

A concepção de robótica dos alunos de nível médio a partir da representação de protótipos relacionados ao conceito de titulação

The design of robotic secondary students from the representation of prototypes related to the concept of titration

Carlos Antônio Pereira Júnior

LEQUAL – Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás
carlos.quimica.ufg@gmail.com

Vitor de Almeida Silva

LEQUAL – Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás
victorsa18@hotmail.com

Victor Ricardo Félix Ferreira

LEQUAL – Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás
vrfelix@gmail.com

Márlon Herbert Flora Barbosa Soares

LEQUAL – Instituto de Química – Universidade Federal de Goiás
marlon@ufg.br

Resumo

A robótica é um campo de estudos em crescimento no Brasil, tanto em termos de conceituação quanto em número de protótipos construídos. Citamos o movimento interdisciplinar, o caráter motivador e a aprendizagem baseada no erro e diálogo como vantagens relacionadas ao seu uso, esses são fatores que entrelaçam a robótica com aprendizagem colaborativa melhorando o ensino e aprendizagem. Assim analisaremos a concepção de robótica dos estudantes, através de desenhos que os alunos desenvolveram para elaboração e construção de robôs pedagógicos no ensino de química. Utilizou-se o método qualitativo analisando-se o processo de elaboração dos robôs. O estudo aconteceu em um colégio estadual situado na cidade de Goiânia, com alunos do nível médio. Constatou-se que após as discussões os alunos entenderam os conceitos básicos de robótica, aplicando os conceitos estudados aos seus desenhos, por exemplo, o papel do computador como integrante de seus protótipos.

Palavras chave: robótica, robótica pedagógica, colaboração, desenhos, aprendizagem.

Abstract

Robotics is a field of study for growth in Brazil, both in concept and in the number of prototypes built. We quote the interdisciplinary movement, character motivation and learning based on the error dialog and the advantages related to its use, these are factors that intertwine with robotics collaborative learning by improving teaching and learning. Thus we analyze the design of robotics students, through drawings that students developed for the design and construction of educational robots in teaching chemistry. We used the qualitative method by analyzing the process of making robots. The study was realized in a state school located in the city of Goiânia, with secondary students. It was found that after the discussions the students understand the basics of robotics, applying the concepts studied their designs, for example, the role of the computer as part of their prototypes.

Key words: robotics, robotics teaching, collaboration, drawings, learning.

Introdução e justificativa

O contexto histórico da robótica se inicia com os povos antigos egípcios, gregos e judaicos. Os sacerdotes egípcios construíram braços mecânicos que eram utilizados nas estátuas dos Deuses que eram cultuados, o intuito era impressionar a sociedade local. Podemos citar a história de Cadmus fundador de Tebas como a contribuição dos gregos, que ao matar um dragão ofereceu um sacrifício a Atenas em gratidão, a Deusa sugere a semeadura dos dentes do dragão, sendo que para cada dente um soldado artificial. Ainda cita-se o povo judaico e a figura do Golem, um humanoide feito de barro e água, que ganha vida através da magia. Golem executa tarefas e defende seu criador de qualquer ameaça. (SILVA, 2009)

Ainda referindo sobre a história do uso dos robôs, mas distanciando das mitologias, em torno de 350 A.C. Aquinas de Terento cria um pássaro mecânico de madeira, que era capaz de voar através da compreensão de ar. No ano de 1442 Leonardo da Vinci apresentou um croqui de um cavaleiro mecânico, denominado homem vitruviano. No projeto o cavaleiro tem pernas e braços com certos graus de mobilidade, sendo que os braços são controlados através de controlador mecânico analógico e as pernas são controladas por cabos conectados aos tornozelos, joelhos e quadris, tal projeto nunca saiu do papel. (SILVA, 2009)

Já no século XX temos o surgimento do termo robô, que é derivado da palavra tcheca Robota, significando trabalho forçado ou escravo. O termo aparece pela primeira vez na obra de Karel Capek, no romance intitulado R.U.R. (Robôs Universais de Rossum). Já o termo robótica também é derivado da literatura e aparece na obra do autor Russo-americano Isaac Asimov na obra Runaround. Tais termos são adotados pela comunidade científica e a robótica se torna uma ciência em expansão e interdisciplinar por natureza, agregando várias áreas do conhecimento, como: física, matemática, biologia, química, microeletrônica, computação entre outras.

Também consideramos a forte influência das mídias, principalmente de filmes, na construção de significados e conceituações para os robôs no imaginário popular. Podemos citar *Blade Runner: o caçador de androides* (1983), a trilogia *Matrix* (2004), e os mais recentes *Transformers* (2007). Em relação à robótica moderna podemos citar os complexos sistemas de automação em indústrias. O surgimento vem da necessidade de execução de tarefas repetitivas em uma menor escala de tempo e com intuito de auxiliar o homem em suas tarefas diárias (SANTOS, 2011). Esses fatores vem das revoluções industriais do século XX e que foi forte influenciador para que a robótica se tornasse um campo de estudos.

Todos esses fatores contribuíram para a conceituação de robótica pela ciência, podemos citar Ullrich (1987, p.5), que apresenta uma definição para o termo robô:

“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)

Destaca-se, nesta definição, os termos multifuncional e reprogramável, pelo fato dos robôs serem projetados para realizarem, dentro de determinados limites, um número irrestrito de diferentes tarefas. No contexto educacional não é diferente, a robótica vem abrindo espaço para um trabalho diferenciado, tornando um campo de pesquisa na área que se denominou robótica pedagógica ou robótica educacional. Maisonette conceitua a robótica educacional:

“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)

Aqui os robôs conjuntamente com os computadores e os programadores intervirão ativamente no meio social que estão inseridos, promovendo transformações nesse meio, ampliando os momentos de aprendizagem.

Ainda sobre robótica educacional, trata-se da construção de robôs com intuito de caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais diversos, desde materiais de sucata ou reaproveitamento, como latas, metais diversos, entre outros, até kits de montagem compostos por diversas peças, motores, sensores, controlados por um computador com software que permita programar o funcionamento dos modelos montados, dando ao aluno a oportunidade de desenvolver sua criatividade com a montagem de seu próprio modelo.

Robótica Educacional e Colaboração

Assim buscou-se caracterizar a concepção de robôs e robótica dos estudantes por via de desenhos que os próprios alunos desenvolveram nas reuniões em que estão participando para elaboração e desenvolvimento de robôs pedagógicos no ensino de química. Os desenhos são projetos que eles fizeram como forma de planejar e buscar os materiais necessários para construir seus robôs. Todo o trabalho se deu por um viés colaborativo de aprendizagem. De acordo com Panitz (1996) “colaboração é uma filosofia de interação e um estilo de vida pessoal, onde os indivíduos são responsáveis por suas ações, por seu aprendizado e pelo aprendizado de seus pares”. Ainda podemos citar Torres et al (2004), em que a colaboração seria uma forma de organizar determinada tarefa, onde tal organização não teria um viés hierárquico, mas sim diálogos em busca de consenso.

O trabalho atinge tais requisitos quando se pensa em colaboração, já que os alunos são sensíveis em solucionar os problemas juntos. Em relação ao papel do professor, fica evidente que esse é um colaborador dentro do grupo, pois auxilia os alunos a solucionarem os problemas como um integrante comum dos grupos, o que o diferencia em determinados momentos é o caráter iniciador, problematizador e direcionador das discussões, propondo alternativas para que os alunos alcancem o consenso. Assim, temos como objetivo do trabalho, compreender como os alunos entendem a robótica e sua aplicação pedagógica, bem como analisar suas ideias iniciais de protótipos de robôs aplicados a um conceito em ensino de química.

Metodologia

O trabalho teve como estratégia de análise a interação colaborativa entre os alunos para

a resolução de uma problemática específica, que aqui se situa nos conceitos de titulação. Nesse sentido, as discussões dos alunos se fundamentaram em um esforço para propor um modelo robótico para a solução encontrada nas propostas elencadas no processo colaborativo entre os pares. Assim, o objeto de análise corresponde a uma investigação dos modelos desenvolvidos teoricamente por meio de desenhos construídos pelos alunos.

Assim, torna-se necessário um planejamento de análise dos desenhos fundamentado nas interações sociais, flexibilidade na troca de informações, reflexão, discussão, relevância do conteúdo construído pelos alunos em sala de aula. Dessa forma, para nos centralizarmos em uma análise relevante do material desenvolvido pelos alunos iremos nos fundamentar nos pressupostos da Pesquisa Qualitativa.

Nesse viés investigativo, a pesquisa qualitativa (TRIVIÑOS, 2008) nos permite restabelecer os parâmetros traçados previamente ao estudo a fim de promover um entendimento mais apurado da realidade que se está investigando. Além da flexibilidade investigativa, a abordagem qualitativa apresenta a liberdade de formular hipóteses, de maneira coerente, após a coleta e análise dos dados, ou seja, *a priori* o estudo se constrói “livre” da influência de uma formulação hipotética prévia.

No âmbito da pesquisa qualitativa, esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso. Triviños (2008) define Estudo de caso como

[...] uma categoria de pesquisa cujo objetivo é uma **unidade** que se analisa aprofundadamente. Esta definição determina suas características que são dadas por duas circunstâncias, principalmente. Por um lado, a natureza e abrangência da unidade. [...] Em segundo lugar, também a complexidade do Estudo de Caso está determinada pelos suportes teóricos que servem de orientação em seu trabalho ao investigador. (TRIVINÓS, 2008, p. 133)

Fundamentando-nos na definição de Triviños (2008), a abordagem da pesquisa se sustenta na perspectiva de estudo de caso, pois a unidade a ser analisada corresponde a dois aspectos fundamentais à pesquisa: a colaboração entre os pares e a construção de um produto a partir da discussão colaborativa dos alunos.

Em termos de público de pesquisa, inicialmente foram convidados para participar desse trabalho somente alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual de ensino de Goiânia. Porém, no decorrer da pesquisa alguns alunos do primeiro ano pediram para participar e começaram a frequentar os encontros e a participar efetivamente do trabalho. Assim, contávamos com um número não muito grande de alunos, perfazendo um total de 8 alunos (6 alunas e 2 alunos). A faixa etária desses alunos era de 14 a 17 anos. Os encontros aconteceram no contraturno com duração variada entre 2 (duas) e 4 (quatro) horas, sendo 1 (uma) vez por semana.

Durante as discussões o conceito químico foi escolhido pelos próprios alunos. Como estavam estudando ácido, base e reação de neutralização, que era ministrado pelo professor nas aulas regulares, eles optaram por uma atividade prática de titulação. Essa atividade contemplou a maior parte desses tópicos e teve o intuito de discutir o conceito com os alunos antes de começar a construir o robô. Durante o experimento os alunos perceberam que era difícil controlar a torneira da bureta e, em processo colaborativo, os próprios alunos conjuntamente com seus pares decidiram por construir um robô que titulasse. Na reunião seguinte foi distribuído papel e caneta para que eles se expressassem e projetassem um modelo sobre tal robô. Alguns alunos começaram a frequentar as reuniões após as discussões dos conceitos de robótica e titulação. Os resultados são analisados logo abaixo.

Quando o pesquisador opta pelo estudo de caso, é possível estabelecer alguns aspectos

de análise que auxiliam o entendimento dos resultados. Na primeira etapa da pesquisa foi possível distinguir dois aspectos importantes que serão discutidos no próximo tópico, a saber, 1) Como os Alunos Concebem e Entendem um Robô e 2) A importância do erro no processo ensino e aprendizagem.

Discussão dos resultados

Quando o trabalho se iniciou o propósito era que os próprios alunos decidissem os rumos do trabalho. Inclusive sobre qual conceito químico iríamos discutir através do robô. Em princípio passou-se por algumas dificuldades em definir o conceito por meio de consenso pelo viés colaborativo, foram necessárias algumas intervenções, que chamaremos de inicializadoras. Assim realizou-se uma atividade experimental de titulação como atividade inicializadora, o tópico foi escolhido pelos próprios estudantes, porque era o conteúdo que eles estavam aprendendo nas aulas de química da parte da manhã.

O experimento consistiu em determinar a concentração de hidróxido de sódio a partir de uma solução padrão primário de biftalato de potássio na concentração 0,1 mol/L. Os alunos utilizaram buretas de 50 mL para titular o biftalato de potássio em 50 mL de solução de hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína em erlenmeyer. Foram consumidos 23 mL de biftalato e a concentração média do hidróxido de sódio foi 0,098 mol/L. Daqui surgiu o problema, pois os próprios estudantes perceberam que é difícil dominar a técnica e titular precisamente, ou seja, a dificuldade em determinar o ponto de viragem foi a questão principal que deu origem e de onde, por fim, os alunos decidiram construir um robô na tentativa de padronizar as soluções com o máximo de precisão possível.

A partir da decisão tomada, nas próximas reuniões, os alunos trataram, em grupos colaborativos, de começar a pensar as alternativas para a elaboração de um robô com o intuito detectado conjuntamente, ou seja, um robô que propiciasse uma maior precisão na titulação. Os principais aspectos detectados nas discussões após o experimento são descritas a seguir.

Como os Alunos Concebem e Entendem um Robô

Em meio à colaboração, uma das atividades solicitadas aos alunos foi o desenho de seus futuros robôs. Após várias discussões e consensos foi decidido que seria construído um robô que auxiliaria os alunos a estudar o conceito químico de titulação. Considerou-se que o processo não era preciso quando controlado manualmente, visto que é necessário um domínio da técnica para que as medidas não tenham erros que podem comprometer as análises. Partindo de tal, 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 várias discussões, mais uma vez colaborativamente, os alunos desenvolveram 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.

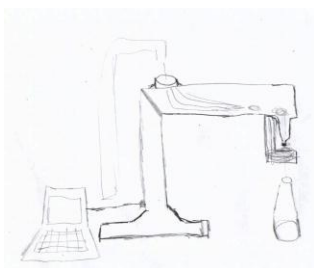


Figura 1: Desenho de aluno para construção do robô.

No primeiro desenho (figura 1) 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 de Maisonette (2002) para a robótica educacional, ou seja, um robô sempre será controlado por um computador, dependente de uma programação humana.

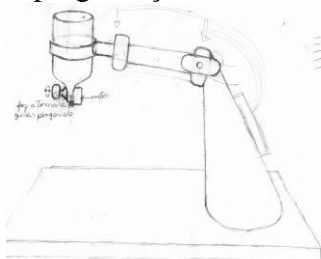


Figura 2: Desenho de aluno para construção do robô.

Continuando a considerar esse aspecto, somente em um desenho (figura 2) não se nota a presença do computador, indicando que alguns alunos ainda continuaram com visões simplistas a cerca 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.

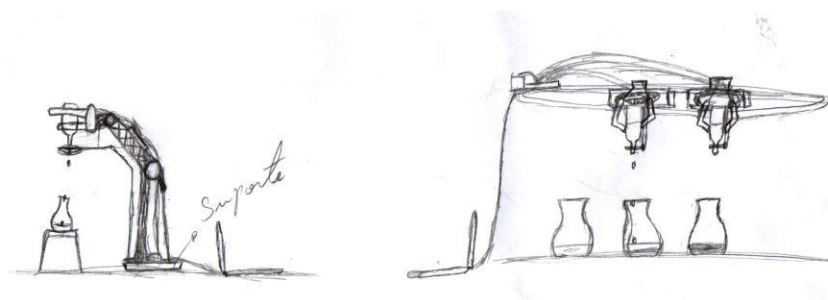


Figura 3: Desenho de aluno para construção do robô.

Na figura 3 detecta-se que o aluno domina as técnicas de desenho, o que nos remete a parte interdisciplinar da robótica aplicada ao ensino. Neste caso o aluno ainda revela um talento que não era previsto no início das reuniões. No desenho 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. Isso nos remete ao caráter de interesse e motivação da robótica pedagógica, já que os alunos vão além do que é solicitado, explorando ao máximo suas criatividade. Nesse aspecto, podemos nos remeter ao alto valor lúdico presente na robótica educacional, o que nos remete a manipulação de brinquedos, que nesse caso, podem ser considerados brinquedos educacionais (SOARES, 2008).

A importância do erro no processo ensino e aprendizagem.

Segundo De La Taille (1997) erro “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 se entrelaçam, o aluno descreve em meio às discussões uma questão relacionada ao controle da substância que será titulada. Na figura 4 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, diferentemente do que o aluno descreve, já que não é o computador que gerenciará a titulação, mas sim o próprio estudante. O computador será apenas a interface entre o robô e o controlador. Considera-se que o apontamento feito pelo aluno representa um posicionamento do conceito químico a ser trabalhado a partir da robótica. Tal posicionamento se refere a quantidade a ser adicionada e o modo de controle de gotejamento, no entanto, esse fator também corresponde a um eixo articulador para colaboração entre os pares.

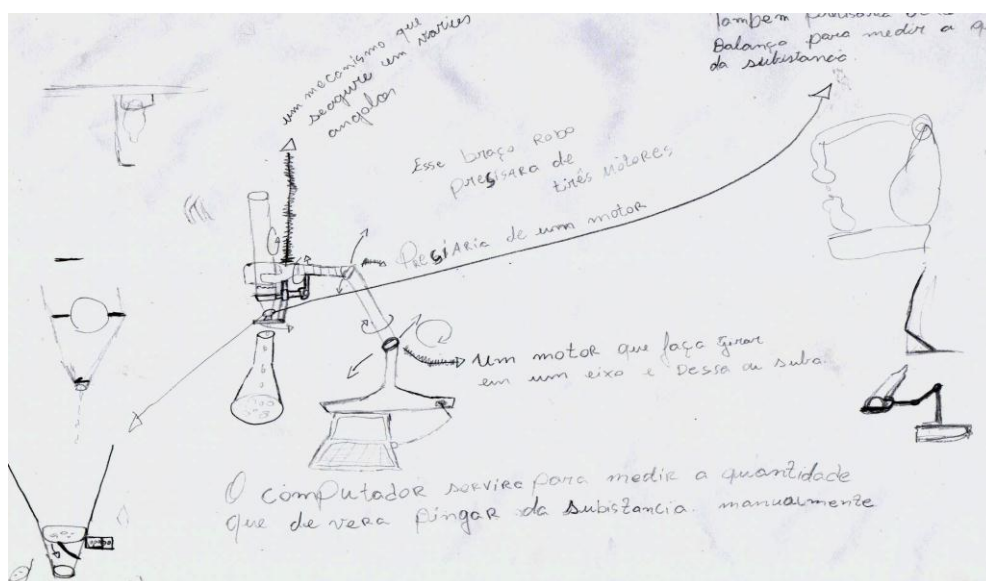


Figura 4: Desenho de aluno para construção do robô.

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 1 e 3 ou através do controle direto da torneira como nos desenhos 2 e 4. 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. Vale ressaltar que o aluno que propõe o modelo da figura 4, 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.

Considerações finais.

Considerando que o presente trabalho está inserido dentro de um contexto mais amplo de pesquisa, consideramos relevantes os desenvolvimentos dos alunos. Considera-se que os alunos dominaram satisfatoriamente os conceitos que foram propostos, estudados e discutidos, tanto nos termos robóticos quanto nos termos químicos, visto que são conceitos complexos e que em muitas situações nem mesmo os professores dominam por completo.

Outro fator relevante a se considerar foi o trabalho colaborativo, os alunos formaram os grupos e se entenderam bem no sentido de respeitar e compartilhar da opinião de seus pares. Importante ressaltar que os alunos discutiam juntos, próximos ao professor. Podemos ainda citar os fatores da motivação e do desafio que são qualidades fundamentais do trabalho colaborativo que propiciaram momentos de questionamentos e busca de soluções para os erros nos projetos.

O trabalho colaborativo mostra-se uma alternativa interessante em sala de aula, quando se trata de novas tecnologias ou experimentos diferenciados, como é o caso. A estratégia possibilita a discussão conceitual entre os alunos, para os alunos, de modo que se elimina, mesmo que parcialmente a hierarquia entre os componentes do grupo, o que inclui o professor.

Referências

- 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.
- 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.
- 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 2013.
- SANTOS, M. F.; **Uso de Robótica Educacional no Ensino Médio para Ensinar Conceitos em Ciências**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Educação em Ciências e Matemática – Universidade Federal de Goiás, 2011.
- 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.
- SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas no ensino de química**: teorias, métodos e aplicações. Brasília, ex libris, 2008.
- 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.
- TRIVIÑOS, A. N. S: **Introdução aos Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo, Editora Atlas, 2008.