

EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA - SUPERAÇÃO DE DESAFIOS DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA ATRAVÉS DA ROBÓTICA EDUCACIONAL

TECHNOLOGICAL EDUCATION - OVERCOMING CHALLENGES OF LEARNING IN PHYSICS THROUGH EDUCATIONAL ROBOTICS

Luis Otoni Meireles Ribeiro¹, Rosimeri Gonzaga Guarenti²

Abstract — *The Educational Robotics presents itself as a possibility to make the process of learning more effective in teaching science and technology. His practice inclusion in the classroom empowers student the chance to understand more abstract concepts. This feature has been used as an educational enrichment, to assist students in the first year of High School with limited understanding / learning concepts in the discipline of Physics, concerning the content of Dynamics. The strategies described in incorporating pedagogical work occurred through direct intervention, using the educational workshops that propitiated the assembly and concrete manipulation of an autonomous robotic device called robo Buggy.*

Keywords — *Robotics, Learning, Experimentation*

INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados obtidos com uma pesquisa de aplicação prática de Robótica Educacional [RE] realizada com alunos do primeiro ano do ensino médio que demonstravam dificuldades de aprendizagem na disciplina de Física. A observação direta destes alunos reuniu evidências de que a RE atuou como uma Tecnologia de Informação e Comunicação [TIC] é uma ferramenta de apoio cognitiva ao tornar o processo de aprendizagem mais eficaz no ensino de ciência e tecnologia.

Nesta pesquisa, interessou-nos perceber se a manipulação concreta do dispositivo levaria os estudantes a lidarem melhor com as informações abstratas, ou seja, os conceitos teóricos ao serem manipulados como objetos de conhecimento de maneira concreta facilitavam o desenvolvimento de abstrações? Tendo em vista o fato de que, as fórmulas teóricas nem sempre conseguem, em suas variáveis, traduzir a realidade para alguns alunos. Buscou-se verificar se este movimento de transposição didática para um experimento físico desenvolvido pelos próprios alunos poderia trazer pistas sobre a efetividade desta ação na Robótica Educacional. Com finalidade educacional, a robótica tem por objetivo conciliar teoria e prática, contextualizadas com o cotidiano estudantil, na expectativa

de que assim o processo de construção do conhecimento torne-se mais significativo para o aluno [1].

Desta forma, pode-se perceber que o uso da RE, dentro uma prática diferenciada com alunos de baixo rendimento escolar, gerou efeitos positivos ao reconfigurar o cenário pedagógico e permitir uma nova ecologia cognitiva, num espaço de aprendizagem mais rico em trocas de ideias, expressão da criatividade, aprendizagem de conceitos tecnológicos e a construção de conhecimentos relativos aos conteúdos de Física.

A justificativa deste trabalho encontra-se no fato de que, ao pesquisar sobre o uso da Robótica na Instituição de Ensino na qual os alunos estudam, tem-se observado que esse uso é direcionado para a participação de campeonatos entre os Campus. Dessa forma, acredita-se que os alunos que participam destes campeonatos sejam em número reduzido, próprio da formação de pequenas equipes, e que estes provavelmente tenham se destacado em relação à habilidade de programação. A proposta deste trabalho é transitar pelo caminho contrário, resgatando alunos com o perfil oposto, sem enaltecer ou privilegiar àqueles que se destacam, mas, sim, viabilizar a possibilidade de que alunos considerados com dificuldades de aprendizagem tenham a chance de mostrar seu potencial.

METODOLOGIA

O método utilizado para o desenvolvimento deste estudo é caracterizado pela pesquisa-ação, através da observação direta e intervenção com o grupo de alunos em estudo. Foram realizados encontros com o coordenador e o docente da disciplina de Física, para a apresentação da proposta da pesquisa, dos critérios de seleção do grupo e do planejamento das primeiras ações a serem desenvolvidas com os alunos.

No primeiro encontro com os alunos após as apresentações individuais, foi feita a explanação da proposta do trabalho utilizando a RE em atividades de experimentação prática com o Kit LEGO®. Na oportunidade foi feita a sondagem do perfil do grupo no que se refere às

¹ Luis Otoni Meireles Ribeiro, Doutor em Informática na educação, Mestre em Tecnologia - Educação Tecnológica, Professor do Instituto Federal Sul-rio-grandense/IFSul – Programa de Pós-graduação em Educação/MPET, Pelotas, RS, Brasil, luis.otoni@gmail.com

² Rosimeri Gonzaga Guarenti, Aluna do Mestrado Profissional em Educação e Tecnologia/MPET do IFSul, Pelotas, RS, Brasil, Pedagoga e Psicopedagoga Clínica e Institucional, r.guarenti@gmail.com

DOI 10.14684/WCCA.8.2015.363-367

© 2015 COPEC

dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Física, mais especificamente os relacionados ao estudo de Dinâmica.

As oficinas ocorreram semanalmente em turno inverso às aulas regulares dos alunos de acordo com a disponibilidade dos mesmos. Os kits são compostos por peças específicas para a prototipagem dos Robôs, tais como: motores, conectores, pneus, eixos, engrenagens, polias, sensores de toque, de distância, de som, de luminosidade e o bloco lógico de programação [NXT]. O NXT foi programado pelos alunos via computador e ligação por cabo lógico. Os alunos receberam fascículos com as orientações para a montagem do carro robótico “Buggy - Meu Primeiro Robô” usado para a simulação concreta de situações reais envolvendo conceitos de dinâmica, os quais já haviam sido trabalhados teoricamente em sala de aula pelo professor. Além do kit foram utilizados materiais complementares tais como: fita métrica, fita adesiva, cronômetro, régua, folha milimetrada e folha de registro do relatório da prática.

Como estratégia para a coleta de dados foram utilizados questionários de sondagem apresentados por etapas a cada encontro com os alunos. Bem como, o registro dos relatos orais em resposta aos questionamentos feitos pela pesquisadora, durante os diálogos travados com os alunos no decorrer das atividades práticas. Estas intervenções foram realizadas com o intuito de buscar indícios para a compreensão de como os alunos organizam estratégias para resolução de problemas complexos usando a RE.

ROBÓTICA EDUCACIONAL

Podemos definir a robótica pedagógica como a atividade de montagem e programação de robôs, com a intenção de explorar e vivenciar aprendizagens. Durante as aulas, o aluno é preparado não apenas para ser usuário de ferramentas tecnológicas, pois, além do aprendizado de conceitos tecnológicos, há a possibilidade do aluno aprender conceitos específicos relacionados às disciplinas de física e matemática, entre outras, de forma interdisciplinar. As atividades propostas permitem ao aluno desenvolver habilidades relativas ao trabalho em equipe, à resolução de problemas propostos durante a montagem e programação dos dispositivos robóticos.

Para Pontes [2], Robótica Educacional [RE] ou Robótica Pedagógica [RP] são termos utilizados para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados. Segundo o autor, a RP envolve um processo de motivação, colaboração, construção e reconstrução, utilizando-se dos conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos, levando os alunos a uma rica vivência interdisciplinar.

De acordo com Feitosa [3] além disso a RE, valoriza o trabalho em grupo, a cooperação, o planejamento, a tomada de decisões, a definição de ações, promove o diálogo e o

respeito a diferentes opiniões. Durante as oficinas de RE com os alunos pesquisados, foram lançados desafios relacionados ao estudo dos conteúdos de dinâmica porém, para solucionar estes desafios o aluno precisou por vezes, modificar a programação do robô, alterar a estrutura da montagem, fazer cálculo mental, etc. Percebeu-se que, ao enfrentar tais desafios, as estruturas psicológicas do aluno também são envolvidas, fazendo com que se desenvolvam não só as habilidades relacionadas ao conhecimento lógico-racional mas, também as que envolvem as questões emocionais, relativas às relações intrapessoais e interpessoais.

A TAXONOMIA DE BLOOM E AS AÇÕES NA ROBÓTICA EDUCACIONAL

Dessa forma, buscou-se a consonância entre os estudos da Taxonomia de Bloom nos três domínios e as ações dos alunos observadas durante as oficinas de RE. Pode-se observar estas relações na Figura 1.



FIGURA. 1
TAXONOMIA DE BLOOM EM TRÊS DOMÍNIOS

Apresenta-se a seguir as relações feitas entre as ações observáveis durante as atividades desenvolvidas pelos alunos nas oficinas de RE e a sua consonância com os três domínios propostos segundo a Taxonomia de Bloom [4].

O primeiro domínio a ser abordado diz respeito ao aspecto afetivo o qual refere-se as atitudes e sentimentos, abrangendo a sensibilização e gradação de valores. De acordo com a Taxonomia de Bloom o **Domínio Afetivo** trata de reações de ordem afetiva e de empatia.

O autor dividiu-o em cinco níveis: recepção, resposta, valorização, organização e internalização de valores. Assim sendo a **Recepção** tem a ver com a percepção, a disposição para receber e a atenção seletiva. Pode-se então, fazer uma relação com as ações de cooperar, ceder, flexibilizar, ouvir e

dialogar, praticadas pelos alunos durante as atividades experimentais com RE. Sendo que, na metodologia utilizada a cooperação está relacionada com a disposição do aluno em de trabalhar eficazmente com outras pessoas em um grupo, oferecendo prontidão para ajudar espontaneamente os outros, sem tirar proveito da situação.

A **Resposta** está aliada à participação ativa e à disposição para responder e satisfação em responder. Quando os alunos são desafiados a solucionar uma situação-problema apresentada ao grupo, estes precisam enfrentar o desafio proposto, tendo que tentar solucioná-lo, o que nem sempre é fácil. Porém, persistir faz parte também das ações por eles desenvolvidas. A flexibilidade, neste momento é muito importante pois é responsável por desenvolver no aluno a capacidade de adaptação, consciente e rápida de ações e atitudes planejadas diante das situações que se modificam.

Tendo sido tomada uma decisão em resposta ao desafio recebido pelo grupo, esta poderá surtir um efeito, a qual muitas vezes não corresponde às expectativas geradas pelos colegas e até mesmo pelo professor. Então, como lidar com esta situação? Neste ponto acredita-se ser importante a valorização, tanto por parte dos colegas quanto pelo professor. Acredita-se que valorizar o esforço do aluno, poderá servir de estímulo na busca da superação do desafio proposto, mesmo que o grupo não tenha obtido êxito na primeira tentativa. Quanto à **Valorização** na Taxonomia de Bloom, esta aparece como aceitação, preferência e compromisso com aquilo que se valoriza. As ações de comprometer-se com o grupo de colegas e envolver-se com a montagem, programação e na busca de solução para o desafio, fazem parte das atividades desenvolvidas nas aulas de RE. Permeando estas atividades, a metodologia utilizada aponta o envolvimento como sendo a disposição para que o aluno se comprometa, dispondo-se a responsabilizar-se individualmente ou em grupo pelos resultados obtidos no trabalho realizado.

O nível da **Organização** de Bloom, diz respeito ao conceito de valor e da organização de um sistema de valores. Quando ao aluno, nas aulas de RE, precisa executar ações tais como: organizar o grupo de trabalho/equipe, delegar as funções, distribuir as peças, ele está sendo chamado a organizar essas ações dentro de um sistema de valores que permeia o grupo, mesmo que esta organização de valores, ocorra de forma imperceptível/implícita para os componentes. A dinâmica de execução e rotação de funções distintas a cada aula de RE, prevista pela metodologia, permite ao aluno desenvolver qualidades pessoais tais como: a capacidade de auto-avaliação, a qual é realizada e justificada pelo próprio aluno em relação ao trabalho que desenvolveu, tendo como referência critérios e objetivos desenvolvidos por ele próprio. Cabe ao professor a função de mediador que, diante das colocações feitas pelo aluno irá intervir de forma construtiva, dentro da organização de um sistema de valores para que possa auxiliar o aluno na

maturação do seu desenvolvimento pessoal e, por consequência do grupo de trabalho.

Pode-se perceber durante as oficinas de RE, através do relato dos alunos, o quanto o posicionamento do professor diante de questões que é chamado a expressar-se e/ou agir conforme o seu juízo valor sobre determinado assunto, pode influenciar na forma como o aluno estabelece uma relação de aproximação ou afastamento deste. Diante de algumas evidências expressas nos relatos, acredita-se que o tipo de relação estabelecida entre professor/aluno incide diretamente no desenvolvimento do processo de aprendizagem, tornando o aluno receptivo ou não aos conteúdos da disciplina ministrada por este professor. Este dado foi bastante relevante na composição deste estudo. Identificou-se nestes relatos, a **Internalização** de valores, trazida no quinto nível por Bloom [4] onde aparecem o comportamento dirigido por grupo de valores, o comportamento consistente, previsível e característico. Em consonância com as ações relativas ao conviver e administrar, presentes nas aulas de RE.

O desenvolvimento de qualidades pessoais relativas à capacidade de julgamento e à empatia, fazem parte das ações contempladas durante as aulas de RE. Sendo que, a capacidade de julgamento permitirá que o aluno apresente opinião favorável ou desfavorável sobre as ideias de outras pessoas, acompanhada de justificativa sobre o seu ponto de vista. Será desejável que esta ação seja permeada pela empatia a qual exercita a capacidade do aluno de colocar-se no lugar dos outros, tornando-o capaz de saber lidar compreensivamente com opiniões e posições alheias.

No decorrer dos encontros viu-se o surgimento por parte dos alunos de um sentimento de pertença ao grupo, quem sabe por ao serem chamados a reflexão, perceberam que estavam na mesma situação, ou seja, com dificuldades de aprendizagem dos conteúdos da disciplina de física, mesmo que estas dificuldades não fossem da mesma natureza que as do seu colega. Dentro deste universo de ações ligadas aos relacionamentos intra e interpessoais, encontram-se alunos e professor num processo dinâmico de construção e reconstrução de significações afetivas as quais acredita-se influenciar diretamente no processo de ensino-aprendizagem.

Bloom relaciona o **Domínio Psicomotor** às atividades físicas e ao manuseio de objetos/ferramentas. Encontra-se eco entre o domínio psicomotor apresentado por Bloom e as ações observadas no processo de construção dos dispositivos robóticos durante as atividades de experimentação prática nas oficinas de RE.

Para contemplar este domínio, foram planejadas atividades nas quais os alunos eram estimulados a desenhar, escrever, separar, conectar, digitar, recortar e colar. Durante a separação das peças para montagem do robô os alunos fizeram uso da motricidade fina e acuidade viso-manual para encontrá-las e conectá-las entre si.

As habilidades motoras, também são desenvolvidas no processo de digitação durante a programação e manuseio do mouse do computador, recorte e colagem de fitas para a

demarcação de espaços na medição da distância percorrida pelo robô. Na elaboração do relatório o aluno utiliza-se da escrita, da representação gráfica através do desenho, demandam de habilidades psicomotoras para a sua execução. Quanto às habilidades observadas destaca-se a descoberta de alunos com grande potencial para a atividade de desenhar, trazendo à tona a preferência por estar em outro curso técnico, diferente do atual.

Apresenta-se aqui o **Domínio Cognitivo** ao qual foi dado um olhar diferenciado de acordo com a Taxonomia de Bloom [4], sendo que, as habilidades de pensamento e objetivos são categorizados hierarquicamente seguindo o processo de ascendência do pensamento, o qual parte das habilidades do pensamento inferior [LOTS] até atingir as habilidades do pensamento superior [HOTS]. Os verbos correspondentes aos seis níveis do domínio cognitivo são: recordar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. Pode-se encontrar grande parte destes verbos em ações realizadas durante as oficinas de RE pois, o domínio cognitivo perpassa todas as atividades humanas. Sabe-se que o ser humano é um ser biopsicossocial, sendo assim, a sua inteligência apresenta-se de múltiplas formas e, por isso o processo de aprendizagem não se restringe apenas ao conhecimento de conteúdos escolares.

Além das ações já citadas nos domínios afetivo e psicomotor, durante a prática das atividades experimentais planejadas para as oficinas, foram observadas outras ações realizadas pelos alunos relacionadas ao domínio cognitivo, são elas: analisar, contextualizar, programar, solucionar, pesquisar, prototipar, descrever, conectar, ler, interpretar, relacionar, diagnosticar, compreender, sintetizar, questionar, responder, testar, simular, projetar e aplicar.

Estas ações estão intimamente ligadas ao desenvolvimento de habilidades intelectuais que envolvem processos cognitivos. De forma resumida podemos exemplificar na Figura [2] as relações observadas na robótica educativa e os domínios cognitivos.

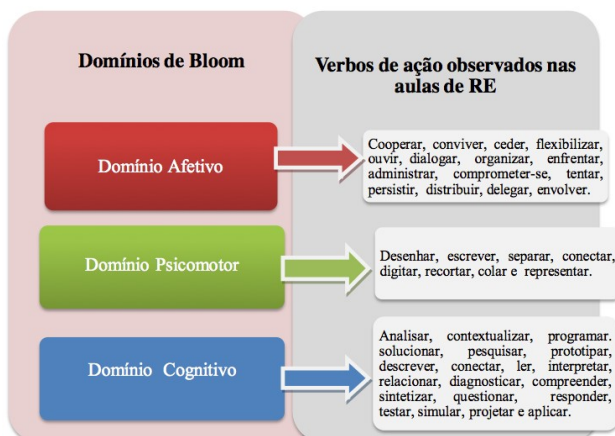


FIGURA. 2

TRÊS DOMÍNIOS DA TAXONOMIA BLOOM E AS AÇÕES NA RE

A TAXONOMIA DE BLOOM NA ERA DIGITAL E A ROBÓTICA EDUCATIVA

A TABELA I apresenta outra relação feita entre a Taxonomia de Bloom [4], a Taxonomia de Bloom revisada por Anderson [5] e a Taxonomia Bloom para a Era Digital [6] relativa às novas competências tecnológicas/digitais desenvolvidas pelos alunos, observadas nas ações durante o uso da robótica educacional nas oficinas.

TABELA I
TAXONOMIAS REVISADA DE BLOOM [5] X DIGITAL [6] X RE

VERBOS	VERBOS-CHAVE	VERBOS-CHAVE NA ERA DIGITAL NA RE
Criar	desenhar, construir, planejar produzir, idealizar, traçar, elaborar	Programar, filmar, fazer download, conectar, transmitir
Avaliar	revisar, formular hipóteses, criticar, experimentar, julgar, provar, detectar, monitorar	Comentar, publicar, moderar, colaborar, participar, reelaborar, testar
Analisar	comparar, organizar, desconstruir, atribuir, delinear, encontrar, estruturar, integrar	Recombinar, relacionar, validar, desconstruir, romper, recompilar informações
Aplicar	implementar, desempenhar, usar, executar	Operar, compartilhar, editar, fazer upload
Compreender	interpretar, inferir, resumir, classificar, comparar, explicar, exemplificar	Fazer buscas avançadas, publicar, categorizar, anotar, subescrever
Recordar	reconhecer, listar, descobrir, identificar, recuperar, denominar, localizar, encontrar	Ressaltar, marcar, marcar sítios, favoritos, buscar, fazer pesquisa no Google

RESULTADOS FINAIS

A partir das observações da pesquisa foram obtidos os seguintes resultados, com o uso da RE como ferramenta auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos de Física relativos aos conteúdos de Dinâmica.

As dificuldades de aprendizagem expressadas pelos alunos, foram categorizadas em quatro grandes grupos, o que permitiu relacioná-las com as intervenções propostas na RE, as habilidades intelectuais envolvidas nos processos cognitivos privilegiados com as ações de RE, e os resultados obtidos. As categorias das dificuldades de aprendizagem ficaram assim expressas:

- Leitura e interpretação de exercícios
- Aplicação de fórmulas, elaboração e resolução de cálculos
- Conversão de medidas
- Compreensão dos conceitos de MRU e MRUV

Cada uma destas categorias será descrita a seguir, de forma a facilitar a compreensão dos resultados da pesquisa.

Leitura e Interpretação de Exercícios

Intervenção prática com RE - Montar e programar o robô para executar movimentos de acordo com as variáveis. Registrar no relatório os resultados observados e utilizá-los para fazer a representação através do traçado de um gráfico.

Habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos - Compreensão, identificação, aplicação, raciocínio lógico raciocínio-hipotético inferencial.

Resultados obtidos - Conseguiram executar as atividades, identificar e relacionar as variáveis, percebendo a influência que exerciam na resolução da situação-problema. Além disso, através da localização no gráfico fizeram previsões sobre outros possíveis valores de variáveis.

Aplicação de Fórmulas, Elaboração e Resolução de Cálculos

Intervenção prática com RE - Resolução de uma situação-problema na qual utilizando o sensor de toque deveriam controlar e cronometrar o tempo de deslocamento do Robô em diferentes espaços. Verificar o tempo, a distância percorrida e calcular a velocidade do Robô. Traçar o gráfico com as variáveis encontradas (tempo e distância).

Habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos - Capacidade de resolução de problema, análise, síntese, compreensão, identificação, raciocínio lógico e raciocínio hipotético-inferencial.

Resultados obtidos - O uso de cálculos e aplicação de fórmulas, permeando todas as atividades concretas, permitiu que os alunos desenvolvessem gradualmente a capacidade de elaboração e aplicação de cálculos e fórmulas.

Conversão de Medidas

Intervenção prática com RE - Questionamentos orais e reflexões no momento em que eram efetuados os cálculos, registros dos resultados com o intuito de pensarem sobre os instrumentos utilizados nas medições de tempo e distância estabelecendo uma relação com a tabela de conversão que havia no laboratório de Física.

Habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos - Análise, síntese, aplicação [generalização e transferência de aprendizagem] raciocínio lógico, identificação e classificação.

Resultados obtidos - Estabeleceram relação entre as unidades de medidas a partir da observação e reflexão acerca das informações contidas na tabela de conversão, com as unidades utilizadas nos instrumentos de medição de tempo, distância durante as atividades práticas.

Compreensão dos Conceitos de MRU e MRUV

Intervenção prática com RE - A partir de exercícios teóricos fazer a simulação concreta utilizando o Robô.

Habilidades intelectuais envolvendo processos cognitivos - Transferência de aprendizagem, aplicação, compreensão, raciocínio lógico.

Resultados obtidos - Houve uma melhor compreensão dos conteúdos abordados em sala de aula a partir da observação direta durante a simulação dos movimentos utilizando-se o Robô.

Para a elaboração desta síntese, foram usados dados obtidos pela avaliação da evolução relativa às dificuldades inicialmente apontadas pelos alunos no primeiro instrumento de sondagem e nos oito encontros onde foram feitas intervenções práticas nas oficinas de RE. Os resultados que compõem o parecer individual dos alunos, feitos através da observação direta e análise das suas produções durante a realização das atividades práticas propostas, apontam para a conclusão de que as oficinas de Robótica Educacional contribuíram de forma positiva para uma melhora da compreensão dos conteúdos de dinâmica relativos à disciplina de física.

Pode-se perceber que o caráter lúdico da RE colabora para que o aluno reduza a resistência no que se refere à exposição de dúvidas que possui sobre o conteúdo trabalhado, pois os questionamentos surgem naturalmente durante a experimentação das montagens, nas testagens de programação, traçado de gráficos e cálculos mentais.

Dessa forma, é importante relatar que um dos elementos observados refere-se à colaboração entre os alunos para sanar as dúvidas dos seus colegas. Acredita-se que o fato de os alunos estarem fazendo parte de um grupo em que os colegas apresentam dificuldade no processo de aprendizagem, permitiu uma identificação pessoal entre eles, contribuindo para o surgimento do “sentimento de pertença” ao agrupamento. Observou-se que o saldo positivo relativo às oficinas de robótica não se restringiu somente ao aspecto cognitivo mas, foi extensivo às relações inter e intrapessoais travadas durante as atividades realizadas, este resultado traz indícios da eficácia do uso da metodologia no que se refere ao aprender a ser e conviver necessários para o desenvolvimento biopsicossocial dos alunos, o qual influencia diretamente no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] SMOLE, Kátia Cristina Stocco. *Aprendizagem Significativa*. 2013 Disponível em: <http://www.fe.unb.br/pie/zAPRENDIZAGEM%20SIGNIFICATIVA.html>
- [2] PONTES, Lelino. *A história da Robótica Educacional (RE)*. Artigo sobre Robótica Educacional. 25/06/210. P.01 Disponível em: <http://lelinopontes.wordpress.com/2010/06/25/historia-da-robotica-educacionalre/>
- [3] FEITOSA, Gustavo (org). *Projeto de educação e Tecnologia: Manual Didático pedagógico LEGO*. Curitiba: Zoom Editora Education, p.1-120, 2003
- [4] BLOOM, Benjamin S. et al.: *Taxonomia dos objetivos educacionais*, vols 1 e 2, Editora Globo, Porto Alegre, 1973
- [5] ANDERSON, Carl (2001) Disponível em <http://www.eduteka.org/TaxonomiaRevisadaDigital.php>
- [6] CHURCHES, Andrew. *Taxonomia para La Era Digital*. (2008) Disponível em <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomDigital.php>