma pesquisa que utilizou robótica pedagógica em uma escola localizada na periferia da cidade. O autor buscou estabelecer relações entre os autômatos e as teorias que envolvem jogos e atividades lúdicas no ensino de ciências e o trabalho colaborativo. O autor destaca que a proposta teve como resultados: o lúdico, que foi caracterizado pela liberdade e prazer nos momentos de construção e manuseio dos robôs; a discussão de conceitos da geometria e álgebra da matemática; transformação de energia e os problemas relacionados a mecânica do robô que os alunos puderam solucionar no decorrer da atividade, ou seja, consideração do erro como um importante componente do processo ensino e aprendizagem e a importância de se buscar alternativas para romper com a sala de aula tradicional.

A segunda dissertação de mestrado é de Pinto (2011) e foi apresentada na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Para a proposta o autor convidou professores da rede pública do estado do Rio de Janeiro para ministrar um curso de formação continuada que compreendeu dois pilares, nas palavras do próprio autor:

“Um pedagógico, com a aplicação de uma arquitetura interativa apoiada nas tecnologias de informação e comunicação (TIC) e outro tecnológico, com a proposta de utilização de tecnologias livres de hardware, como o projeto Arduino, objetivando o acesso de instituições públicas de ensino a modernas plataformas de programação, seja pelo fator custo, seja pela

facilidade de programação por não especialistas em informática e eletrônica, como os professores da educação básica.” (Pinto, 2011, pg. 9)

O autor compreende que a robótica contribui para melhorar a motivação, raciocínio, autonomia e trabalho cooperativo e que estas são habilidades e competências que os professores não podem deixar à margem de sua atuação, visto que a escola está sempre integrada a um movimento dinâmico e que os alunos estão cada vez mais inseridos em ambientes repletos de tecnologias em todas as direções.

Ao final são destacadas algumas contribuições da pesquisa para a formação de professores, como a inserção da robótica pedagógica no cotidiano dos professores que participaram dos cursos; a dimensão dos kits tanto em termos de conhecimento e acessibilidade dos kits, considerando que há maior destaque para o kit Arduino; e as dificuldades encontradas ao longo da pesquisa, como a falta de experiência dos professores em lidar com as novas tecnologias da informação e comunicação.

A última dissertação selecionada é de Zilli (2004) apresentada na Universidade Federal de Santa Catarina na cidade de Florianópolis – SC. A autora destaca a robótica pedagógica como um recurso tecnológico que pode ser utilizado na educação e que possibilita o estudante desenvolver habilidades como: senso crítico, trabalho de pesquisa, tratamento do erro, incerteza e desenvolvimento de raciocínio lógico. A pesquisa pretende analisar e avaliar a robótica pedagógica e suas relações com o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos. Ainda são destacados aspectos como a importância da tecnologia aplicada na sala de aula e os resultados de uma atividade em que se aplicou robótica pedagógica para alunos de Ensino Fundamental. Por fim a autora direciona uma proposta de implantação de robótica pedagógica nas escolas do estado de Santa Catarina.

O primeiro artigo selecionado, publicado na Revista Brasileira de Informática Aplicada na Educação, versa sobre especificação e implementação de um kit de robótica de baixo custo para as escolas brasileiras, visto que os autores Miranda, Sampaio e Borges (2010) indicam que os kits existentes no mercado são caros, o que dificulta a aquisição para as escolas. Os autores mostram uma tabela

comparativa entre os preços dos produtos existentes no mercado e propõem um kit chamado RoboFácil que inclui sistema de hardware e software simplificados como uma alternativa. Ainda afirmam que se trata de uma proposta que poderá vislumbrar uma maior aplicação da robótica pedagógica nas escolas brasileiras.

Nas publicações em anais de congressos destacamos três trabalhos publicados recentemente sobre robótica educacional aplicada ao ensino de ciências. São 2 trabalhos apresentados no Nono Encontro Nacional de Pesquisa no Ensino de Ciências (IX ENPEC), 1 apresentado no Décimo Sétimo Encontro Nacional de Ensino de Química (XVII ENEQ) e 1 apresentado no Primeiro Encontro Nacional de Jogos e Atividades Lúdicas no Ensino de Química (I JALEQUIM).

O primeiro trabalho que descreveremos brevemente foi apresentado no IX ENPEC e os autores Diniz e Santos (2013) buscaram expor o pensamento lógico construído pelos alunos auxiliado pela robótica educacional. Os autores pretenderam analisar se a construção de robôs através dos kits LEGO Mindstorms implicariam na utilização de alguma analogia por parte dos alunos, ou seja, se o público pesquisado conseguiria estabelecer relações de seus autômatos com situações do cotidiano. O projeto foi aplicado em alunos do nível fundamental, compreendendo do 5º ao 9º anos. Em relação aos resultados são destacados que os alunos anseiam pelos momentos das aulas de robótica (motivação) e que estabeleceram algumas relações entre robô e fatos do cotidiano como, por exemplo, numa situação em que o autômato é programado para reconhecer a cor preta, a analogia estabelecida é que provavelmente ele interpreta o preto como buraco e ainda um segundo robô que realiza um movimento constante parecido com o coração é nomeado de coração mecânico.

O segundo trabalho também apresentado no IX ENPEC (Pereira Júnior, *et al*, 2013) é parte da pesquisa aqui descrita, em que foi discutido a maneira como os alunos concebem o conceito de robô por via dos aspectos da colaboração, aprendizagem, importância do erro e a construção de modelos.

Por fim, o último trabalho que será descrito nessa breve revisão bibliográfica aborda o conceito de tabela periódica, trabalhado a partir de um robô pedagógico em que os alunos utilizam uma tabela robótica que auxilia o seu aprendizado sobre alguns aspectos importantes desse tópico em química. O trabalho foi apresentado

no XVI ENEQ. É destacado que a tabela pretende auxiliar o professor a construir os conceitos em sala de aula trabalhando em grupos de alunos. Para a construção da tabela periódica foram utilizados materiais de baixo custo, o que viabiliza sua aplicação em escolas com poucos recursos e o kit de robótica utilizado foi o Cyberbox, fácil de montar e programar. Os autores ainda argumentam que a tabela pode ser utilizada ainda como um método de avaliação alternativo, baseado em um processo em que os alunos vão se divertir e explorar suas potencialidades.

É importante destacar que nas buscas na rede através do site *Google* não foram encontrados trabalhos que utilizam robótica pedagógica no ensino de química além dos que foram citados anteriormente. A prioridade era compartilhar as experiências brasileiras a fim de relacioná-las e integrá-las a presente pesquisa aqui apresentada.

Notamos que esse tipo de abordagem no ensino médio ainda carece de cursos de capacitação de professores, pesquisas e publicações para que a robótica se torne uma atividade cotidiana em sala de aula e que conseqüentemente pode aumentar a quantidade de experiências publicadas. Os materiais para construção de ambientes de sala de aula de robótica pedagógica estão chegando à escola, notamos que falta iniciativa tanto de professores e gestores para o aproveitamento desses novos recursos. Finalizamos afirmando que a integração entre universidade e escola é fundamental para melhorar esse quadro, permitindo que os professores se qualifiquem e que os licenciandos tenham possibilidade de participar de trabalhos na escola que compreendem o uso dos robôs e da robótica pedagógica.

CAPÍTULO 3



MÉTODO

3 CAPÍTULO 3 – MÉTODO

3.1 Caracterização da pesquisa

Em relação ao método de pesquisa abordado, nos baseamos na literatura de Ludke e André (2011) que nos indicam as características da pesquisa qualitativa e do referencial de Robert Yin (2010) que trata do Estudo de caso.

3.2 Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa constituiu a base para a pesquisa na educação. Com o crescimento da área, percebeu-se que os métodos utilizados, provindos das ciências naturais eram insuficientes para abordagens sociais, que inclui, claro, a sala de aula. Por se tratar de uma abordagem de pesquisa recente ainda se gera muita confusão em relação as características desse método e também sobre a questão do rigor científico nesse tipo de investigação (Ludke e André, 2011).

Ludke e André (2011), baseando-se na literatura de Bogdan e Biklen (1982), apontam cinco características básicas para a pesquisa qualitativa. A ideia é justamente estabelecer parâmetros para que se superem as dificuldades e dúvidas descritas anteriormente e até mesmo quando é ou não adequado utilizar essa abordagem de pesquisa. Então temos:

- 1) *Ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento.* Já que a pesquisa qualitativa supõe contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente de pesquisa.
- 2) *Os dados coletados são predominantemente descritivos.* Isso implica que o material coletado pelo pesquisador contém descrições, situações e acontecimentos. Também inclui transcrições, fotos, desenhos e documentos. Todos os dados da realidade são importantes e de uma ou outra forma eles também contribuem para dar o rigor científico necessário para a credibilidade da pesquisa em andamento.
- 3) *A preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.* Nesse ponto é importante ressaltar que o pesquisador deve se concentrar em verificar como o fenômeno se manifesta. No caso da robótica pedagógica há uma relevância no produto final que é o robô, mas a principal instância de análise tornam-se os

fenômenos que ocorrem na medida que os alunos interagem para a construção do protótipo.

4) *O significado que as pessoas dão as coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador.* Aqui há uma busca pela captura da concepção dos participantes em relação aos valores que são atribuídos aos fenômenos que vão se sucedendo naquele espaço/tempo. Devemos ressaltar que o pesquisador deve buscar captar diferentes pontos de vista das pessoas envolvidas no trabalho. E quando se trata de uma pesquisa de análise do processo de colaboração entendemos que esse ponto é um dos principais por se tratar justamente da análise da posição adotada pelos indivíduos dentro do grupo e de como eles se comportam na medida que confrontam suas ideias com outros integrantes e até com o professor.

5) *A análise dos dados tende a seguir um processo indutivo.* Os pesquisadores não devem se preocupar com evidências que comprovem seu estudo antes mesmo dele se iniciar. A partir da análise dos dados é que a pesquisa se consolida num processo de baixo para cima (Ludke e André, 2011).

3.3 Estudo de caso

Para fazer uma pesquisa como o estudo de caso é necessário que se organize um plano, o que deve ser composto inicialmente por três aspectos de identificação do estudo: 1) identificar as questões relativas à pesquisa ou as justificativas pertinentes para tal; 2) optar pelo estudo de caso comparando com outros métodos de pesquisa e; 3) entender quais são as vantagens e desvantagens de se optar por um estudo de caso. (YIN, 2010)

Partindo para identificar as questões relativas ao trabalho é necessário compreender que as perguntas que iniciam com “como” ou “porque” devem sempre estar em evidência quando se pensa em optar pelo estudo de caso. Na presente pesquisa, por exemplo, um dos objetivos é verificar como a robótica educacional pode influenciar e auxiliar na aprendizagem do conceito de titulação. E é desse ponto que partimos para tentar responder as perguntas de pesquisa a partir dos objetivos propostos, pois se trata de um conceito em que geralmente os alunos têm

dificuldade e nas variadas situações do cotidiano da sala de aula o aprendizado se dá de maneira errada, como não há compreensão da relação entre os fenômenos químicos, os cálculos e o processo prático da titulação a articulação entre teoria e prática fica comprometida o que implica também em futuras dificuldades de aprendizagem de outros conceitos químicos.

Já no segundo momento, quando se compara o estudo de caso com outras abordagens, é fundamental que não se considere uma hierarquia entre os métodos. Partindo dessa concepção não pretendemos dizer que um seria melhor que outro, apenas julgamos que para determinar o tipo de problema é necessário que se opte por uma estratégia adequada. Neste passo existem três condições básicas para a escolha de um meio para se atingir os objetivos. Para Yin (2010) são: “Tipo de questão proposta; a extensão do controle que o investigador tem sobre os eventos; e o grau de enfoque sobre tais eventos em oposição aos eventos históricos”.

Para a primeira condição, já explicamos anteriormente que a presente pesquisa tem como característica um problema que se inicia através de “como”. Para o segundo, YIN (2010) já nos aponta que em um estudo de caso o investigador tem pouco controle sobre os eventos. Considerando que a pesquisa também aborda um referencial de colaboração, pressupomos que o investigador não encontrará meios para controlar os eventos, já que os alunos serão os protagonistas no momento de estudo e na montagem dos robôs. O último fator é comparar os fatos. O referido autor nos afirma que o estudo de caso deve ser sobre um fenômeno contemporâneo ou um contexto da vida real, já que se trata de um evento em que o pesquisador observará diretamente, podendo ainda fazer entrevistas com as pessoas envolvidas no processo, sendo que, por outro lado, pode não haver documentos que o investigador possa buscar para eventuais comparações.

Para o terceiro aspecto que envolve a dimensão das vantagens e desvantagens da abordagem, o pesquisador deve estar ciente de que o estudo de caso está sinalizado para a investigação de um caso contemporâneo bem delimitado. Isso implica que a presente pesquisa se delimita por se tratar de um trabalho que envolve a construção de um robô, discussão de um conceito química

em uma turma somente com um grupo específico de jovens que participam regularmente da atividade.

3.4 Instrumentos de coleta de dados

Optamos por utilizar variados instrumentos de coleta de dados a fim de triangular e dar rigor ao processo de análise. Entendemos que quanto mais os dados se complementarem mais credibilidade terá o trabalho. Isso possibilitou que confirmássemos algumas situações em que a proposta foi bem sucedida nos processos cooperativos e colaborativos e ainda, outras situações que não contribuíram para o andamento do trabalho.

Foram utilizados como método de coleta a aplicação de questionário, o uso de diário de campo e filmagens com posteriores transcrições dos vídeos para análise das falas dos integrantes do processo.

Em relação à posição adotada pelo investigador, em várias situações ele interferiu diretamente nas discussões, por exemplo, as concepções de robô, auxiliando nas discussões para que os alunos saíssem do senso comum em relação aos seus próprios conhecimentos sobre os protótipos.

Foram aplicados dois questionários com intuítos diferentes. O primeiro foi aplicado na primeira reunião, a fim de saber o que os alunos compreendiam sobre os robôs. Esse questionário foi composto por perguntas fechadas dicotômicas como, por exemplo, se eles tinham acesso a internet em casa. As opções de resposta eram sim ou não. Nesse mesmo questionário utilizamos questões abertas e fechadas para tentar identificar quais objetos os alunos consideravam que eram robôs. O segundo questionário foi aplicado ao final do processo contendo somente perguntas abertas e o intuito era que os alunos descrevessem sobre o processo de titulação e apontassem vantagens e desvantagens do uso do equipamento para a discussão do conceito (APÊNDICE A).

Por último o diário de campo que foi utilizado pelo pesquisador para anotar eventuais questões que eram relevantes para complementar os dados. Nesse caso foi interessante utilizar esse instrumento, visto que em algumas situações a câmera

não conseguia captar todos os acontecimentos do ambiente, já que o laboratório de ciências da escola é muito amplo e os alunos ficavam espalhados por ele.

3.5 Organização do trabalho de campo

A pesquisa foi concretizada em um colégio público estadual localizado na cidade de Goiânia especificamente no setor Finsocial. O Colégio Estadual Sebastião Alves ofereceu toda a estrutura necessária para a condução da pesquisa, contando com laboratório de informática, que suportou o software necessário para funcionamento do Arduíno. Contamos também com o amplo laboratório de ciências equipado com toda a vidraria e reagentes necessários. O laboratório ainda conta com aparelhagem como microscópio para uso dos professores e alunos, que não foi utilizado na presente pesquisa.

O trabalho totalizou treze (13) reuniões que ocorreram uma vez por semana entre os períodos de abril a setembro de 2013, cada reunião teve duração aproximada de três horas. Na primeira, que tratou das discussões dos conceitos básicos de robô e robótica, parte as reuniões aconteceram na sala de informática. Os experimentos realizados, a desmontagem das sucatas e a construção do robô se deu no laboratório de ciências, pois julgamos ser o local com espaço apropriado, contando com ampla bancada para o efetivo trabalho dos alunos.

O público alvo da pesquisa foram alunos de nível médio, especificamente do segundo ano. Foram selecionados por indicarem uma carga de ao menos três anos de discussões em conceitos de química, o que julgamos que seria imprescindível para que os próprios escolhessem o conteúdo que trabalharíamos na construção do robô. E ainda por não estarem envolvidos com os estudos para o vestibular, o que permitiu que eles participassem das reuniões sem a preocupação da prova ao meio e final do ano. No meio da pesquisa ainda incorporamos integrantes do primeiro ano que estavam interessados em participar do projeto. Todos os alunos participaram de forma voluntária do projeto, sendo sempre no contra turno dos estudos regulares. Sendo assim, os alunos assistiam aula pela manhã e a tarde retornavam ao colégio para participar das reuniões. A presença do professor da disciplina de química também foi considerada e analisada na pesquisa.

Em relação à construção do robô e o conceito químico abordado, ficou a cargo dos próprios estudantes decidirem sobre qual conteúdo seria abordado pelo protótipo. Nesse sentido os integrantes do processo optaram por estudar ácidos e bases. Percebemos dois motivos para a escolha dos alunos: a primeira é a dificuldade de compreensão do conceito nas aulas regulares da parte da manhã e o segundo por que era o conteúdo que estava sendo ministrado pelo professor no momento que o projeto se iniciou. Assim, resolvemos então partir para construção de um robô titulador, visto que no experimento realizado em laboratório com os alunos eles identificaram a dificuldade de acertar o ponto de viragem com a bureta.

Na análise dos dados os alunos serão numerados de acordo com sua ordem de fala na primeira reunião (A1, A2, etc.). Houve um esforço em manter o mesmo número para os alunos durante todas as reuniões, visto que a quantidade de alunos não era grande o que facilitou o trabalho. Ainda comparecem com falas o professor da disciplina (P) e o pesquisador-colaborador (C).

3.5 Kit selecionado

Optou-se pelo kit Arduíno pela facilidade na montagem, da linguagem utilizada para programação, da obtenção do software no site que pode ser instalado em qualquer dispositivo, variedade de projetos que podem ser montados e também pelo preço acessível que este apresenta no mercado.

Outro fator que nos fez escolher o Arduíno foi a possibilidade de trabalhar os componentes do próprio Hardware em momentos futuros, ou seja, essa plataforma, por ser livre, permitirá que em um dado momento, ou em futuras pesquisas, possamos produzir por conta própria as placas do Arduíno, fazendo com que o professor, também possa fazê-lo. No entanto, esse tipo de estudo ainda demanda certo tempo.

3.6 Categorias de análise

Abaixo temos a organização em tabelas das três categorias de análise selecionadas para investigação que emergiram durante o processo de pesquisa. A primeira tabela indica a categoria sobre a concepção de robô dos alunos.

Tabela 1: primeira categoria de análise.

Categoria de análise	Descrição	Subcategorias de análise	Descrição
1 Como os alunos concebem os robôs	Nesta categoria pretendemos identificar o que os alunos entendem que seja um robô. Ainda buscaremos identificar suas concepções e apresentar nova conceituação nas discussões.	Como os alunos concebem e entendem os robôs.	Identificar o que os alunos entendem sobre os robôs e discutir novas conceituações.
		A produção de modelos e o conceito de robô.	Através de desenhos produzidos pelos alunos durante as reuniões buscamos entender o que eles conceberam do conceito de robô e robótica estudados
		A importância do erro e sua relação com o conceito de robô	Qual o papel do erro e sua importância no momento que os meninos discutiam e produziam os modelos para entendimento do conceito sobre o que são os robôs.

A segunda tabela contempla a dimensão de jogo ou atividade lúdica presente na atividade de construção do robô e da discussão do conceito através

robô. Essa categoria de análise tem como foco, por exemplo, na relação que se estabeleceu entre aluno e robô enquanto o indivíduo o manuseava.

Tabela 2: segunda categoria de análise

Categoria	Descrição	Subcategorias de análise	Descrição
<p>2</p> <p>A dimensão lúdica da robótica pedagógica e a colaboração</p>	<p>Identificar se a robótica pedagógica é jogo, brincadeira, brinquedo ou somente uma atividade lúdica no contexto educacional.</p>	<p>A dimensão lúdica da robótica pedagógica e a colaboração</p>	<p>A robótica pedagógica e sua dimensão lúdica e suas relações com a colaboração.</p>
		<p>A robótica pedagógica é atividade lúdica, jogo, brincadeira ou brinquedo</p>	<p>De acordo com as teorias de jogos, como a robótica pedagógica pode ser classificada nessa conceituação</p>
		<p>Nível de interação entre jogador e robô de acordo com a teoria de jogos e atividades lúdicas e as relações com a colaboração</p>	<p>De acordo com a teoria de jogos e atividades lúdicas buscaremos entender em que nível de interação jogar e robô se situam e suas relações com a atividade colaborativa.</p>

A terceira e última categoria de análise centra a questão na decisão de que conceito seria discutido através e que tipo de robô seria construído, os preparativos e a construção do robô e o funcionamento do mesmo e o debate conceitual envolvido na situação de ensino e aprendizagem da química.

Tabela 3: terceira categoria de análise.

Categoria	Descrição	Subcategorias de análise	Descrição
3 A construção de conceitos sobre titulação utilizando o robô e o processo colaborativo	O estudo conceitual a partir do robô. Verificaremos se é possível construir relação entre ensino e aprendizagem utilizando um robô para discutir o conceito de titulação.	As dificuldades de manuseio do robô por parte dos alunos.	Verificar a relação entre o manuseio do robô, o processo de titulação e as dificuldades envolvidas nesse processo.
		A utilização do robô no processo de titulação e a colaboração	Como o robô contribuiu para o entendimento do conceito de titulação.

CAPÍTULO 4



ANÁLISE DOS RESULTADOS

4 Capítulo 4 – Análise dos Resultados.

A primeira categoria de análise a ser discutida é a questão de como os alunos concebem um robô. Julgamos essa categoria relevante dentro do trabalho, pois além de ter sido o momento em que os alunos lidaram com robótica pela primeira vez, os resultados obtidos em outros momentos da pesquisa retornavam ao ponto de como os alunos entendiam os protótipos.

4.1 Como os alunos concebem e entendem um robô

De acordo com Martins (2006) há uma tendência das pessoas em atribuir ao robô autômatos. Ele afirma que:

“A popularidade está, justamente, no fato de que, muito antes mesmo dos robôs existirem no mundo real, ou no batente das fabricas, eles já existiam no imaginário das pessoas, na literatura dita fantástica”.(MARTINS, 2006, pg. 13)

Durante a primeira reunião o aluno A1 se refere aos androides perguntando, “*Androide é um robô?*”. Nesse caso percebemos que o aluno traz uma concepção de robô humanoide. Sua visão não está incorreta, já que temos maior contato com esse tipo de robô em filmes, desenhos, séries de TV, jogos etc. Mas um detalhe interessante é que o aluno já passa a questionar se androide é robô, ou seja, começa a incorporar que existem outros tipos e novas opções de acordo com o conceito estudado durante já nessa primeira reunião. Giralt (1997) nos remete a importância que teve a ficção para o estabelecimento dos robôs no imaginário popular.

“Este último aspecto encontra no grande talento do autor de ficção científica Isaac Asimov, um amplificador excepcional que marca o nascimento de um domínio literário e, acima de tudo, funda efetivamente o mito do robô-homem, do androide. Asimov definiu em 1942 “As três leis da robótica” que se tornarão célebres quando em 1950 as pôs em exergo do seu livro que reúne nove histórias de robôs, publicado em França, em 1967, com o título *Les Robots*” (GIRALT, 1997).

Ainda foi possível analisar que há forte tendência em atribuir o que seja um robô a máquinas ou objetos eletrônicos do dia a dia. Constatamos esse fato por via de um questionário aplicado na primeira reunião (tabela 4). Notamos que essas concepções também apareceram nas reuniões seguintes, e que foi o momento em que os alunos estavam iniciando o processo de discussão do que de fato é um robô.

Tabela 4 – Respostas para a primeira questão do questionário (Apêndice A)

Dispositivos que os alunos concebem como robô	Quantidade de respostas
Computador	14
Celular	10
Tablet	4
Eletrodomésticos em geral	3
Equipamento de saúde	1
Televisão	4
Semáforo	1
Câmeras	3
Máquinas em geral	1
Eletrônicos em geral	1
Trem / Metrô	2

Outro dado relevante emergiu na resposta das outras questões, como “possui computador em casa?” e “por qual via você acessa a internet?”. As respostas seguem nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Sobre a presença do computador em casa.

Possui computador em casa?	Quantidade
Sim	9
Não	7

Tabela 6 – Por qual via os alunos acessam a internet.

Via de acesso a internet	Quantidade
Computador	3
Celular	5
Computador e celular	4
Não tem nenhum acesso	4

Se interligarmos os dados das tabelas 4 e 6 notamos o motivo pelos quais os alunos citam computador e celular como robô, resultado que também pode ser percebido nas falas abaixo. Primeiramente por ser o produto a que eles tem maior acesso em seu cotidiano, ou seja, a uma tentativa em relacionar os aspectos do que seja um robô com aqueles objetos que são mais presentes no dia a dia de cada um. E há ainda um segundo fator que é atribuído à automatização, nesse caso há uma aproximação com o que de fato seja um robô, ou seja, apesar de relacionarem o conceito a objetos simples do dia a dia, eles compreendem que o robô, de certa forma, executa alguma tarefa automaticamente.

A1: Ele (o celular) faz parte da sua vida inteiramente, ele faz varias coisas, telefonar, mandar mensagem, entrar na internet.

P: Mas isso não é um robô, uai!

A1: Lógico que é!

A2: Então a máquina de lavar é um robô!

A3: O rádio?

A4: Mas a lâmpada é um robô?

A5: É porque tipo assim, está relacionada com a energia mas...

A6: E o carro, é um robô?

P: Não, ele é uma máquina. Agora se fosse carro automático que não precisasse dirigir aí seria um robô!

A3: Não, aí cê pensa, o computador cê tem que ligar e o carro também!

Há ainda uma segunda passagem nesta reunião em que encontramos outra fala que também nos remete a essa questão da atribuição do que seja um robô a objetos do dia a dia.

A5: Não sei, acho que seja qualquer tipo de máquina. Nunca pesquisei sobre o assunto.

P: O que você acha que é robô?

A2: Ah, pode ser tanta coisa. [sic] eu acho que carro é robô.

Esta questão da automatização, conjuntamente com o apelo midiático dos robôs, nos remete também a posição citada inicialmente, que relaciona os robôs aos objetos que auxiliam os humanos em suas tarefas diárias, muito retratado nas ficções, e que podem levar a alguma confusão em relação ao que de fato sejam os robôs como aponta o Martins (2006).

“Os robôs do mundo industrial, da tecnologia robótica e da mecatrônica nada tem a ver com os robôs da ficção científica, resultantes das fantasias e das invenções dos artistas. Os robôs concretos da tecnologia robótica (projetados e programados para executar, sobretudo, funções industriais) não coincidem com os robôs mágicos da ficção (imaginados com corpo metálico e de aparência vagamente humana, mas apenas imaginados!). Robôs desenvolvidos pela tecnologia robótica servem apenas como pretexto para os robôs da ficção científica” (Martins, 2006, pg. 14)

Isso nos leva a crer que os alunos provavelmente nunca debateram a conceituação de robô, o que indicou prováveis confusões quando se trata de delimitar tal conceito, como podemos notar a seguir em alguns momentos durante a quinta reunião em que foi passado um documentário sobre os robôs chamado “2111: Robôs do Futuro” que mostra como os robôs estão cada vez mais presentes na vida cotidiana dos alunos:

C: E aí, alguém quer falar alguma coisa sobre o vídeo?

A1: Eu queria um robô desses na minha casa.

A2: Eu acho que os robôs deveriam ser usadas em coisas mais uteis, porque se não futuramente eles vão roubar o nosso espaço.

A3: É igualzinho ao filme do Wall-E, em que as pessoas depois de um tempo ficam gordona, não conseguem nem levantar.

A4: Os robôs fazem tudo!

A2: Mas é o próprio homem que cria

E ainda na primeira reunião, que o aluno A3 se refere a sua familiaridade com os robôs com a seguinte fala “*É, porque tem um tanto de coisa aí que a gente*

nunca viu!". Essa fala implica novamente na provável dificuldade para delimitar o que seja um robô, já que esse tipo de discussão ou ação não faz parte do dia a dia dos alunos nos modelos tradicionais de ensino e aprendizagem. Eles não reconhecem os instrumentos e peças necessárias para construção de robôs e logo é possível que não consigam pensar no que seja um.

Outro resultado interessante sobre a concepção de robô dos alunos veio de um questionário aplicado ao final da pesquisa. Uma das questões solicitava ao aluno apontar sobre vantagens e desvantagens na utilização de um robô para o processo de titulação. Tivemos as seguintes respostas que apontavam para vantagens do processo.

A1: *"[...] o objeto que nós trabalhamos não teve nenhuma desvantagem, por ser muito prático e com grande agilidade"*

A2: *"vantagens: 1º interessante, 2º a medição das substâncias ficar mais precisa e 3º agilizar o trabalho e o tempo ficar reduzido"*

Notamos que os alunos trabalharam implicitamente com o conceito de robô que foi discutido durante as reuniões, por exemplo, o conceito de Ulrich (1986), que trata os robôs como auxiliares para atividades humanas, sendo capazes de realizar diferentes tarefas em um curto período de tempo. Isso fica claro quando os alunos citam agilidade, precisão e tempo em suas respostas. Em relação às desvantagens de utilização do robô uma aluna fez o seguinte apontamento:

4.1.1 A produção de modelos e o conceito de robô

Outro meio em que foi possível analisar as concepções de robô foi em uma das atividades realizadas pelos alunos em que foi solicitada a representação dos protótipos através de modelos feitos em desenhos. Após várias discussões e consensos por via colaborativa (Panitz, 1996) foi decidido que seria construído um robô que auxiliaria os alunos a estudar o conceito químico de ácidos e bases. Após a realização de um experimento de titulação, considerou-se que o processo não era preciso quando controlado manualmente como notamos nas falas abaixo.

C: E porque a gente usaria um robô em vez de fazer com a mão, você tem ideia?

A7: Não!

C: Você acha que com o robô é melhor do que com a mão? Teremos mais controle com o robô do que com a mão?

A7: Acho que sim, porque ele vai saber a quantidade exata de pingar, né? Agora com a mão você pode errar e pingar a mais ou menos.

C: Fantástico!

A2: Parabéns, eu adorei!

A7: Ai eu colocaria dois eixos, um para o lado de cá e outro para o lado de lá. Aí faria ele girar para ter mais precisão.

Notamos aqui a presença de uma discussão colaborativa em que os alunos e o colaborador tentam deixar clara quais são as funções do robô que é modelado. A partir dos questionamentos do colaborador o aluno explica como o autômato vai facilitar o processo de titulação se for construído da maneira que é representado no papel. Em sua fala notamos que é provável que ele tenha compreendido que um robô facilita o processo citando que os pontos de articulação serão úteis para tal objetivo. Em uma segunda fala o aluno relata um processo parecido com o anterior na tentativa de superar o problema da precisão quando a titulação é realizada manualmente.

C: Agora explica o seu aí!

A1: Eu estava tentando basear no que o professor disse naquela aula, esse aqui ó. Aqui teria que ter alguma coisa para apertar isso aqui, ó, para pingar.

C: O que você sugere para ele?

A7: Esse aqui teria um jeito se o computador instalado soubesse a quantidade certa e deixasse pingar, para depois tampar o buraco para não pingar mais ou menos.

C: Ele falou o seguinte, teria um sistema de pingar continuamente, aí você teria que pensar somente em fechar para não pingar mais ou menos do tanto que você quer. É como se você fosse colocar uma tampa aqui, entendeu?

A8: Quem desenhou?

A1: Eu!

A8: Nossa, parabéns!

Nesse caso o aluno A7 identificou e possivelmente entendeu a importância do computador e da programação para a solução do problema de seu autômato, o que corrobora com o conceito estudado, visto que para controlar o robô sempre é necessária uma programação que define a tarefa que será executada. Partindo

dessas discussões colaborativas os alunos decidiram que montariam um braço mecânico capaz de titular somente com um controle simples de abrir e fechar a válvula das buretas através do robô. Após vários consensos os alunos possivelmente construíram o conhecimento a partir de uma fala comum por via do processo colaborativo, em que todos iam concordando, discordando e contribuindo ativamente com o processo (TORRES *et al*, 2004).

Então os alunos produziram os desenhos em grupos, discutindo e propondo alternativas para o futuro robô. Analisaram-se as concepções dos alunos partindo de seus modelos. Foram selecionados quatro desenhos.

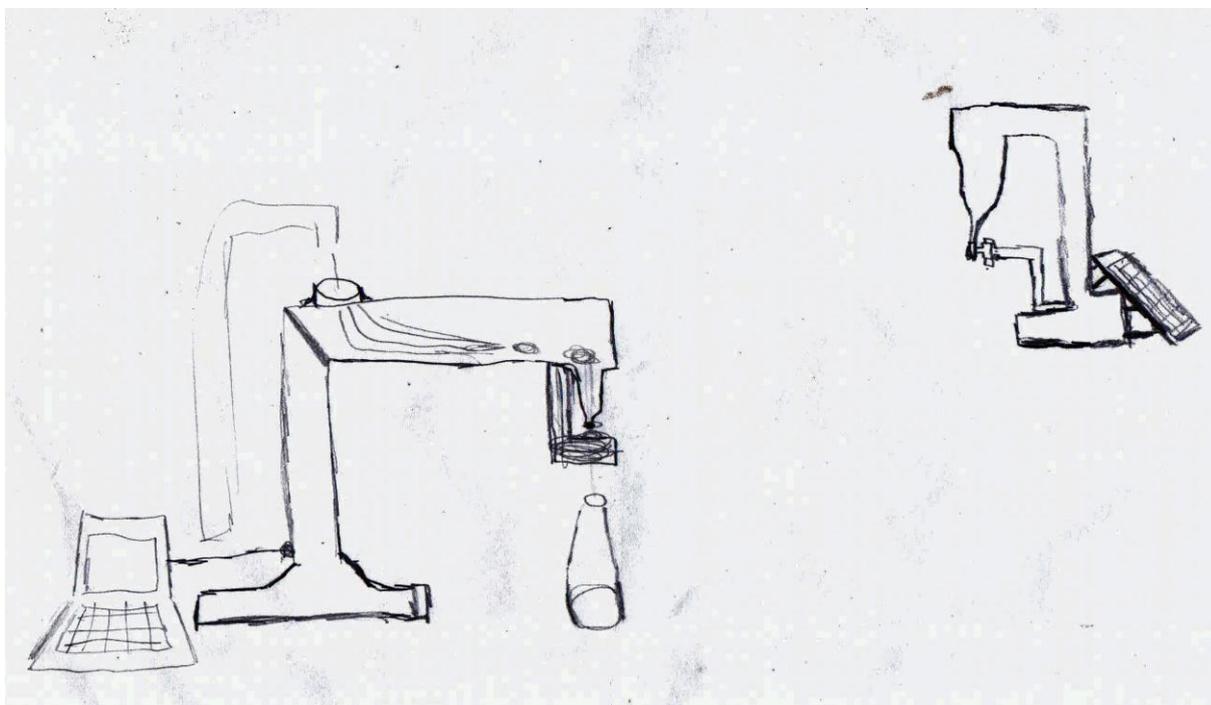


Figura 11: modelo em desenho produzido por aluno.

No primeiro desenho (figura 11) notamos que, através das frequentes discussões, os alunos compreenderam bem que para o funcionamento de um robô é necessário o computador para programar e controlar os movimentos que foram pensados, acompanhando o conceito apontado por Maisonette (2002), ou seja, um robô sempre será controlado por um computador, dependente de uma programação humana.

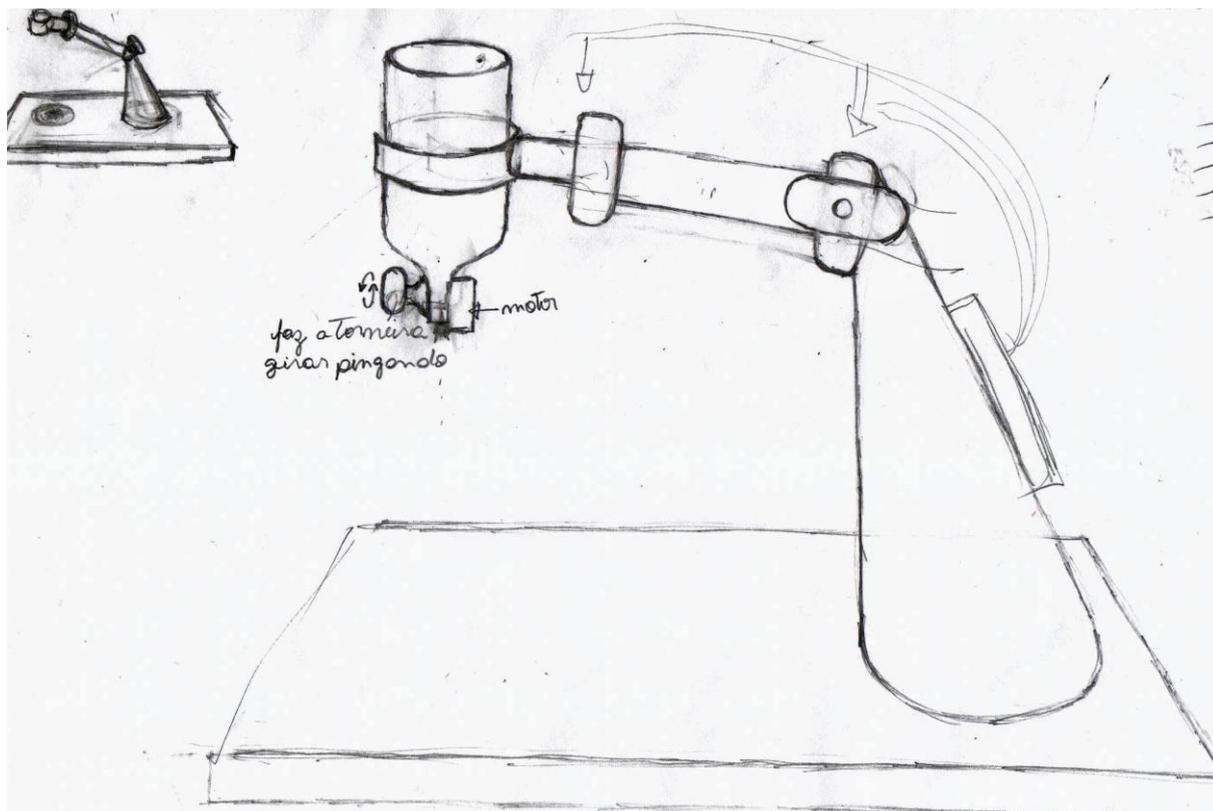


Figura 12: modelo em desenho produzido por aluno.

Continuando a considerar esse aspecto, somente em um desenho (figura 12) não se nota a presença do computador, indicando que alguns alunos ainda continuaram com visões simplistas acerca dos robôs. De acordo com Martins (2006), que discute a tão frequente visão, ele afirma que “a popularidade está, justamente, no fato de que, muito antes mesmo dos robôs existirem no mundo real, ou no batente das fábricas, eles já existiam no imaginário das pessoas”. Isso nos remete a pensar na situação frequente, já que os únicos contatos que os alunos têm com os robôs em seu cotidiano são nos filmes de ficção científica, que agregam justamente essa visão de que o robô é um ser autônomo e que necessita de pouca ou nenhuma intervenção humana para realizar seus movimentos.

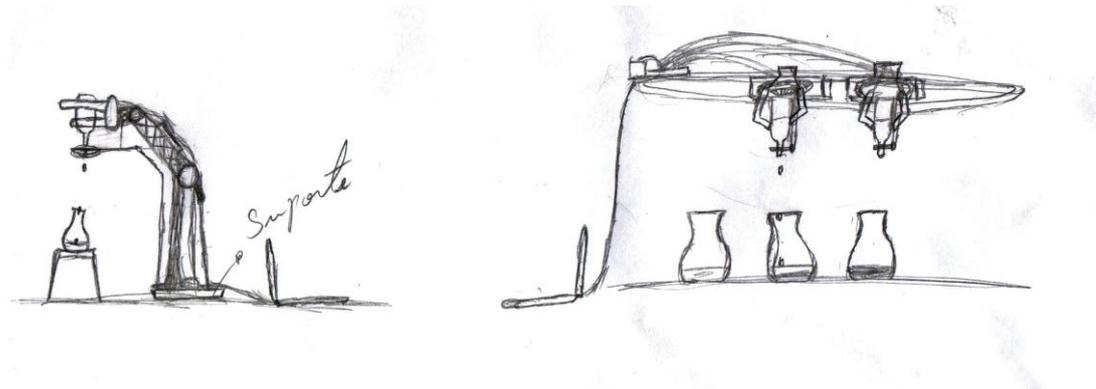


Figura 13: modelo em desenho produzido por aluno.

Na figura 13 detecta-se que o aluno domina as técnicas de desenho, o que implicou na importância de considerar o conhecimento prévio do aluno destacado por Silva (2013).

“O conhecimento prévio é uma categoria que se destaca na interpretação e leitura dos dados, pois corresponde a um elemento iniciador da discussão no trabalho colaborativo. Explorar esse conhecimento significa partir da perspectiva do aluno, ou seja, acompanhar o primeiro contato interpretativo da atividade” (Silva, 2013, pg. 214)

Na atividade ele ainda sugere uma forma alternativa de construção para o robô titulador que parte de um “deslize” em trilhos da peça que faria as titulações precisamente. Neste caso o modelo sugerido pelo aluno passa a ser elemento chave dentro do processo colaborativo, instigando os outros alunos a discutirem e produzirem dentro da proposta, como percebemos na fala abaixo:

A2: Olha, muito legal a ideia dele!

A7: Aqui tem um motor para fazer ele girar. Aí o computador vai servir para determinar a quantidade que vai gotejar na substancia. Depois que você digitar a quantidade ele deixará pingar, aí quando chegar em determinada quantidade ele fecha com esse eixo aqui, que terá um motor para fechar.

A2: Esse aqui serve para que?

A7: Essa seta está falando sobre esse braço. Vai servir para segurar, firmar ou até mesmo soltar o negocio.

A2: Isso daqui é um parafuso?

A7: Não, isso aqui é só um negocio dele, que ele vai girar.

Isso nos remete ao caráter de interesse e motivação da robótica pedagógica, já que os alunos vão além do que é solicitado, explorando suas respectivas criatividade. Nesse aspecto, percebemos o valor lúdico presente na robótica educacional, o que nos indica que o robô pode ser considerado como brinquedo educacional, já que através do aparato é possível manipular o conceito químico por via da atividade experimental baseados em modelos teóricos vigentes. (SOARES, 2013).

4.1.2 A importância do erro e sua relação com o conceito de robô.

Segundo De La Taille (1997) erros “são ideias que contradizem os conhecimentos solidamente estabelecidos pela humanidade”. O autor os separa em duas categorias: erro negativo e positivo. O erro negativo consiste na evidência da diferença entre o conceito certo e errado. O autor afirma que esse tipo de erro é importante para se diagnosticar o nível de desenvolvimento que se encontra o indivíduo. O erro positivo é aquele que se trata das teorias construídas a partir da reflexão dos próprios sujeitos. É uma reflexão sobre o mundo e é preferível teorias erradas à ausência delas. Portanto, temos que considerar o erro do aluno pois, assim é possível relevar a construção e interpretação que o indivíduo faz do meio que o cerca e ser possível partir do que o aluno já concebe para que ele aprenda e se desenvolva. É importante ressaltar que as duas categorias de erro ressaltadas pelo autor no parágrafo anterior se complementam, o erro deve ser importante contribuinte no processo de ensino e aprendizagem.

Observamos que um dos alunos descreve em meio às discussões uma questão relacionada ao controle da substância que será titulada. Na figura 14 o estudante escreveu a seguinte frase: “o computador servirá para medir a quantidade que deverá pingar da substância manualmente” esse é um pensamento próprio, mas que evidencia o distanciamento do conceito aceito socialmente como certo, que no caso deveria separar o que é feito pelo computador e o que é feito manualmente. Assim o aluno possivelmente confundiu o termo automação presente no conceito de robô quando ele mistura o controle efetuado pelo computador com algo que é controlado com as mãos.

Outra questão que é importante ressaltar é o problema ou erro positivo, que foi encontrado na questão do controle da quantidade de substância que será

administrada pelo robô, sendo que os alunos não sabiam como controlar o dispositivo para tal controle.

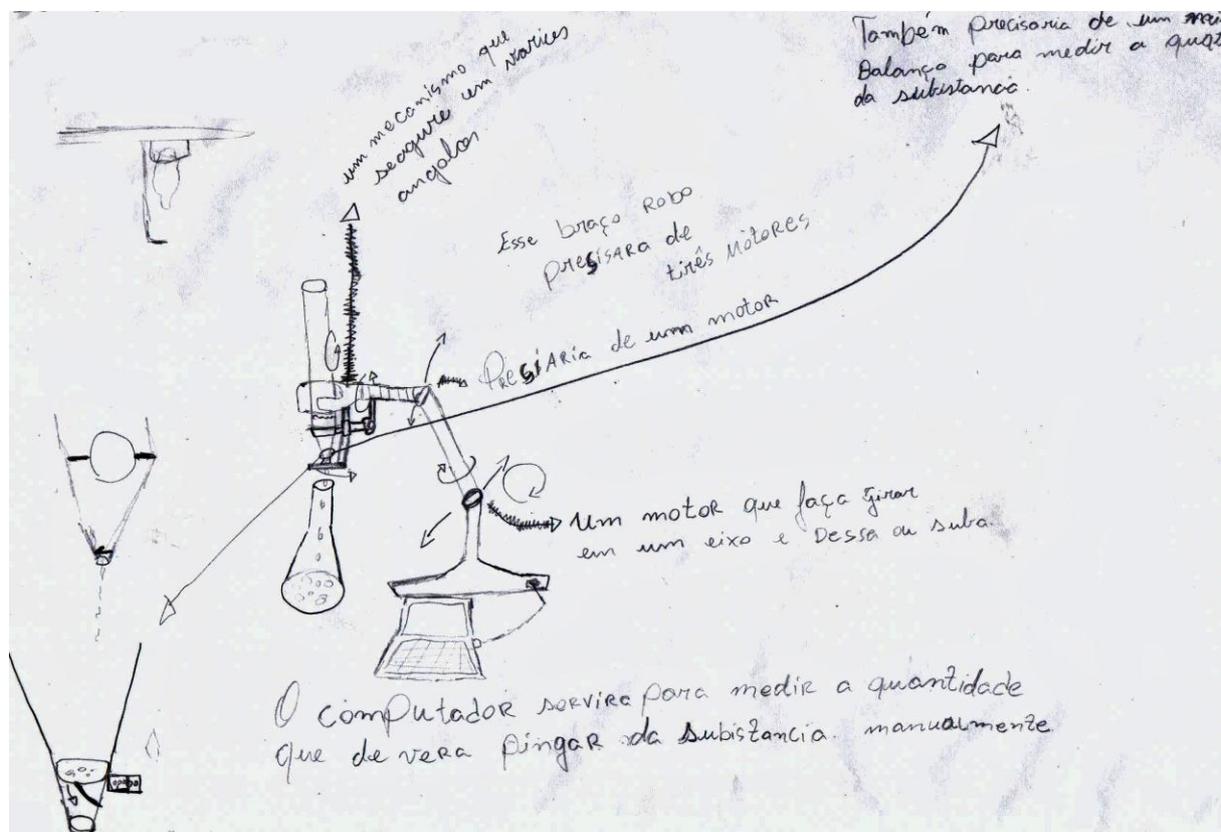


Figura 14: modelo em desenho produzido por aluno.

Nesse aspecto o eixo articulador se estabelece como uma problemática, isto é, todos os robôs evidenciavam o mesmo problema. Uma aluna visualiza e questiona como os grupos controlarão o gotejamento das soluções de forma precisa. Logo os grupos começam a se organizar com intuito de superar tal problema e chegam ao consenso de que o controle deverá ser feito através de uma trava como explicitados nos desenhos 10 e 11 ou através do controle direto da torneira como nos desenhos 12 e 13. Percebe-se que o problema foi tratado como um desafio e ainda caracterizou a motivação em que os alunos utilizaram de suas respectivas criatividade para solucionar tal caso. O que se mostra com a participação da aluna é que o erro foi tratado como um problema direcionador da atividade. Como verificamos na fala

A6: Em todos os desenhos tem o mesmo problema. Tem a ideia do menino ali, fazer o controle pelo computador.

C: O tempo vai ser controlado pelo computador. Foi interessante e a gente tem que partir dessa ideia

dele, para a solução dos outros. É que nem você falou, em todos eles o problema era fechar o sistema. Ele deu uma solução, a gente pode tentar adaptar para os outros.

Vale ressaltar que o aluno que propõe o modelo da figura 14, não participou das discussões sobre os conceitos de robótica e das atividades práticas de titulação, pois começou a frequentar as reuniões após as discussões e a atividade experimental. Esse fator pode ser considerado sob três aspectos: 1) o aluno se esforça e se posiciona a partir de suas concepções prévias e 2) o erro se confronta com as concepções construídas pelos alunos a partir das reuniões iniciais 3) e que tal confronto contribui para a formação da problemática. É importante considerar que mesmo que não existisse tal erro, o problema emergiria, uma vez que o problema surge no contexto da atividade experimental, o que configura a grande vantagem do uso de uma atividade colaborativa na elaboração e futura construção de protótipos de robôs.

Há ainda uma sucessão de falas na oitava e na nona reunião em que os alunos estão desmontando uma CPU e uma impressora de computador para o aproveitamento das peças, há também detalhes de anotações retiradas do caderno de observações do pesquisador que estão em negrito.

Reunião 8

A1: Agora sim descobri como é que tira!

A2: Consegui!

A1: Retirou tudo, tem mais parafusos?

A2: Tem!

A1: Essa trava está atrapalhando! Pronto.

Na reunião 9, depois de desmontarem uma impressora, a estrutura básica do robô era a parte central dela, sendo o conjunto de trilho, motor e engrenagens, como pode ser visto na fala a seguir.

C: O motor já está aqui, pode deixar ele aqui, agora tem que retirar essa placa aqui.

A aluna vai retirar a placa e conta com a ajuda das colegas para a tarefa.

C: Saiu? Está vendo esse fio aqui, retira ele.

C: Pega o computador lá! Se caso o motor não funcionar a gente troca ele. Parece que esse motor não funciona.

Os alunos farão a troca do motor, que será substituído por outro que foi retirado de outra impressora.

C: Para troca o motor vocês vão retirar esses dois parafusos aqui e depois retirar o motor. Coloquem

esse outro e parafusem novamente.

A2: Professor, retirei os parafusos e agora?

C: Empurra aquela peça branca lá e retirem a borracha, aí o motor sai!

A1: Empurra lá!

Quando o motor foi substituído fizemos o primeiro teste do trilho. A peça funcionou normalmente.

C: Dá certo, agora temos que usar essa peça aqui.

A2: A do cartucho?

C: Isso! Agora tem que retirar essas peças daqui. Não se esqueça de retirar essas engrenagens aqui, mas tomem cuidado para não retirar o trilho. E podem retirar esse motor aqui também!

A2: Esse motor aqui está fácil!

C: Tem que usar uma chave maior que ai fica mais fácil para retirar!

Nas passagens anteriores percebemos que as tentativas de retirar as peças dos componentes lidamos com alguns problemas ou ainda, erros positivos, no andamento da atividade. Mas como citado anteriormente (De La Taille, 1997), esse é um tipo de erro positivo que não implicou na desistência dos alunos em relação à atividade que era executada por eles. O erro implicou numa postura que permitiu que os alunos superassem as próprias dificuldades. Na nona reunião ainda surgiu o problema com o motor da peça retirada da impressora que exigiu uma troca e conseqüentemente mais dúvidas e dificuldades.

Outro dado que emergiu foi o processo colaborativo tendo o pesquisador/colaborador como elemento de prestígio, já que suas falas se sobressaíram dentro do processo para problematizar e possivelmente indicar as falhas contidas nos modelos propostos pelos alunos (Silva, 2011), mas é importante destacar que os alunos se mantinham concentrados e empenhados em superar os problemas impostos pelas peças, por isso suas falas ficaram restritas na passagem. Isso também nos indica o caráter sério da atividade que mesmo que os integrantes se divertindo no decorrer da tarefa, ainda os induziu a um desafio a ser superado não retirando o caráter sério da atividade (Huizinga, 2001; Santos, 2010)

A segunda categoria de análise contempla aspectos de jogos e atividades lúdicas na utilização da robótica pedagógica.

4.2 Aspectos lúdicos da atividade envolvendo a robótica pedagógica e a colaboração.

Considerando o referencial adotado por pesquisadores da área de jogos e atividades lúdicas aplicadas ao ensino Soares (2013); Kishimoto (1996); Brougere (1998); Huizinga (2001) e Santos (2010) uma atividade lúdica seria aquela atividade que por si só traz um divertimento a quem a pratica. Aqui temos de considerar um fator importante, já que Brougere (1996) considera o jogo como uma atividade lúdica. É inerente pensar que no ato de jogar há diversão, ou seja, está presente no jogo a atividade lúdica, assim poderíamos pensar na robótica como uma atividade lúdica, jogo, brincadeira ou brinquedo? A seguir temos algumas falas que caracterizam os momentos em que os alunos provavelmente estavam se divertindo enquanto discutiam os experimentos, construíam o robô ou mesmo o manuseavam.

Notamos que essas reações já ocorreram na primeira reunião em que os alunos estavam montando os primeiros projetos que envolviam ligar, programar e reprogramar LEDs com diferentes efeitos, e isso caracteriza a robótica como uma atividade lúdica:

A1: "Como é que você sabe que é vermelho e amarelo?"

A2: "Tem que seguir as cores aqui!"

A1: "Será que isso, a cor da lâmpada tem que ser da cor dos fios?"

A3: O senhor vai ligar isso aí?

C: Claro

A1: Onde?

C: No computador, a gente tem que fazer funcionar, ué!

A3: Se for pra ligar, tem que ser agora! Mas eu acho que este aqui está errado, não? Este aqui não tem que estar virado ao contrário? Você colocou as duas assim, não era assim?

A4: Não, tem que ser desse jeito aqui, perninha pequena vem bem aqui ó!

C: Foi aí?

A4: Foi, só não sei se está tudo certo!

A1: E se os leds estiverem queimados?

A2: Que louco!

Nesse momento da primeira reunião a robótica pedagógica como uma atividade lúdica provoca no aluno, como aponta Santos (2010, pg. 27) "a busca por desafios, por meio de materiais concretos, seja no desmontar materiais ou em

adaptar o seu projeto ao material disponível” e esse fator está interligado a construção de estratégias, que naquela circunstância foram necessárias para superar o problema que surgiu na atividade, em que os LEDs não estavam funcionando adequadamente.

Na terceira reunião foram realizados alguns experimentos de evidências de reações químicas para começar a discutir os fenômenos químicos para por fim alcançarmos a discussão sobre ácidos, bases e titulação. Naquela reunião houve as seguintes falas:

A4: Quando coloca o vinagre no bicarbonato libera gás, é?

C: O que produz nessa reação?

A3: Está produzindo um gás.

P: Agora olha o frasco como está. É mais uma evidencia de reação química!

C: Aqui temos duas evidencias de reação química. Liberação de gás e absorção de energia.

A6: Tem como fazer experimento de mudança de cor aqui?

P: Tem

A6: Seria mais louco!

Nestas falas citadas anteriormente temos mais uma vez o mote colaborativo entre alunos, professor e pesquisador e que estão interligados à relação lúdica que a atividade colaborativa proporcionou. Podemos perceber que os indivíduos se interessam pelos fatores que causam a reação química na tentativa de entender a mudança de cor da mistura, o visual atrai e instiga a tentativa de compreender o que se sucede no fenômeno. Neste caso percebemos que os alunos são autores e tem voz relevante dentro do processo (Silva e Soares, 2013) inclusive sugerindo alternativas de experimentos que podem ser realizados. Isso também corrobora com a proposta de Brna (1998) sobre a colaboração como processo que contribui para a formação do pensamento e do questionamento a partir do grau de liberdade e na relação que se estabelece entre os integrantes da atividade.

A seguir foram adicionadas outras falas em que os alunos colaboram, participam e se divertem durante as reuniões. Notemos o integrante A2, elemento de prestígio (Silva, 2011), comparecendo e questionando nas falas da reunião 5.

Reunião 5

A2: Tem como esse experimento aqui voltar a ser rosa?

C: Tem! Traz um aí. Uma gota que a gente pingar já muda.

A2: Porque só uma gota?

C: Porque ele já está no ponto de viragem! Olha lá, viu!?

A1: O que é isso aí?

C: É o hidróxido de sódio.

A2: E para ele ficar neutro de novo?

C: É só adicionar uma gota do biftalato. Faz aí!

A3: Era para ficar dessa cor assim, né?

C: Ou se possível mais claro ainda! Aí, viu!?

A2: Que legal!

Segue abaixo mais uma fala na décima terceira reunião que também é importante para compreendermos o processo colaborativo, a atividade lúdica e suas relações com a robótica pedagógica.

Reunião 13

C: Pronto, aqui temos os três indicadores com ácido e base. Agora olhem aqui. Essa solução é ácida não é?

A4: Agora está neutralizando o ácido?

C: Isso, exatamente!

A1: Até quando acontece isso?

C: Até que todo o ácido seja consumido. Essa diferença é porque o ácido está muito mais concentrado que a base.

A4: Então agora tem mais base que ácido?

C: E o que acontece quando colocamos o ácido de novo?

A4: Fica branco uai, volta a ser ácido!

A6: E se fizermos com o azul?

P: Acontece a mesma coisa!

A6: Que doído!

Nesta passagem da décima terceira reunião (alunos utilizando o robô para titular) conjuntamente com as falas da primeira e da terceira reunião, notamos que os alunos trabalham de forma colaborativa como descreve Panitz (1996), eles tomam uma posição central, questionando e construindo o conhecimento, percebemos que a fala de um aluno vai incentivando o restante a contribuir com o andamento da atividade. Aqui também podemos estender a relação para o caráter

lúdico que envolve a motivação e o prazer nos momentos em que a solução muda de cor e os alunos se interessam em saber o porquê daquele fenômeno (Soares, 2013; Santos, 2010).

Em uma outra passagem o professor da disciplina participa com a seguinte fala: *“Ó e vocês tem que também observar que é a primeira vez que a gente tá mexendo com isso, né? Principalmente eu, é minha primeira vez. Ele já viu isso! Olha aí pra vocês verem, vocês estão experimentando.”* Além de ser colaborador, o professor deixa claro que esse é um ambiente de livre exploração, para que os alunos se sintam ainda mais a vontade em relação ao que estão praticando, isso implica na liberdade do jogo que de acordo com Soares (2013)

“se caracteriza pela incerteza que predomina no próprio, o caráter improdutivo de não criar nem bens nem riqueza e, por fim, as regras [...] o jogo é uma ação voluntariosa, um fim em si mesmo, não pode criar nada e não visa um resultado final” (Soares, 2013).

Em uma situação essa liberdade de jogo ficou muito clara no decorrer das reuniões. Foi solicitado aos alunos que construíssem pequenos projetos em que tinham que ligar lâmpadas de LED para testar o Arduino e o software. Alguns alunos não conseguiram participar da atividade inicialmente, pois tínhamos poucos equipamentos em sala. Portanto, foi sugerido que a outra parte da turma montasse o mesmo projeto para que todos pudessem ter a mesma oportunidade para manusear e se familiarizar com os equipamentos. Um dos alunos que havia participado da primeira montagem volta a tomar a iniciativa, sendo que desta vez o projeto era para o segundo grupo de alunos que não participou da atividade anterior. O indivíduo estava interessado e continuou participando da atividade. Isso caracteriza o quanto ele estava motivado e tendo algum prazer em desenvolver os projetos, remetendo mais uma vez o ludismo e a liberdade de jogo por trás da proposta de robótica pedagógica.

Outra relação que pode ser estabelecida com a colaboração nesse caso é a aparição do elemento de prestígio dentro do grupo descrito por Silva (2011) em que o aluno se sente pertencente ao grupo que integra, independente de quem participa

da atividade. Notamos que o grau de pertença é positivo já que ele se abre para o enriquecimento de seu próprio conhecimento, seja ele prático ou teórico o que permite uma avaliação de sua experiência.

Notamos ainda que ele se sobressai e participa mais de acordo com a fala da reunião 13 da página 74, isso condiz com a literatura sobre colaboração, já que sempre tem um(ns) aluno(s) que toma(m) frente do trabalho e auxilia(m) os colegas. Aqui podemos voltar a citar Panitz (1996) que relata em seu artigo que no processo colaborativo, os integrantes do processo são responsáveis por sua aprendizagem e também pela aprendizagem de seus pares. E naquele momento, tal aluno foi responsável pela aprendizagem dos colegas, já que ele foi o ímpeto que faltava para o início da atividade do segundo grupo.

Estabelecemos ainda aproximação com a ideia de Elemento de Prestígio descrita por Silva (2011). Através da participação do aluno, tanto na fala, quanto na prática, ele se estabelece como um indivíduo que encoraja os outros participantes no processo colaborativo naquele instante. No momento que o aluno, espontaneamente, participa da construção dos projetos ele se sobressai, pois está se sentindo parte daquele grupo. Esse é um fator diferencial que proporcionou o prosseguimento da atividade e que também influenciou no encorajamento dos outros colegas para participarem ativamente do trabalho. Analisamos ainda que esse elemento de prestígio possibilitou que o processo colaborativo fosse avaliado nessa reunião, já que foi através de sua ação que se instaurou um trabalho em que os alunos compartilharam ideias, experiências e chegaram a um consenso final para a montagem do projeto.

Ainda durante essa reunião, houve certa ansiedade para ver o funcionamento do projeto. Essa sensação também indica uma relação com as características da tensão e incerteza presente no jogo, já que se trata de um projeto que os próprios alunos desenvolveram em um ambiente de livre exploração e claro, estavam querendo ver seu primeiro projeto de robótica em funcionamento, como descreve Huizinga (2001).

“apontamos entre as características gerais do jogo, a tensão e a incerteza. Está sempre presente a pergunta: ‘dará certo?’

Esta condição verifica-se mesmo quando jogamos paciência ou fazemos quebra-cabeças, acrósticos, palavras cruzadas, diabolô etc” (Huizinga, 2001, pg. 55).

Percebemos aqui o fator tensão e incerteza na fala do aluno.

A3: Se for pra ligar, tem que ser agora! Mas eu acho que este aqui está errado, não? Este aqui não tem que estar virado ao contrário? Você colocou as duas assim, não era assim?

A4: Não, tem que ser desse jeito aqui, perninha pequena vem bem aqui ó!

C: Foi aí?

A4: Foi, só não sei se está tudo certo!

A1: E se os leds estiverem queimados?

Percebemos então que a ansiedade permitiu o estabelecimento de uma relação de colaboração. Os alunos esperam que o robô funcione, mas ao mesmo tempo estão inseguros, pois não têm familiaridade com os componentes. Aqui há ainda uma mobilização para a solução do erro, em que os alunos tentam alcançar o consenso de qual intervenção tomar para a solução do problema.

Na sexta reunião, que foi solicitada a representação dos modelos em forma de desenho, um dos alunos se sobressai novamente, sendo que foi o mesmo da primeira reunião. Segue a fala abaixo:

A1: Eu to pensando em fazer assim para segurar.

C: Bom, pensa aí! Não sei se vocês se lembram do equipamento que a gente usou. Ele é assim, ó: tinha a bureta, né? Essa com a chave aqui. E aqui em baixo o erlenmeyer. E ai ele gotejava aqui, ó, para a substância mudar de cor, fizéssemos o cálculo e descobrimos a concentração da substância que estava aqui. Pensa no braço aqui, você quer que ele movimente aqui, aqui e aqui? Aí você lista aí o que você vai precisar. Lembra que esse é a parte de projetar. Como é que é, explica aqui o que você está fazendo.

A1: Estou tentando fazer isso aqui, os dedos para poder segurar ele assim, ó, para poder segurar na hora de virar.

C: Ou seja, você pegaria isso aqui ó, aí ele faria esse movimento.

A1: É, para ele imitar o movimento da mão.

C: E aí, onde você colocaria os motores? Você quer que movimente onde?

A1: É, movimenta aqui também e essa parte aqui dele.

C: Então você terá que usar dois motores nele, presta atenção que aí você vai fazer a lista para saber o que você precisa, por exemplo, dois motores para movimentar aqui e aqui. Vai precisar de uma garra também, com os dedos assim ou assim?

A1: É melhor de três, para segurar!

Percebe-se que durante a atividade o indivíduo consegue explicar detalhadamente o funcionamento de seu robô e propor soluções para os questionamentos que são colocados sobre seu projeto. Ele indica que consegue refletir sobre seu desenho e propor as soluções para eventuais problemas, pois o ambiente colaborativo e lúdico proporcionou que esse aluno se posicionasse livremente e se expressasse de acordo com o que considerava correto (Soares, 2013 e Santos, 2010). Notamos uma provável formação de autonomia no pensamento por parte do aluno, que conjuntamente com os colegas chegam ao consenso sobre qual o melhor caminho para produzir o robô (Silva e Soares, 2013).

Se compararmos esse caso com uma atividade experimental, por exemplo, o aluno seguiria um roteiro e qualquer eventual problema durante a atividade ele não poderia sugerir novas rotas de experimentação. Na robótica isso é possível, no qual os alunos poderiam, por exemplo, sugerir e alterar componentes diretos e importantes para o funcionamento do robô.

Um segundo grupo de alunos, nessa mesma reunião, também se sobressaiu, desenhando e explicando o seu modelo. Seguem as falas abaixo:

A2: Olha, muito legal a ideia dele!

A7: Aqui tem um motor para fazer ele girar. Aí o computador vai servir para determinar a quantidade que vai gotejar na substancia. Depois que você digitar a quantidade ele deixará pingar, aí quando chegar em determinada quantidade ele fecha com esse eixo aqui, que terá um motor para fechar.

A2: Esse aqui serve para que?

A7: Essa seta está falando sobre esse braço. Vai servir para segurar, firmar ou até mesmo soltar o negocio.

A2: Isso daqui é um parafuso?

A7: Não, isso aqui é só um negocio dele, que ele vai girar.

C: E porque a gente usaria um robô em vez de fazer com a mão, você tem ideia?

A7: Não!

C: Você acha que com o robô é melhor do que com a mão?

A7: Acho que sim, porque ele vai saber a quantidade exata de pingar, né? Agora com a mão você pode errar e pingar a mais ou menos.

A2: Parabéns, eu adorei!

A7: *Ai eu colocaria dois eixos, um para o lado de cá e outro para o lado de lá. Aí faria ele girar para ter mais precisão.*

Mais uma vez emerge a formação de um pensamento autônomo proporcionado pelo ambiente de livre exploração do momento da atividade (Soares, 2013). Notamos ainda a fala de outro “*Parabéns, eu adorei!*” indicando mais uma vez o prazer em participar da atividade e compartilhar com os colegas aquele momento de aprendizagem.

4.2.1 Robótica pedagógica é atividade lúdica, jogo, brincadeira ou brinquedo?

A diferenciação entre atividade lúdica, jogo, brincadeira ou brinquedo, é discutida por Kishimoto (1998) que aponta três diferentes níveis, são elas: 1) jogo como resultado de um sistema linguístico; 2) jogo como um sistema de regras e 3) jogo é um objeto. Nota-se que a atividade de robótica pedagógica se enquadra predominantemente na terceira categoria. Por exemplo, em variados momentos o manuseio do robô se dá como um brinquedo (objeto), pois estabelece uma relação íntima com quem o manuseia. Vale destacar também que em outro momento em que se utiliza da programação para o funcionamento do robô, ele se estabelece como o resultado de um sistema linguístico. De acordo com Soares (2013) o brinquedo se caracteriza como lugar/objeto/espço no qual se faz o jogo ou a brincadeira e o robô então é o objeto manuseado como brinquedo e a atividade de robótica pedagógica é o jogo, em sua essência em que se estabelecem as relações com o ludismo, as regras e as ações dos indivíduos em relação ao robô.

O robô como brinquedo apresenta regras implícitas que são impostas pela limitação do próprio objeto que é o protótipo e são decorrentes da realidade física e lógica (Soares, 2013). Ao jogador cabe se habilitar, ter empatia com o robô e aceitar o desafio proposto que é construí-lo e manuseá-lo. Já as regras explícitas são decorrentes das limitações do material que direcionam sua utilização segunda uma rotina, como notamos nas falas abaixo quando um aluno ensina seu par o manuseio.

A1: Quer vir mexer aqui na máquina?

A2: Como é, já está ligado?

C: Mostra pra ela como funciona ai.

P: Você pode ligar aqui e manusear por esses dois aqui.

A2: Aqui controla, né?

P: Aqui você vai mudar o sentido. Aqui é que você vai ligar pra ele ir mais rápido ou mais devagar.

A1: Está vendo aqui? Para esse lado aqui ele vai pra esquerda e para esse lado aqui ele vai pra direita.

P: Aperta ai agora. Ai, agora pode até soltar. Ai você vai controlar aqui, tá vendo, agora ligou, ai para cá ele vai mais devagar e para lá ele vai mais rápido.

A1: Cuidado porque tem hora que ele vai de uma vez.

C: É, tem que ter a sensibilidade, você viu?

A2: É, ele não está movimentando porque está para o outro lado, não?

C: Já está no máximo?

P: Olha lá, ele está começando a movimentar. Está vendo ó. Aqui ele parou. Desligou, aí se você vira a chave ele vai rodar para o outro lado. Você vai controlando ele, pode até virar para cá, vai testando ele ai.

A1: Aí você está ligando ele, agorinha ele vai começar a mexer.

A2: É quase igual a aprender a dirigir, né? Você vai medindo a embreagem lá até pegar o ponto certo.

A1: viu só, ele volta de uma vez, é porque ele estava ligado no máximo lá.

C: Agora ele vai mais devagar.

A2: Já está no máximo de novo e ele não saiu do lugar.

A3: Opa, é porque ele já estava no limite e você não mudou o lado.

C: Agora tenta movimentar ele pra lá. Agora para, gira tudo para desligar ele.

Há ainda um caso especial de regras e obrigações que são estabelecidas pelo estado colaborativo que Brna (1998) conceitua como regras implícitas de convivência. É consenso dentro do grupo que os alunos que estão construindo o robô não troquem socos entre si, por exemplo, mesmo quando há desavenças em suas opiniões ou posturas. Então, de acordo com Brna (1998) essa regra funciona como um contrato social entre os colaboradores.

Existem também outras obrigações e regras do processo colaborativo que podem fazer relação com o jogo e o brinquedo. As relações de aprendizagem que se concretizam na medida em que a colaboração vai se desenvolvendo faz com que os participantes sejam responsáveis pelo seus atos e pela aprendizagem de seus pares (Panitz, 1996). Essa obrigação dentro do processo colaborativo é importante para

que a robótica equilibre sua função lúdica com a função educativa descritos por Kishimoto (1996).

4.2.2 Níveis de interação entre jogador e jogo e a colaboração

A descrição de Soares (2013) sobre os níveis de interação entre jogo e jogador que seguem no quadro abaixo.

Tabela 7: níveis de interação entre jogador e jogo

Nível de interação	Características
1	Atividades lúdicas que permitem pela manipulação de materiais que funcionam como simuladores de um conceito conhecido pelo professor, mas não pelo estudante, dentro de algumas regras preestabelecidas, em que não haja vencedores ou perdedores, primando-se pela cooperação.
2	Utilização de atividades lúdicas, nos quais se primará pelo jogo na forma de competição entre vários estudantes, com um objetivo comum a todos, podendo ou não ser realizada em grupos. Geralmente jogos de cartas e tabuleiros.
3	Construção de modelos e protótipos que se baseiam em modelos teóricos vigentes, como forma de manipulação palpável do conhecimento teórico. Elaboração de simulações de jogos por parte dos estudantes, como forma de interação com o brinquedo, objetivando a construção do conhecimento científico, logo após o conhecimento ser estruturado. Em síntese, esse nível é aquele em que se manipula um material como um brinquedo. Aqui também estão previstas atividades coletivas de construção sítios, blogs, jornais, revistas e atividades de construção coletivas correlatas. As mudanças aqui, quando ocorrem são consideradas incorporações lúdicas.
4	Utilização de atividades lúdicas que se baseiem em utilização de histórias em quadrinhos e atividades que se utilize de expressão corporal em seus diversos níveis.

No caso a robótica pedagógica se enquadra no nível 3. Nesta seção a interação está relacionada à questão prática e experimental da atividade, que de acordo com Soares (2013)

“Sendo a química uma ciência experimental, é natural imaginar a construção de conceitos a partir dos resultados obtidos em alguma atividade prática. Esses resultados serão inicialmente usados como objetivo do jogo e, em um segundo momento, as

atividades do jogo serão associadas a eventos químicos e os resultados relacionados a conceitos a serem discutidos” (Soares, 2013).

O robô caracteriza e direciona o conceito que será discutido e a atividade prática que será executada. Lembrando que todo esse processo só é viabilizado pela colaboração que ocorre entre os membros do grupo.

No terceiro nível de interação, Soares (2013) afirma que o manuseio é uma interação positiva já que ele proporciona um acesso lúdico ao conhecimento, sendo que a interação física e motora com o brinquedo, que é o robô, admite uma correspondência no quesito dos conhecimentos dos alunos, ou seja, ao manusear o robô o aluno interage diretamente com o conhecimento, sendo o principal responsável por seu aprendizado. Aqui ainda voltamos a fazer correspondência com o processo colaborativo, descrito no parágrafo anterior, em que os alunos são responsáveis pelo seu aprendizado e de seus pares, já que se trata de uma atividade realizada em grupo.

A terceira categoria de análise se refere a utilização do robô na construção do conhecimento químico em sala.

4.3 Construção do conhecimento químico através da utilização do robô

Essa categoria de análise apresenta duas subcategorias. São elas: 1) a dificuldade no manuseio do robô; 2) a utilização do robô e o processo de titulação. O presente trabalho se propõe a discutir conceitos químicos a partir de robôs. Foi deixado a cargo dos próprios alunos escolherem o conceito que seria discutido, já que eram os autores e colaboradores na proposta. Assim, foi escolhido pelos estudantes reações entre ácidos e bases, assunto influenciado pelas aulas regulares do período da manhã, e a dificuldade que os alunos tinham para compreender o conceito trabalhado pelo professor da disciplina.

Nesta categoria de análise será utilizada a tabela 8 de Torres et al (2004), entre cooperação e colaboração para discutir os aspectos da construção do conhecimento químico e sua relação com a colaboração através do robô. A ideia é fazer relação entre os momentos da atividade, a construção do conhecimento e a colaboração.

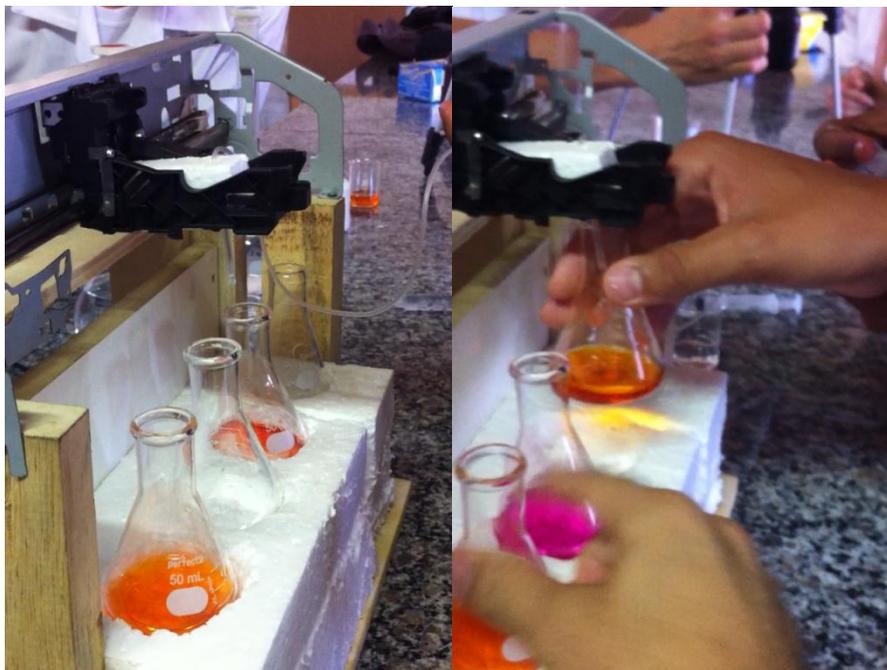
Tabela 8: Comparação entre trabalho cooperativo e colaborativo

	Cooperação	Colaboração
Propósito	Fornece a estrutura de trabalho, regras e técnicas para que o trabalho possa ser empreendido	Filosofia de vida e interação. É descrito como um estado.
Grau de estruturação	Alto	Variável
Relacionamento	Cada integrante é responsável por parte da tarefa que será concretizada em um produto final	Os integrantes são responsáveis por seu aprendizado e também pelo aprendizado de seus pares. Deve haver empenho e respeito por observações, opiniões e posições entre os indivíduos
Papel do professor	Está no centro e comanda todo o processo de trabalho	É um colaborador no trabalho. Sobressai-se dentro do grupo por sua maior experiência de vida
Papel do aluno	Cada aluno é responsável por parte do trabalho.	Os alunos trabalham juntos, discutindo, propondo, refletindo e chegando a variados consensos.
Prescrição de atividades	Alta	Baixa
Palavras chave	Interdependência positiva, trabalho em grupo, papéis definidos, estruturas.	Suporte mútuo, indagação reflexiva, formação de pensamento, aculturação

4.3.1 As dificuldades de manuseio do robô por parte dos alunos.

Resolvemos então montar um robô titulador. O primeiro passo era projetar em desenho esse robô. Daí emergiram duas opções, um braço mecânico titulador e um trilho titulador em série.

O segundo passo foi construir o robô, assim os próprios alunos perceberam que o braço era inviável, pois necessitaria de peças específicas que não teríamos acesso facilmente. Foi de uma carcaça de impressora velha que surgiu a proposta de desenvolvimento do trilho como podemos notar na figura 15 a seguir.



**Figura 15: robô desenvolvido pelos alunos
(fonte: autor)**

As soluções foram preparadas previamente, os alunos somente retiraram as amostras para análise. Durante o processo notamos alguns problemas em relação à medição das quantidades que seriam utilizadas para a titulação. Segue a fala abaixo.

A2: Cuidado ai que já está chegando. Vai mais um pouco. Parou!

C: Lembrando q é mais ou menos 5 que você gastar.

A2: falta um centímetro

C: Nesse caso não é medida de comprimento, é medida de volume, então faltam 1 mL.

Notamos aqui que o aluno se confunde no momento de marcar o volume através da seringa, ele aponta que o volume de um mililitro é similar ao comprimento de um centímetro. Aqui notamos que o condutor da reunião faz uma intervenção tentando mostrar a diferença através do próprio instrumento. Segue na fala a seguir

que novamente a aluna volta a cometer o mesmo engano. Nesse momento o condutor das reuniões, que também é colaborador, discute a diferença entre os diferentes tipos de medida. No caso volume e comprimento.

A2: É milímetros ou centímetros?

C: Como eu tinha falado, não é marca de comprimento, é marca de volume, se fala nesse caso mililitros.

A3: Então nesse caso foram dois mililitros?

C: Isso! Olha o deslocamento.

A aluna volta a cometer o mesmo erro, indicando que provavelmente ainda não havia internalizado a discussão anterior. Isso nos remete a prática escassa de atividades práticas no laboratório com os alunos, visto que o laboratório da escola foi implantado recentemente e os professores estão começando a utilizar o laboratório regularmente, mas de forma lenta, o que nos indica a baixa familiaridade que o aluno tem com os instrumentos de medida. Abaixo segue um momento que o mesmo aluno volta a manusear o instrumento de medida de volume e relaciona corretamente as unidades de medida com o que é manuseado.

A1: Coloca um pouquinho mais.

A2: Essa você tem que olhar na seringa aqui ó.

A1: Ah tá!

A2: Quando estiver no 10mL você fala.

A1: Passou um pouco lá.

C: Já colocaram os 5 mL aí?

A1: Passou aqui!

C: Então devolve um pouco e tenta completar de novo.

A2: Aqui é 5 mL e aqui também é 5 mL?

A1: Isso, ai você coloca 10mL nas outras duas.

A2: Posso colocar o indicador?

C: Vai lá, duas gotas em cada um. Agora pode começar.

Nesse trecho notamos também como o trabalho colaborativo é importante no processo aprendizagem do conhecimento, já que os colegas que se mantinham com dificuldades foram auxiliados pelos colegas que já manuseavam perfeitamente o equipamento e compreendiam a técnica da titulação, como aponta Silva (2013).

“A interação entre os pares fortalece a discussão a partir de pontos de vista, concepções e conhecimentos prévios dos próprios alunos, pode promover uma mudança conceitual e, assim, iniciar uma construção concreta e significativa da aprendizagem, tendo como ponto de partida a perspectiva conceitual dos sujeitos.” (Silva, 2013, pg. 210).

Em relação ao uso do robô os alunos se familiarizaram rapidamente com o equipamento. No início eles manuseiam com certo receio, mas aprendem os comandos do robô perfeitamente. A aplicação das quantidades corretas das substâncias e observar corretamente os pontos de viragem também foram pontos interessantes da atividade, como podemos perceber nas falas abaixo:

C: Aqui você pode girar para esse outro lado, porque assim está no mínimo e o robô não movimenta.

A2: Opa, passou!

C: Agora você gira para o seu lado para voltar.

A3: Volta só um pouquinho.

Nessa mesma fala os alunos demonstram dificuldade em acertar a posição correta do robô para que uma das titulações seja efetuada com sucesso. O aluno é obrigado a voltar a base que desliza sobre o trilho para acertar o erlenmeyer correto. O que não indica dificuldade no manuseio dos controles do robô, configurando somente a falta de experiência em manuseá-lo.

C: Vai lá, movimenta o robô para o próximo aqui e vamos ver quanto que vai dar. Não esquece de controlar a seringa.

P: Controla o robô lá A2.

A2: Não.

P: Tá com medo de que A2.

C: Pois é, olha, aqui ele vai movimentar e aqui mudar o sentindo.

P: Olha ai, viu, não tem nada demais. Só o receio de mexer.

A2: E aí, para que vai servir essa substância?

P: Bom, aqui a gente utiliza duas substâncias, um que a gente sabe a concentração e a outra é a que iremos descobrir através desse processo. Isso é titulação, serve para descobrirmos as concentrações de substâncias que a gente não conhece.

Em outra situação dessa mesma reunião, quando os alunos manuseavam o robô e executavam o procedimento experimental, uma aluna foi solicitada a

participar da atividade. O que se nota nas falas citadas é que há algum receio em manusear o equipamento, implicando numa discussão de motivação entre a aluna, o professor e o pesquisador/colaborador em que a colaboração foi importante para a integração da aluna na atividade. Percebemos que o papel do professor vai além das apresentações dos conteúdos, não se encerrando também em mediar um debate relacionado a produção de algum conhecimento, se consolidando no papel de construir um espaço condizente com a livre exploração da criatividade (Torres et al, 2005).

4.3.2 A utilização do robô no processo de titulação

Abaixo seguem falas que estão relacionadas ao acerto no ponto de viragem da titulação.

C: Lembre-se de tentar pegar o ponto certo de viragem.

A3: É 5mL, né?

C: Isso, você pode colocar até o 4mL e depois ir mais devagar. Agita um pouco ela lá.

A3: Está difícil aqui!

C: Vou chamar um colega aqui para te ajudar.

A1: Alguém gente (risos).

A2: Vai mudar, olha.

A3: Vai ter que ser no 5mL, porque no 4mL não deu nada não.

C: Segue, vai para o 4,5mL, para, agita um pouco.

A3: coloca esses 10mL ai para ver se não vai.

C: Não, aí a gente vai perder o experimento. Parou, agita um pouco.

Nesse momento estávamos quase atingindo o ponto de viragem, e a solução mudava de cor e, na medida em que agitávamos, ela retornava à coloração anterior, os meninos deram risadas nesse momento.

A2: Parou, parou, parou

C: Quanto que gastou aí?

A3: 6mL ou 6,5mL.

Na verdade o volume gasto foi entre 5mL e 5,5mL, o aluno somente confundiu o lado da seringa para observar o quanto foi gasto da substância.

C: Movimenta o robô aí, vamos para o próximo.

A2: Vai lá, adiciona lá.

C: Olha ai, quanto que gastou?

A4: 5,1mL ou 5,2mL

Nesse trecho notamos que os alunos conseguiram realizar a titulação, sendo que as vantagens desse robô é que: 1) ele permite realizar até quatro titulações seguidas; 2) em grupos, visto que a titulação comum com as vidrarias de laboratório é um processo técnico solitário, não contribuindo para proporcionar trabalhos em grupo. Por outro lado, o robô exige no mínimo duas pessoas responsáveis, uma para lidar com o deslize da peça no trilho e o segundo integrante que tem o papel de titular, adicionando os padrões primários, marcando os volumes gastos para identificar a concentração do padrão secundário.

Percebemos aqui que o trabalho colaborativo foi importante para a concretização da titulação, uma vez que o grupo conseguiu chegar ao ponto de viragem corretamente. De acordo com o quadro adaptado de Torres et al (2004) da página 83, os alunos ocuparam o centro do processo favorecido pela maneira como o robô foi construído, exigindo trabalho em grupo. O protagonismo foi descentralizado do professor e os alunos passaram a um estágio de responsáveis por seu próprio aprendizado (Torres et al, 2004). Ainda podemos inferir que os discursos dos colaboradores foram valorizados, representando dessa forma, como aponta Silva (2011) “uma valorização do conhecimento elaborado e discutido em conjunto”.

Outra questão que emergiu a partir do manuseio do robô foi uma discussão sobre o conceito de fenômenos físicos e químicos e evidências de reações químicas, o conjunto de falas dos alunos foi selecionado na tentativa de evidenciar tais discursos que surgiram a partir da colaboração.

C: a gente falou das transformações físicas, se não irão transformar as substancia ai no sistema, então a transformação química vão fazer o que, via mudar, vai reagir as substancias para formar outra substancia diferentes, não é? Entendeu? Lembrou da diferença das transformações química e físicas. Agora quais são as características que definem que em determinado sistema está acontecendo uma reação química?

A3: mudança de cor.

P: Isso, mudança de cor, o que mais?

C: O que acontece lá quando você coloca o comprimido na água?

A3: começa a borbulhar.

P: então tem a liberação de gás. O que mais? Vou dar o exemplo mais atual. Alguém já fez sabão em casa? O que acontece quando coloca a soda na água?

A4: ela borbulha!

P: Fica quente ou fica frio?

A4: quente?

P: Fica quente, então a mudança de temperatura é ou não é evidencia de reação química. É o que acontece com o sonrisal, só que a temperatura diminui. Então é evidencia de reação química? É!

Na fala do pesquisador/colaborador emergiu uma discussão sobre as diferenças entre fenômeno físico e químico. Esse foi um dos conceitos tratados dentro da discussão em que o discurso ficou centralizado em um único indivíduo, no caso o professor, caracterizando um momento de cooperação. O que percebemos com o prosseguimento da ação é que houve um incentivo, através de questionamentos, que buscaram estabelecer o processo colaborativo dentro do grupo, visto que os alunos estavam participando pouco. Entendemos nesse caso que a colaboração se manteve como estado, já que essa atitude tanto do professor quanto do colaborador é importante para que o aluno se sinta elemento integrante e que tem voz naquele espaço, mesmo que o processo seja cooperativo, como aponta Silva (2011).

“O professor deve estar atento a tais posicionamentos comportamentais, incitando a participação dos alunos para que não se tenha divisão do grupo entre aqueles que se classificam como relevante e os que se classificam como irrelevantes ao desenvolvimento conjunto do conhecimento” (SILVA, 2011, pg. 94)

Ainda percebemos que na primeira fala o colaborador está respondendo a uma dúvida do aluno e de acordo com Silva (2013) “esse é um papel que é exercido pelo professor ou por um elemento de prestígio e que é muito importante para o complemento cognitivo, pois direciona o comportamento do grupo com discussões”.

Na sequência ocorre uma discussão sobre as evidências de reações químicas que é incentivada pelo pesquisador/colaborador através de um

questionamento ao final de sua fala. Notamos certa dificuldade dos alunos em citar os fenômenos que caracterizam as reações químicas, então retornam as falas do professor da disciplina e do pesquisador/colaborador para que o aluno consiga participar do debate. Na tabela descrita por Torres et al (2004), notamos que o processo é colaborativo porque o professor não centraliza sua fala, e sim incita os alunos a participarem tentando resgatar situações de seus cotidianos para que eles se sintam elementos que têm voz dentro do grupo. Como aponta Silva (2013) sobre a importância do professor estar aberto a ouvir os alunos em suas aulas “dessa maneira, consideramos esse posicionamento do professor na aprendizagem colaborativa como aquele que assume a autoridade libertadora como balizadora de sua atividade docente”.

Em um momento em que os alunos manuseavam os robôs e realizavam as titulações, ocorreu outro processo de construção do conhecimento químico em relação ao conceito de ácido e base e o processo de titulação.

*C: Pronto, aqui temos os três indicadores com ácido e base. Agora olhem aqui. Essa solução é ácida
não é?*

A4: Agora está neutralizando o ácido?

C: Isso, exatamente!

A1: Até quando acontece isso?

*C: Até que todo o ácido seja consumido. Essa diferença é porque o ácido está muito mais
concentrado que a base.*

A4: Então agora tem mais base que ácido?

C: E o que acontece quando colocamos o ácido de novo?

A4: Fica branco uai, volta a ser ácido!

A6: E se fizermos com o azul?

P: Acontece a mesma coisa!

A6: Que doído!

Nessas falas notamos que os alunos estabelecem um momento de colaboração, juntamente com o pesquisador/colaborador na tentativa de discutir os conceitos químicos e compreender o que ocorre no momento em que ácido e base se misturam. O aluno provavelmente compreende a relação entre mudança de cor e o pH da solução, já que passa a responder e questionar os fatos que vão se sucedendo na medida que as soluções são adicionadas aos recipientes. Nesse caso o sentimento de pertença ao grupo (Silva, 2013) permite que o aluno participe

ativamente do processo e também que ocorra uma co-responsabilidade pelo seu aprendizado (Panitz, 1996) entre os pares, já que na medida em que um participa o outro também se sente integrante do grupo e também questiona ou faz seus apontamentos.

Uma segunda passagem sobre a reação entre ácido e base evidencia novamente o que foi discutido anteriormente

C: Aqui tem o erlenmeyer. Você coloca a solução de biftalato aqui e nesse outro a solução de concentração desconhecida. Não esquecer o indicador! Quando você abrir a torneira, vai começar a gotejar. Na medida que você vai adicionando, vai mudar a cor.

A1: Mas não sempre volta para a cor normal?

C: Não, vai ter uma hora que ele vai ficar permanentemente na outra cor.

A2 e A3: Aconteceu uma reação?

C: Isso, uma reação em que todo o biftalato que você adicionou, reagiu com o hidróxido e formou sal e água. Se passar do ponto em que mudou a cor, ela vai ficar mais intensa, isso significa que agora você tem maior quantidade de biftalato na solução.

No questionário aplicado ao final da atividade em que foi solicitado que os alunos descrevessem as vantagens e desvantagens do robô a aluna responde da seguinte maneira

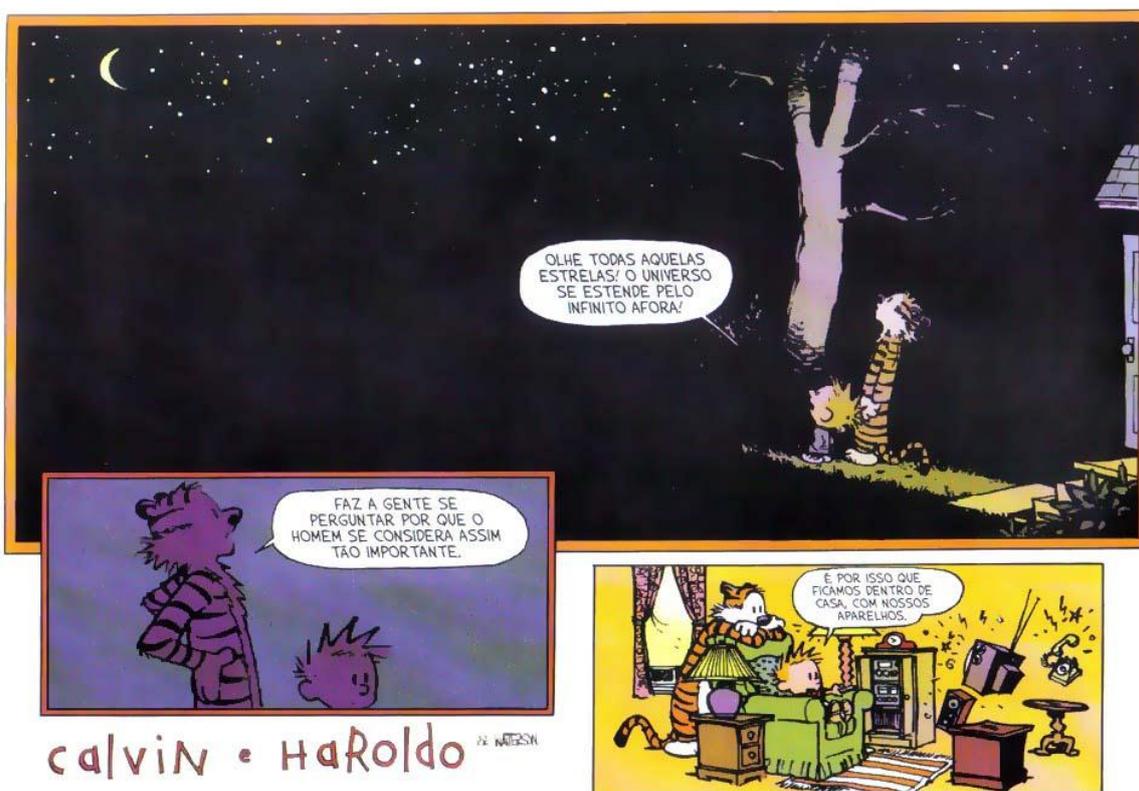
A2: “[...] Só é um pouco complicado de mexer, mas é muito prático”.

Essa resposta indica que ela ainda considera o robô complicado para o manuseio, mas reconhece que o robô contribui para que o processo de titulação seja simplificado, visto que esse procedimento experimental é um processo complicado devido à necessidade de precisão para o correto resultado experimental.

Voltamos o foco para a importância da colaboração como um estado, no sentido de auxiliar os estudantes a compartilharem experiências para que se sintam mais a vontade durante o processo de ensino e aprendizagem. É o caso já discutido pelo autor Panitz (1996) em que é relatada a importância que os alunos devem atribuir às responsabilidades dentro do trabalho colaborativo. Vale lembrar que os alunos são responsáveis por seu aprendizado e também pelo aprendizado de seus pares, ainda complementando que eles devem respeitar as opiniões e contribuições dos colegas. Nesse sentido, a colaboração coloca o aluno no centro do processo e

este, mesmo com receio, manuseou o equipamento com auxílio dos outros colaboradores.

CAPÍTULO 5



CONCLUSÕES

Capítulo 5 - Conclusões

Este trabalho tratou de uma experiência de aplicação da uma atividade que contemplou robótica pedagógica no ensino de química em um colégio público com alunos de nível médio. Há ainda alguns desafios a serem superados quando pensamos na robótica pedagógica e suas relações com o ensino de química. Pretendeu-se então responder algumas perguntas de pesquisa no decorrer do trabalho, são elas: como os alunos concebem os robôs? Será possível que, através da robótica pedagógica e do trabalho colaborativo, os alunos compreendam conceitos químicos? A robótica pedagógica uma proposta de atividade lúdica, um jogo, uma brincadeira ou um brinquedo?

Entendemos que os alunos concebem os robôs como qualquer objeto eletrônico que facilite seu dia a dia, e que nenhum deles conhecia qualquer conceito de robô ou robótica já que nunca estiveram em contato com tal tema anteriormente. Os sujeitos que participaram das reuniões compreendiam que, de certa forma os robôs são autônomos, executando tarefas que são designadas a eles, mas não sabiam que é a partir da programação que se determinam as atividades que o robô executará. Os indivíduos, de acordo com os dados apresentados na forma de desenhos, provavelmente compreenderam que a presença de um computador é peça chave para o funcionamento do autômato, realizando a interface entre *hardware* (robô) e *software* (programação).

Outra questão relevante a se destacar é que a partir do trabalho colaborativo os alunos se sentiram a vontade para questionar quais máquinas eles consideravam robôs ou não. Em vários momentos eles discutiam, por exemplo, se androide, carro e celular são robôs. Entendemos que o ambiente colaborativo permitiu que os alunos se expressassem livremente questionando e discutindo dentro do grupo sobre as principais características. Em relação ao professor, que também estava em sua primeira experiência com robótica, se portou como um colaborador já que também nunca havia discutido sobre classificação e conceituação para tais máquinas. É interessante levantar que com sua experiência o professor possibilitou que os questionamentos surgissem a partir da visão dos próprios alunos.

A segunda pergunta de pesquisa versa sobre a construção do conhecimento químico por vias da colaboração e da robótica pedagógica. Em relação ao conhecimento químico e o robô foi/é necessário superar algumas dificuldades no estabelecimento desse vínculo. Percebemos que a física, por exemplo, tem uma ligação mais evidente do que a química, em que os conceitos da primeira são mais facilmente discutidos enquanto se constrói o robô. Por outro lado foi observado que a colaboração tem um papel chave na aproximação da química com o robô, já que em variadas situações os próprios alunos levantam questões sobre o funcionamento do mesmo e sua relação com o conceito que foi escolhido para ser discutido. A posição de colaborador para os alunos permitiu um movimento diferenciado em sala de aula, retirando o protagonismo do professor, permitindo uma aproximação do aluno que passou a ser ouvido e observado, tendo suas ideias e criatividade levadas em consideração.

Destacamos ainda que o presente trabalho apresentou uma ideia diferente em que as peças que compõe o robô são de baixo custo, provenientes de marcenarias, lojas de informática e eletrônicos em geral, foram utilizados equipamentos considerados velhos e inoperantes, como carcaças de computador, drivers de DVD e impressoras velhas, que continham as peças que os alunos julgaram ser necessárias para serem reaproveitadas para a montagem do protótipo. Essa estratégia diversifica a atividade, pois proporciona ao grupo de alunos a oportunidade de desenvolver sua criatividade montando seu próprio modelo em grupo ou individualmente, a partir das peças que eles mesmos vão procurar para que o robô execute as funções desejadas. Mas vale destacar que os alunos tiveram dificuldade em obter as sucatas, já que os robôs são vistos como equipamentos complexos fora de suas realidades.

A terceira pergunta de pesquisa tenta estabelecer uma relação entre a literatura de jogos e atividades lúdicas e a atividade de robótica pedagógica. Essa questão emergiu no decorrer da pesquisa em campo e consideramos importante ressaltar esse resultado no decorrer da escrita da experiência. Entendemos que a robótica pedagógica é uma atividade lúdica, pois proporcionou um movimento que foi além da sala de aula tradicional, possibilitando experiências diversificadas em que os alunos se levantaram de suas cadeiras e “colocaram a mão na massa”. Esse já é um atrativo a mais que pode ter influenciado na diversão dos alunos enquanto

manuseavam as ferramentas ou mesmo discutiam e chegavam a consensos sobre a construção do robô.

Juntamente com a colaboração o lúdico possibilitou que os alunos, a partir do manuseio, construíssem um conhecimento que eles escolheram. Aqui entra um dos principais fatores que é a vontade e a livre presença na atividade, que não era vinculada a nota e nem tinha cobrança em relação a presença dos alunos, ou seja, aqueles que participaram das reuniões estavam por livre e espontânea vontade, fator que permitiu um ambiente livre de exploração e construção de saberes, que em algumas situações, nem estavam relacionados ao conhecimentos químico, como o próprio manuseio das ferramentas, ou a adaptação da programação e ainda as discussões sobre os conceitos de robô.

Então entendemos aqui que o autômato se porta como um brinquedo frente a teoria de jogos descrita por Soares (2013), situando no terceiro nível de interação. Sendo o espaço/tempo em que os alunos manuseavam e construíam o conhecimento químico. O robô é tratado, então, como manipulação palpável do conhecimento, sendo um modelo teórico para construção de um conhecimento vigente e destacamos também a inexistem de regras que limitem sua construção ou mesmo seu manuseio.

A fim de conceituação ainda destacamos que o robô para o presente trabalho é concebido como um aparato que auxilia os humanos em atividades diárias, sejam em trabalhos cotidianos, ou mesmo nas atividades domésticas ou ainda em atividades rotineiras como locomoção e comunicação. Há também as vertentes de estrutura e funcionamento em que se destacam as programações (*software*) e os componentes mecânicos (*hardware*).

O robô pedagógico, entendido como brinquedo, é próxima a definição anterior, acrescentando o sentido pedagógico em que se pretende construir um conhecimento, no caso químico, discuti-lo e se possível reconstruí-lo, já que o erro é peça chave no estabelecimento entre o conhecimento e o autômato.

A robótica é entendida como ciência que estuda o planejamento, construção e aplicação dos robôs em diferentes níveis, notamos aqui o componente prático dessa ciência, o que não significa estar desarticulada a conhecimentos teóricos complexos de automação, mecânica, computação, hidráulica e física. Já a robótica pedagógica é uma atividade que articula pedagogia, robô e conhecimento escolar,

na busca por um ensino diferenciado, oferecendo alternativas para uma educação centrada no aluno, para que este se torne protagonista e não mero receptor de conhecimentos prontos e acabados, considerando o erro como fonte de possibilidades de reflexão e também auxiliador na construção de um conhecimento relevante para a formação integral dos alunos.

Por fim, há um longo caminho a ser percorrido, já que uma breve busca na rede indica que existem poucos trabalhos que se preocupam em articular química e robótica pedagógica. Vale ressaltar que os que foram publicados são provenientes de pesquisas realizadas pelo grupo de pesquisadores do LEQUAL e que o presente é a primeira dissertação no Brasil a ser publicada que relata uma experiência nessa área. Percebemos aqui que existe possibilidade e que essa estratégia pode render bons resultados para a educação química no Brasil.

Referências

Arduino. <http://www.arduino.cc>, acessado em Junho de 2014.

ASIMOV, Isaac. Histórias de robôs. Porto Alegre. L&PM Pocket. 2010.

BRNA, Paul. *Modelos de colaboração*. Tradução de Álvaro de Azevedo Diaz. Computer Based Learning Unit, Leeds University Leeds. England. UK. 1998.

BROUGERE, G. *O Jogo e a Educação*. Porto Alegre: Art Med Editora, 1998.

DE LA TAILLE, Y. O erro na perspectiva piagetiana. AQUINO, J.G. (org.). *Erro e Fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas*. São Paulo, Summus, 1997.

FERREIRA, V. R. F.; LIMA, W. F.; CARMO, J. P. S.; PEREIRA JUNIOR, C. A.; SOARES, M. H. F. B. *Usando um Robô Imóvel para Ensinar Conceitos Relacionados à Tabela periódica: estudos da robótica pedagógica em ensino de química*. In: 36a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2013, Águas de Lindóia - SP. Livro de Resumos da 36a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. São Paulo - SP: SBQ, 2013.

GIRAULT. G. A Robótica. Instituto Piaget. Lisboa. 1997.

HUIZINGA, J.; *Homo Ludens: O Jogo como Elemento de Cultura*. Editora Perspectiva, São Paulo, 2001.

KISHIMOTO, T. M. *O Brincar e Suas Teorias*. Editora Pioneira Thomson Learning, São Paulo. 1996.

Legu Mindstorms. <http://mindstorms.lego.com>, acessado em Junho de 2014.

LIMA, W. F. ; DIAS, A. S. ; CARDOSO, Thiago Miguel ; SOARES, M. H. F. B. . A Robótica Educacional e o Ensino de Química: algumas considerações sobre a elaboração de um robô imóvel. In: II Encontro Nacional das Licenciaturas, 2011, Goiânia - GO. Anais do II Encontro Nacional das Licenciaturas. Goiânia - GO: UFG, 2011. v. Único.

LUDKE M. ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. 13 ed. São Paulo: E.P.U., 2011.

MAISONNETTE, R.; *A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina: a robótica educativa*. In. Proinfo - Programa Nacional de Informática na Educação – Paraná. 2002. Disponível em: <www.Proinfo.gov.br>.

MARTINS, A. *O que é robótica*. 2 edição. São Paulo: Brasiliense, 2006.

MIRANDA, L. C. SAMPAIO, F. F. Borges J A S . RoboFácil: Especificação e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira. *Revista Brasileira de Informação na Educação*, v. 18, p. 46-58, 2010.

MIRANDA, L. C. SAMPAIO, F. F. BORGES, J. A. S. ProgameFácil: Ambiente de Programação Visual para o Kit de Robótica Educacional RoboFácil. Workshop em Informática na Educação (sbie) 2007 XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - Mackenzie – 2007.

NOGUEIRA R.H. SANTOS M.S. O pensamento analógico como instrumento de aprendizagem: o uso de analogias na robótica educacional. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2013, Águas de Lindóia.

PANITZ, T. *A definition of collaborative vs cooperative learning*. 1996. Disponível em: <http://www.londonmet.ac.uk/deliberations/collaborative-learning/panitz-paper.cfm>
Acesso em: 09 de Abril de 2014.

PINTO, Marcos de Castro. *Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre*. 2011. 158 f. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Núcleo de Computação Eletrônica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

RIASCOS L. A.M. *Fundamentos de Robótica: manipuladores e robôs móveis*. Ed. Pleiade. São Paulo. 2010

SANTOS, M. F. *A Robótica Educacional e suas Relações com o Ludismo: por uma aprendizagem Colaborativa* Dissertação de mestrado De Educação em Ciências e Matemática da UFG. Banco de teses UFG 2010.

SCHONS, C., Primaz, E. e Wirth, G.A.P., 2004. Introdução a Robótica Educativa na Instituição Escolar para alunos do Ensino Fundamental da disciplina de Língua Espanhola através das Novas Tecnologias de Aprendizagem. Anais do I Workshop de Computação da Região Sul.

SILVA, A. F. *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Computacional) – Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2009.

SILVA, V. A. A Aprendizagem Colaborativa Como Método Deapropriação Do Conhecimento Químico Em Sala De Aula. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pós-graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2011.

SILVA, V. A. e SOARES M. H. F. B. *Conhecimento Prévio, Caráter Histórico e Conceitos Científicos: O Ensino de Química a Partir de Uma Abordagem Colaborativa da Aprendizagem*. Química Nova na Escola. Vol. 35. Nº 3. p. 209-219. AGOSTO. 2013.

SOARES, M. H. F. B. *Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teorias, métodos e aplicações*. Goiânia. Kelpes. 2013.

SOUZA, Jefferson Rodrigo de. *Navegação autônoma para robôs móveis usando aprendizado supervisionado*. 2014. Tese (Doutorado em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

STEFFEN, Heloisa Helena. *Robótica Pedagógica na Educação: Um Recurso de Comunicação, Regulagem e Cognição*. Dissertação de Mestrado em Ciências da Comunicação. USP. Banco de teses da USP. 2002.

TORRES P. L. et al. *Grupos de Consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem*. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.13, p.129-145, set./dez. 2004.

ULLRICH, Roberto A. *Robótica – Uma Introdução. O porquê dos robôs e seu papel no trabalho*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1987.

YIN, Robert. *Estudo de Caso: planejamento e métodos*. Tradução Ana Thorell. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZILLI, Silvana do Rocio. *A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática*. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Apêndice A - Questionário 1

Turma: _____

Questionário para a primeira reunião de robótica

1) Você tem computador em casa?

() Sim () Não

2) Existe algum ponto de acesso a internet em casa?

() Sim () Não Quais? _____

3) Existe acesso a internet na escola que você estuda?

4) Quanto tempo você fica conectado diariamente na internet?

() 1 hora () 3 horas () Mais de 5 horas

5) Quais dispositivos eletrônicos ou tecnológicos existentes na sociedade que você considera que sejam robôs?

Apêndice B – Questionário 2

1) Descreva em poucas palavras o processo de titulação

2) A titulação é utilizada na química com que intuito?

3) Como você classificaria o objeto utilizado para fazer a titulação?

4) De acordo com seu ponto de vista, o objeto foi satisfatório para a proposta?

5) Descreva as vantagens e desvantagens da utilização do objeto durante o tempo que você trabalhou