

O estabelecimento de possíveis relações conceituais entre o conhecimento químico e a robótica educacional

The establishment of possible conceptual relationships between the chemical knowledge and the educational robotics

Carlos Antônio Pereira Júnior

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

carlos.quimica.ufg@gmail.com

Marlon Herbert Flora Barbosa Soares

Universidade Federal de Goiás

marlon@quimica.br

Resumo

O trabalho debate a construção do conceito químico de titulação partindo do protótipo robótico construído e manuseado pelos alunos. O comportamento dos estudantes foi analisado com base na teoria da colaboração, realizando interfaces com robótica e aprendizagem. O método utilizado foi qualitativo do tipo estudo de caso em um universo de 8 alunos do ensino médio no contraturno da escola. Há uma possibilidade da interlocução entre teoria e prática aproximando os conceitos químicos a um aparato prático acessível aos alunos que é o robô, possibilitando variados consensos e a emergência de conceitos que vão além daqueles que foram determinados dentro do próprio grupo. A robótica se torna uma ferramenta que permite ir além de uma interação direta entre professor e aluno, proporcionando interações de variadas naturezas no contexto da sala de aula, assim o conhecimento que é construído é da responsabilidade de todos, não mais restrito ao professor.

Palavras chave: robótica, colaboração, titulação de soluções

Abstract

This paper discusses the concept of titration chemical concept starting using a robotic prototype built and handled by students. The behavior of students was analyzed based on the theory of collaboration, performing interfaces with robotics and learning. The method used was qualitative case study in a kind of 12 high school students in the alternative schedule of school. There is a possibility of dialogue between theory and practice closer chemical concepts to a practical apparatus accessible to students is the robot, enabling varied consensus and the emergence of concepts that go beyond those that have been determined within the group. Robotics becomes a tool to go beyond a direct interaction between teacher and student, providing interactions of various natures in the context of the classroom, so the knowledge that is built is the responsibility of all, no longer restricted to teacher.

Key words: robotics, collaboration, titration

O que sabemos sobre o robô na escola

Desde a metade do século XX os robôs são peças importantes para a composição do mundo assim como o conhecemos atualmente. Seja na praticidade que esses aparatos trazem para o dia a dia, ou para a execução de tarefas arriscadas e ainda como ferramenta de precisão em certos casos, eles já estão espalhados por toda a parte e claro a escola não fica de fora dessa expansão.

Podemos dizer que a relação entre robô e escola se dá através da Robótica Pedagógica ou Robótica Educacional, e trata da inserção dessas máquinas no ambiente educativo com intuito de contribuir para a construção dos conhecimentos científicos previstos para as disciplinas curriculares. Assim, a Robótica Educacional é caracterizada por um ambiente de aprendizagem que utiliza robôs com o intuito de construir determinados conhecimentos.

Outro ponto que vale destaque vem de Zilli (2004) que afirma 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. Todas essas características descritas pela autora corroboram com o apoio ao entendimento e compreensão da forma como o conhecimento científico é construído que também é responsabilidade dos professores de ciências.

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.

Destacamos que não há na literatura trabalhos que façam a devida relação entre a robótica educacional e o ensino de ciências, especificamente a química. Esse trabalho pretende começar a suprir essa lacuna.

Colaboração e aprendizagem

O presente trabalho busca na colaboração o suporte teórico e metodológico para que seja possível construir um robô e discutir um conceito, estabelecendo então uma relação ensino, aprendizagem e trabalho em grupo. A literatura que caracteriza os processos colaborativos em sala de aula nos indica que o trabalho em grupo é dinâmico e possui várias facetas, como cooperação e colaboração. Discutiremos a seguir a posição adotada por Brna (1998) para estabelecer e esclarecer o contexto em que o trabalho colaborativo se inseriu durante o processo de pesquisa, buscando suporte também nos textos de Panitz (1996), Torres *et al* (2004) e Silva (2011).

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 a colaboração se estabelece de acordo com o andamento do trabalho. Essa trajetória é importante porque a colaboração é um trabalho em que os integrantes do grupo têm voz ativa e devem alcançar variados consensos na medida em que os próprios

integrantes entram em conflito por suas diferentes visões. Assim buscaram-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), podemos diferenciar aspectos do trabalho em grupo através de diferentes pontos de análise como:

Se a tarefa é dividida em partes controladas por diferentes colaboradores ou se a colaboração requer um esforço sincrônico sem nenhuma divisão de tarefa; Se a colaboração é vista como um estado ou como um processo; 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; Se os participantes em uma colaboração estão cientes da existência de uma relação contratual formal ou não. Começaremos a abordagem seguindo e discutindo cada um desses quatro passos.

Para Brna (1998), a divisão do trabalho entre os integrantes do grupo 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, pg.4).

Nesse sentido notamos que em várias ocasiões o termo colaboração é confundido como cooperação, pois em determinadas situações a um desconhecimento quanto a essa relação entre a divisão do trabalho e o próprio enquadramento do trabalho em grupo. 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. Nesse sentido 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, tanto professor quanto o aluno detém um papel mais ativo de integrantes do espaço colaborativo. Vale destacar que na colaboração o professor também é colaborador, não se diferenciando dos demais integrantes da atividade. 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 trabalhos em grupos. Já que dependendo do tipo de trabalho que escolhemos os alunos podem ou não ser responsabilizados, em parte, por sua própria aprendizagem.

Pensar o trabalho cooperativo e colaborativo somente através da divisão das tarefas, leva a uma quebra na concepção de que nunca será possível cooperar e colaborar num mesmo esquema de trabalho. Buscando uma alternativa para essa visão, Brna (1998) articula uma ideia em que compreende a colaboração hora como um estado e hora como um processo. Assim, seria possível que os integrantes de um grupo cooperassem enquanto que a colaboração se manteria 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). Ou seja, em parte sentar e escrever pode ser esquematizado de forma cooperativa, em que o escritor escreve e delega uma função de revisão a outras pessoas, enquanto que manteria o estado de ser escritor, possibilitando debater com o revisor alguma possibilidade de trabalho além de suas tarefas, nesse aspecto colaboraria com os revisores mantendo o estado colaborativo.

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. Logo o processo colaborativo é entendido por Brna (1998) como um conjunto entre postura e consciência que os integrantes devem adotar a fim de que o trabalho colaborativo aconteça de maneira natural e civilizada, como é descrito abaixo:

“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, pg. 4)

Isso implica que não é necessário debater deveres e obrigações com os 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) em que *“na colaboração os indivíduos são responsáveis por seus atos, incluindo a aprendizagem e o respeito para com as habilidades e contribuição de seus pares”*. Com isso os alunos devem se sentir integrados ao processo para que se sintam a vontade para se expressar e respeitar as visões de seus pares.

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 no processo. Esse caso 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, pg. 38)”

Assim, se algum membro do grupo não se sente pertencente e acaba se isolando, o prejuízo 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). 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 o caso de 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. Logo acaba como um elemento de prestígio dentro do grupo, encorajando os outros participantes a tomarem iniciativa.

Logo o trabalho se pautou em responder a seguinte questão de pesquisa: como a Robótica Pedagógica se relaciona com alguns aspectos da colaboração e assim, auxiliar na compreensão do conceito de neutralização ácido-base?

Método

A base de análise do trabalho é a interação colaborativa entre os alunos para a resolução de uma problemática específica, que aqui se situa no conceito de titulação e sua relação com a robótica. Nesse sentido, as discussões baseadas nos conteúdos estudados na sala de aula regular foram o ponto de partida para a decisão e consenso do grupo sobre o conceito que seria discutido através da construção e do manuseio do protótipo. Assim o objeto de análise corresponde a uma investigação dos conceitos desenvolvidos pelos alunos e se o robô caracterizou e possibilitou ou não a construção do conceito químico. Tais dados foram obtidos a partir de filmagens e registros em diário de campo. As falas foram transcritas e analisadas de acordo com a proposta.

Torna-se necessário analisar as atividades desenvolvidas fundamentando nas interações sociais, flexibilidade na troca de informações, reflexão, discussão e relevância do conteúdo construído pelos alunos em sala de aula. Consideramos os pressupostos da Pesquisa Qualitativa, que nesse viés investigativo, nos permite restabelecer os parâmetros traçados durante o estudo a fim de promover um entendimento mais apurado da realidade que se está investigando (TRIVIÑOS, 2008). 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 profundamente. 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)

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, no contraturno do horário da escola. Porém, no decorrer da pesquisa alguns alunos do primeiro ano solicitaram participação que foi autorizada e começaram a frequentar os encontros. Assim, contávamos com um total de 8 alunos. A faixa etária do público de pesquisa ficou entre 14 e 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 para planejamento da construção do robô o conceito químico foi escolhido pelos alunos (A1, A2, A3, etc.), o professor (P) e o colaborador/pesquisador (C). O consenso no grupo foi por uma atividade prática de titulação e que o robô seria estruturado a

fim de facilitar tal processo, já que em variadas situações a titulação é vista como um trabalho repetitivo e que isola o trabalhador em sua competência. Ainda vale destacar que essa prática contemplou os tópicos ácidos, bases e reações químicas, que eram ministrados na sala de aula regular pelo professor e conseqüentemente era objeto de dúvida de alguns alunos.

Resultados e discussão

No processo de produção do robô e das discussões dos conceitos químicos, os alunos trabalharam de maneira colaborativa tanto no sentido de estado, quanto no sentido de processo colaborativo.



Figura 1: alunos em processo colaborativo para a montagem do protótipo

Percebemos na imagem que os alunos utilizam diferentes técnicas e ferramentas para a produção do protótipo, além do que os próprios perceberam que somente em grupo e com ajuda uns dos outros seria possível a construção do robô e a conseqüente discussão do conceito químico para dar sustentação para a construção. Assim a necessidade de um aparato prático para a articulação e possibilidade de reflexão do arcabouço teórico é fundamental para a construção do conhecimento químico em sala de aula e o robô se tornou realidade a partir de sucessivas reflexões e consensos entre os alunos, hora partindo do próprio conceito química ou mesmo do próprio autômato. Ou seja, o robô que seria utilizado para titular soluções só foi possível no concreto a partir da discussão conceitual. Logo, o protótipo já tinha um fim, antes de estar pronto, que era titular.

Em outro momento, quando do robô pronto, os alunos o manuseavam e realizavam as titulações, em outro momento no qual correu 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 dois 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 doido!

Com as observações registradas no diário de campo, as filmagens e as falas citadas, 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 e Soares, 2013) permite que o aluno participe ativamente do processo e também que ocorra uma corresponsabilidade pelo seu aprendizado 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 (Panitz, 1996).

Percebemos que os alunos ocuparam o centro do processo formativo que foi favorecido pela maneira como o robô foi construído, que exigiu deles o trabalho em grupo fortalecendo os laços e o compromisso para com o trabalho do outro. O protagonismo foi descentralizado do professor e os alunos passaram a um estágio de responsáveis por seu próprio aprendizado, questionando, observando, tomando notas e propondo novas alternativas de testes. (Torres *et al*, 2004).

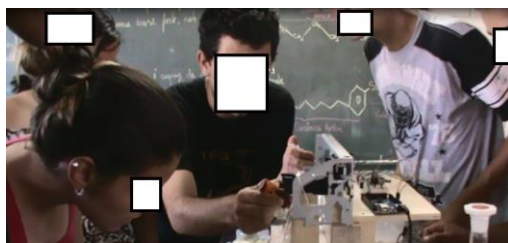


Figura 2: robô e a discussão do conhecimento químico.

Outra questão que emergiu a partir da elaboração e construção 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, que não vai transformar as substância aí no sistema, então a transformação química vai fazer o que? Vai mudar? Vai reagir? Vai formar substâncias diferentes, não é? Entendeu? Lembrou da diferença das transformações químicas 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. É evidencia de reação química? É!

Na sequência descrita 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, logo retornam as falas do professor da disciplina e do pesquisador/colaborador para que o aluno consiga participar do debate. Interessante destacar que o professor P pergunta o que acontece quando se coloca a soda cáustica na água. Obviamente, nesse caso, trata-se de um fenômeno físico. Mas quando consideramos o contexto, o professor estava se referindo ao fato de se adicionar a soda cáustica no preparado para se fazer o sabão. Como aponta Silva e Soares (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*”.

Considerações finais

Aponta-se aqui para o fato de que o robô pedagógico em suas limitações possibilitar variadas articulações entre a construção do conhecimento químico e a colaboração tanto como estado, tanto como processo. Ainda há muito a ser percorrido no estabelecimento de um vínculo entre a robótica pedagógica e o ensino de química, visto que em variadas situações não é claro como os conhecimentos químicos podem estar articulados com os autômatos. Esse trabalho visa contribuir para a formação de uma concepção que a escola necessita de uma mudança e que a robótica conjuntamente com a colaboração é uma alternativa viável.

Assim tal experiência se encerra na questão que permite olhar de maneira diferenciada para a colaboração como processo e estado, num ambiente de sala de aula que é dinâmico e exigente e para os robôs que “mexem” com a curiosidade dos alunos que se esforçam para compor seu saber sobre tais aparatos que estão cada vez mais presentes no cotidiano de todos. O uso da colaboração e um aparato tecnológico como o robô nos mostra grandes possibilidades para o ensino de ciências, no qual pode-se fazer a junção entre um material concreto, o conhecimento científico e a discussão dos presentes para um determinado fim, que no caso, é o robô pronto.

Referências

- BRNA, Paul. **Modelos de colaboração**. Tradução de Álvaro de Azevedo Diaz. Computer Based Learning Unit, Leeds University Leeds. England. UK. 1998.
- 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 2014.
- SILVA, V. A. **A Aprendizagem Colaborativa Como Método De apropriação 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.
- TRIVIÑOS, A. N. S: **Introdução aos Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo, Editora Atlas, 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.
- 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.