



Concepções alternativas e aprendizagem colaborativa: uma proposta de atividade envolvendo o método *Jigsaw* no conteúdo de modelos atômicos no curso técnico em química

Guilherme Henrique Inocêncio^{1*}, Ana Carla Dantas Midões²

¹Licenciando em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Capivari, Capivari, São Paulo, Brasil, ²Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Capivari, Capivari, São Paulo, Brasil. *gui.henry3@gmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 22/09/2021

Publicado em: 08/10/2021

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar as concepções alternativas sobre os conceitos de modelos atômicos utilizando a metodologia de aprendizagem Cooperativa *Jigsaw* com os alunos do primeiro semestre do curso técnico Concomitante/Subsequente em Química do IFSP - Câmpus Capivari. As análises das concepções alternativas pautaram-se pelas metodologias de Perfil Conceitual e Análise Multimodal Semiótica. Verificou-se que as concepções alternativas dos alunos foram sendo reestruturadas de acordo com os estudos de modelos atômicos utilizando o método *Jigsaw*, além de terem desenvolvido habilidades intrapessoais e interpessoais.

Palavras-chave: Concepções. *Jigsaw*. Átomo.

Alternative conceptions and collaborative learning: a proposal for an activity involving the *Jigsaw* method in the content of atomic models in the technical course in chemistry

ABSTRACT

This work aims to analyze the alternative conceptions about the concepts of atomic models using the Cooperative *Jigsaw* learning methodology with students of the first semester of the Concomitant/Subsequent technical course in Chemistry at the IFSP - Campus Capivari. The analyzes of alternative conceptions were guided by the methodologies of Conceptual Profile and Multimodal Semiotic Analysis. It was found that the students' alternative conceptions were being restructured according to the studies of atomic models using the *Jigsaw* method, in addition to having developed intrapersonal and interpersonal skills.

Keywords: Conceptions. *Jigsaw*. Atom.

INTRODUÇÃO

Para ensinar conceitos químicos que apresentam alto grau de complexidade e de abstração – por não permitirem uma exploração fenomenológica –, o professor faz uso de analogias. Essa estratégia, conforme explicita Souza et al., (2006) estabelece

interseções entre os domínios do que é desconhecido pelo aluno e ao do que lhe é familiar, o que favorece a compreensão e construção do conhecimento, dado que as analogias conduzem ao processo de criação de modelos pelo discente, podendo, então, expressá-los em diferentes formas de representação.

As analogias empregadas no ensino de Química, possuem, também, aspectos limitantes nos processos de ensino e de aprendizagem. Há a possibilidade de possíveis interpretações equivocadas, assim como generalizações que podem levar a formas inapropriadas de raciocínio. Para que esses aspectos sejam evitados, Chassot (2008) relata que ao correlacionar os fenômenos químicos do seu cotidiano ao seu conhecimento empírico, o aluno é capaz de assimilar os conteúdos considerados abstratos. Portanto, é de extrema importância que o professor incorpore os saberes populares e conhecimentos prévios do discente na sua dinâmica pedagógica, pois viabiliza a compreensão do mundo microscópico cujo acesso é difícil (Idem, Ibidem).

Presente nos currículos de Química que contemplam a etapa do Ensino Médio, o estudo de modelos atômicos é um dos primeiros contatos que o aluno possui com conceitos abstratos. Por caracterizar-se como um assunto quase ausente nas atividades cotidianas, é possível que haja más interpretações durante o seu estudo. Como apontam França et al., (2009) a estrutura do átomo é um tema que os alunos apresentam dificuldade de compreensão, dado que o nível de exigência para sua aprendizagem requer elevada capacidade de abstração. Essa capacidade de abstração exige a articulação simultânea de três níveis de representação aos quais Johnstone (2000) nomeou: o macroscópico (perceptível sensorialmente), o submicroscópico (exploração a nível molecular) e o simbólico (representação do que é abordado). Sendo assim, é importante que o docente explore diferentes artifícios que busquem relacionar tais níveis a fim de proporcionar um maior sentido ao que é ensinado (Idem, Ibidem). De modo similar, Mortimer (2000) sugere que a abordagem do conhecimento químico considere os aspectos fenomenológicos, teóricos e representacionais.

Mortimer (1995) aponta que nos estudos sobre modelos atômicos os alunos apresentam consigo conceitos prévios que, na maioria das vezes, se configuram como concepções alternativas aos conceitos cientificamente aceitos. Por constituir-se de conhecimentos científicos exclusivamente escolares e por possuir possibilidades escassas de se transpor a teoria para a prática, aprender sobre modelos atômicos pode se tornar uma tarefa árdua, já que resta apenas a memorização dos conceitos.

Outro ponto nevrálgico a ser destacado no ensino sobre os modelos atômicos é a não discussão de como tais modelos foram desenvolvidos. Chinelli et al., (2010) apontam que o conhecimento da epistemologia faz com que o docente compreenda a ciência que ensina, o que o ajuda na preparação de suas aulas. Melo et al. (2013) asseveram que somente a abordagem da teoria, sem levar em consideração o desenvolvimento dos modelos científicos, culminam no entendimento parcial (ou não) sobre os conceitos atômicos, e que isso pode se estender.

Como destacado anteriormente, embora sejam incompletas e não representem diretamente a realidade, as analogias adotadas no ensino de Química geram modelos que nem sempre condizem com a realidade. Quando o aluno se depara com os conceitos abstratos dos modelos atribuídos aos átomos, é possível que uma concepção alternativa seja internalizada. Essa concepção, futuramente, acarretará em possíveis novas concepções alternativas dos conteúdos posteriores. Mortimer (1996) enfatiza que é função do professor perceber tais concepções para que, em suas práticas pedagógicas, possa minimizar as suas sucessões, ou até mesmo mudar tal paradigma, levando em consideração o perfil conceitual criado pelo aluno, as interações multilaterais professor-aluno e aluno-aluno, além do protagonismo do processo de aprendizagem voltado para o aluno.

Ao introjetar os conceitos relacionados a determinado conteúdo, o aluno constrói um pensamento conceitual baseado na sua maneira de ver e interpretar os fenômenos em seu cotidiano, podendo utilizá-los de maneira distinta de acordo com cada contexto social a qual se insere, caracterizando, então, diversos perfis conceituais (MORTIMER et al., 2009). A fim de elaborar o perfil conceitual de cada aluno, o professor precisa desempenhar o papel de investigador, uma vez que é necessário ir além da verificação das concepções alternativas dos estudantes. É necessário, dialogicamente, buscar as diferentes formas de pensar, interpretar e conceitualizar as informações que o aluno apresenta no seu processo de aprendizagem. Assim, para Mortimer et al. (2009) o professor é capaz de perceber a produção de significados que o aluno propõe para cada conceito perante os domínios ontológicos e epistemológicos, podendo utilizar o perfil conceitual para guiar as suas atividades pedagógicas.

Cada perfil conceitual modela a diversidade de modos de pensar ou de significação de um dado conceito (e.g., calor, matéria, vida, adaptação) e é constituído por várias “zonas”. Cada zona representa um modo particular de

pensar ou atribuir significado a um conceito. Cada modo de pensar pode ser relacionado a um modo particular de falar (...) (MORTIMER et al., 2009, p. 5).

No final do século passado, as pesquisas na área da educação convergiram para o estudo e desenvolvimento de técnicas educativas com a finalidade de promover um processo de ensino e de aprendizagem que suprisse as necessidades de uma sociedade em constante mudança devido ao processo de globalização que o mundo passava. Os estudos, fortemente influenciados pelo Construtivismo de Piaget e do Sócio-interacionismo de Vigotsky, apontavam uma mudança de paradigma na Educação: a mudança do eixo educativo. A pedagogia, até então consolidada na unilateralidade da transferência de conhecimento – na qual o professor, considerado o detentor uno do saber, ensinava pela transmissão dos conteúdos ao aluno, considerado como tábula rasa –, passou a configurar o discente como sujeito ativo de sua aprendizagem e o professor não mais como o sujeito ativo de tal processo (DEWEY, 1979). Nessa perspectiva, Silva e Gauche (2009) problematizam as estratégias pedagógicas convencionais no mundo moderno:

[...] as abordagens pedagógicas convencionais praticadas pelos professores da escola proporcionam ambientes motivadores e propícios ao aprendizado? O ensino de Ciências que praticamos favorece o desenvolvimento de habilidades interpessoais [...]? As ações educacionais têm contribuído para disseminar na sociedade ações mais solidárias e cooperativas?. (SILVA; GAUCHE, 2009, p. 2).

Tendo em vista a necessidade de abordagens que possibilitassem o aluno como sujeito ativo, Johnson e Johnson (1974) fazem uma proposta didático-pedagógica que tem como objetivo valorizar as relações da interdependência social na sala de aula, a Aprendizagem Cooperativa. De natureza social, essa abordagem visa uma aprendizagem que perpassa pelo respeito, interação e compartilhamento de ideias com o aluno e seus pares, o que melhora a compreensão individual e mútua dos conteúdos. Dessa forma, a aprendizagem ocorre em um meio particular, no qual se desenvolvem habilidades intelectuais e interpessoais e se estabelecem relações sociais (JOHNSON; JOHNSON, 1974). Por outro lado, Johnson et al., (1999) sugerem a função do professor: atuar como mediador do processo, determinando os objetivos das atividades propostas; organizando os alunos em grupos para que ocorra a interação das ideias entre os pares; explicitando como ocorrerão as atividades; procurando sempre garantir a

eficácia do trabalho realizado pelos grupos de alunos – intervindo quando há necessidade.

A cooperação, como afirmam Johnson et al., (1999) cooperação costuma dar errado devido à ausência de certas condições de mediação, que constituem os componentes essenciais que tornam os esforços cooperativos mais produtivos do que competitivo e individualista. Tais componentes são: interdependência positiva claramente percebida, em que os alunos se apropriem do sentimento de trabalho conjunto para o alcance de um mesmo objetivo; interação promotora considerável, em que o aluno interage com os pares com o intuito de interagir com os conteúdos; responsabilidade pessoal e individual claramente percebidas, em que o aluno seja responsável pela sua própria aprendizagem e pelos pares; uso frequente de habilidades interpessoais de grupos pequenos, como liderança, tomada de decisão, resolução de conflitos; e processamento grupal regular, em que há a ocorrência regular da mediação docente a fim de garantir a progressão da aprendizagem nos grupos.

Aronson et al., (1978) baseando-se nos estudos de Aprendizagem Cooperativa realizados por Johnson e Johnson, verificam que, em grupos pequenos de alunos, a perspectiva motivacional é uma das mais importantes. Assim, caracterizado por um conjunto de procedimentos específicos, que visam o desenvolvimento de competências cognitivas simultaneamente com a aprendizagem, o método *Jigsaw* (quebra-cabeça) é sistematizado pelos autores. Segundo Barbosa e Jófili (2004), esse método de Aprendizagem Cooperativa se baseia na entrega do material didático do professor aos alunos alocados em pequenos grupos (origem). Cada integrante fica responsável por estudar uma única parte do material entregue. Após, os alunos que estudaram as mesmas partes se unem em um novo grupo (especialistas) para discutir o que foi estudado. O grupo de especialista, então, é desfeito, e cada aluno regressa ao seu grupo de origem para compartilhar o que estudou com os outros membros. Logo, há a garantia de que todos aprendem todo o conteúdo proposto, além de ser possível avaliar o aprendizado individual de cada aluno (BARBOSA; JÓFILI, 2004).

A utilização da metodologia ativa *Jigsaw* nas aulas de Química tem se tornado cada vez mais frequente e demonstrado resultados promissores. A dinâmica adotada por esse método possibilita que o discente exponha suas ideias e seus conhecimentos prévios, confrontando-os com as ideias dos seus pares. Há ainda a possibilidade dos alunos se confrontarem com diversas concepções alternativas sobre o mesmo conceito

perante os seus colegas do grupo. Portanto, ao utilizar tal método, é capaz de favorecer-se “a humanização do ambiente escolar, o diálogo entre os estudantes (...), a problematização e a argumentação” (GUIMARÃES; CASTRO, 2018, p. 105).

Diante do exposto, o presente trabalho tem a finalidade de prospectar e analisar as possíveis concepções alternativas sobre os conceitos de modelos atômicos dos alunos do primeiro semestre do Curso Técnico Concomitante/Subsequente em Química do IFSP Câmpus Capivari, utilizando a metodologia ativa de Aprendizagem Cooperativa *Jigsaw*

MATERIAL E MÉTODOS

A proposta de atividade foi baseada no método *Jigsaw*, uma das metodologias de Aprendizagem Cooperativa, e aplicada no conteúdo de Modelos Atômicos da Disciplina de Química Geral, na turma do primeiro semestre do Curso Técnico Concomitante/Subsequente em Química, do IFSP Câmpus Capivari.

A turma em questão é dividida em dois grupos diferentes: Turma A e Turma B. O professor atribuído à disciplina de Química Geral possui 4 aulas com a Turma A, 4 aulas com a Turma B e mais 2 aulas com ambas as turmas juntas, o que totalizam 6 aulas por semana para cada turma. Por se tratar de um curso no período noturno, são atribuídos 50 minutos para cada aula dada.

A presente atividade foi sistematizada de acordo com os estudos de Fatareli et al. (2010), Barbosa e Jófili (2014) e Bonfim et al. (2018), porém, com algumas alterações no que Fatareli e colaboradores atribuem como Grupo Base e Grupo de Especialistas. No presente trabalho, os alunos são alocados em:

— Grupo de Especialistas (1ª Organização): cada grupo escolhe, por sorteio, o modelo atômico que será estudado. Dessa forma, todos os integrantes do grupo se tornaram especialistas naquele modelo atômico.

— Grupo de Exploração: cada grupo será constituído por um especialista de modelo atômico a fim de que cada aluno compartilhe com seus pares o que estudou.

– Grupo de Especialistas (2ª Organização): os alunos especialistas retornam aos seus grupos de origem com o intuito de avaliar quais informações coletadas estarão presentes na apresentação dos Tópicos Norteadores.

Para a aplicação da metodologia *Jigsaw*, precisou-se dividir a atividade em cinco etapas, totalizando um montante de 26 aulas. É importante frisar que a "Etapa 5"

ocorreu somente nas aulas em que as duas turmas estavam juntas, pois as outras 4 aulas de cada turma foram destinadas aos eventos sediados no campus.

– Etapa 1: essa etapa constitui-se pela investigação dos conceitos prévios dos alunos fazendo a análise das concepções alternativas apresentadas (meia aula); exposição da atividade e dos processos avaliativos (meia aula); divisão dos Grupos de Especialistas de acordo com cada Modelo Atômico e pesquisa (três aulas); atividade artística complementar (duas aulas); análise das concepções alternativas presentes na primeira etapa (trabalho docente).

– Etapa 2: essa etapa constitui-se pela apresentação dos artigos científicos respectivos a cada modelo atômico (duas aulas); continuação da pesquisa dos Grupos de Especialistas (duas aulas); atividade Caixa Misteriosa (duas aulas); análise das concepções alternativas presentes na segunda etapa (trabalho docente).

— Etapa 3: essa etapa constituiu-se na ida à biblioteca do campus para que os alunos pegassem livros didáticos e continuassem pesquisa (seis aulas); análise das concepções alternativas presentes na terceira etapa (trabalho docente).

— Etapa 4: essa etapa constitui-se da formação dos Grupos de Exploração (2 aulas); reorganização dos Grupos de Especialistas e discussão dos dados coletados (uma aula); preparação da apresentação dos Tópicos Norteadores (uma aula); apresentação dos Tópicos Norteadores (duas aulas); análise das concepções alternativas presentes na quarta etapa (trabalho docente).

— Etapa 5: essa etapa constituiu-se da atividade Tela Branca (uma aula); aula expositiva dialogada (meia aula); encerramento da atividade (meia aula); análise das concepções alternativas presentes na quinta etapa (trabalho docente).

A investigação das concepções alternativas dos alunos sobre modelos atômicos foi realizada continuamente em cada etapa da atividade, coletando as falas dos alunos por meio de gravador de áudio em aplicativo disponível em *smartphone* e, posteriormente, transcrevendo-as para análises. A análise de cada concepção alternativa foi feita pelo professor ao encerramento de cada etapa utilizando o método do Perfil Conceitual proposto por Mortimer (1996). Para analisar as expressões artísticas da atividade artística complementar presente na Etapa 1, utilizou-se a análise multimodal sobre padrões semióticos de Neto et al., (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de Modelos Atômicos sucede o de Densidade no conteúdo programático do primeiro semestre do Curso Técnico Concomitante/Subsequente em Química no Câmpus Capivari do IFSP. Para abordar o novo conteúdo, decidiu-se empregar a metodologia ativa *Jigsaw* perante os trabalhos existentes no ensino de Química sobre esse método de Aprendizagem Cooperativa na literatura.

Decidiu-se utilizar o trabalho de Fatarelí et al., (2010) como inspiração para a sistematização da atividade. Por se tratar de uma aplicação da metodologia em questão no conteúdo de Cinética Química, os estudos do autor demonstraram resultados positivos da aprendizagem dos alunos. No entanto, levando em consideração ao perfil da turma e a disponibilidade de horas-aulas, optou-se por fazer algumas modificações nos processos dos grupos de trabalho. Barbosa e Jófili (2004) e Bonfim et al., (2018) defendem adaptações do método *Jigsaw* a fim de possibilitar uma melhor experiência didático-pedagógica. Assim, diferentemente do proposto por Fatarelí et al., (2010), as alterações no método se atêm nas atribuições do grupo de base e do grupo de especialistas e nas atividades complementares inseridas no decorrer do processo.

A organização dos grupos do presente trabalho não descaracteriza a função de "quebra-cabeça" da metodologia, visto que os alunos precisam prospectar as informações que lhes foram atribuídas nos grupos de especialistas, compartilhá-las nos grupos de exploração e prospectar as informações dos outros temas dos colegas de outros grupos de especialistas e, no final, compartilhar os novos conceitos para os seus grupos de origem (Grupo de Especialista). Desse modo, a organização proposta preza ainda mais pela autonomia dos alunos e em suas capacidades de verificar os conceitos, além garantir os sentimentos de cooperação e de responsabilidade pela aprendizagem de todos.

Etapa 1

No início dessa etapa, objetivou-se a compreensão do que a turma, de modo geral, entendia por "Átomos". Esses conceitos prévios são importantes para que o professor entenda como o aluno compreende esse tema, o seu contexto cotidiano, e quais os meios que a imagem atômica era consumida pelo discente. Nota-se que alguns alunos já possuíam conhecimento sobre os cientistas responsáveis pelos principais modelos atômicos ao apontarem Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr. Observa-se que

possuem entendimento sobre as características dos átomos quando apontam "Esfera maciça e indivisível", "Possuem cargas", "Possuem cargas positivas e negativas". Em especial, duas afirmações levantadas pelos alunos merecem ser analisadas: "O átomo é uma subpartícula", é uma concepção alternativa levantada neste momento, uma vez que o átomo em si não é uma subpartícula, mas, sim, composto por subpartículas; "O átomo é um elemento químico", é uma concepção equivocada, pois um conjunto de átomos com o mesmo número de prótons em seu núcleo é o que caracteriza um elemento químico. Verifica-se, também, que conhecem algumas partículas atômicas como "Elétrons" e "Nêutrons". Porém, indicaram que "Íon" também é uma partícula presente no átomo. Nota-se que os alunos não citaram o próton como uma partícula atômica. Indicaram as consequências naturais dos átomos na natureza, como "Formador de matéria", "Ocupa espaço e tem massa" e "Formam moléculas". Também, apresentaram "Produzem substâncias químicas", uma outra concepção alternativa, pois entendem que substância química é toda aquela encontrada em laboratório e que não há na natureza. É importante atentar-se sobre os elementos da cultura popular que os alunos citaram nesse momento, sendo eles os desenhos animados "Jimmy Neutron" e "O Laboratório de Dexter", bem como os seriados "*Breaking Bad*", "*CSI*", "*Chernobyl*" e "*DARK*". Verifica-se que a Ciência de maneira geral está presente na cultura, porém, utilizam-se de elementos ficcionais sem tratar com o devido rigor os conceitos científicos. Dessa maneira, esses elementos contribuem para consolidar concepções alternativas que não são cientificamente corretas. Portanto, é visível que os perfis conceituais que os alunos apresentam sobre o átomo são parecidos no que diz respeito à composição atômica, com uma zona microscópica bem articulada, em contrapartida que a zona essencialista é marcada pelas influências da cultura pop na Ciência.

Após o momento da prospecção dos conhecimentos prévios, foi explicado aos alunos o conteúdo a ser estudado (Modelos Atômicos), qual seria a metodologia utilizada e seus benefícios para o processo de aprendizagem, as atividades avaliativas não convencionais durante cada etapa. A proposta, de início, não foi muito bem recebida pelos alunos. Alguns se indagaram sobre como aprender sem o professor ensinando diretamente o conteúdo e quais as possíveis consequências:

"Como vou aprender algo novo sem um professor me ensinando?" (Aluno A)

"Se a pessoa não entender direito o que ela vai estudar, ela vai me ensinar errado e vou tirar nota baixa..." (Aluno B)

As falas do Aluno A e do Aluno B demonstram a preocupação perante a aprendizagem, a falta de autoconfiança e de confiança na cooperação dos colegas. A aprendizagem *Jigsaw* visa com que os alunos articulem esses aspectos de maneira natural, caso bem aplicada.

Explicou-se aos alunos que deveriam se organizar em quatro grupos distintos (Grupos de Especialistas), pois cada grupo seria responsável por estudar um dos modelos atômicos propostos (Dalton, Thomson, Rutherford e Bohr). Para a pesquisa, foi dito que os alunos deveriam se nortear pelas pelos tópicos orientadores: "Características do modelo atômico", "Biografia do cientista que propôs o modelo atômico" e "Contribuições do modelo atômico para a Ciência". Não foi sugerido qualquer meio de pesquisa, pois seria importante observar qual é o perfil da turma perante pesquisas acadêmicas. Os alunos utilizaram os computadores do laboratório de informática, os próprios *smartphones*, e os *tablets* e *notebooks* disponibilizados pelo campus para acessar *sites* de pesquisa. Nesse momento, foi importante a averiguação das informações prospectadas pelos alunos através destes meios.

Ao final da etapa, a Atividade Artística foi aplicada. Essa atividade tinha como proposta articular os conhecimentos prospectados sobre átomos até o presente momento de suas pesquisas por meio de qualquer manifestação artística. Sugeriu-se que os alunos poderiam criar desenhos, poemas, textos, vídeos, músicas e qualquer outra arte que quisessem escolher. Dentre as sugestões, os alunos, na sua grande maioria, decidiram desenhar o que entendiam por átomo. No entanto, uma aluna decidiu compor uma poesia. De maneira unânime, todas as representações dos átomos se assemelharam ao átomo de Rutherford, com um núcleo central rodeado por elétrons. Por ser o modelo atômico mais veiculado na cultura popular, ficou evidente que os alunos ainda possuíam esse conceito de átomo mesmo após terem realizado a pesquisa inicial. Dessa maneira, atribuiu-se que essa concepção sobre o átomo ser representado estritamente pelo modelo de Rutherford não foi mudada ou moldada através da pesquisa feita inteiramente em qualquer *site* disponível. Sendo assim, sentiu-se a necessidade de incluir artigos científicos na próxima etapa da atividade.

Ao final dessa etapa, o Aluno C fez a seguinte pergunta: "como *existe tantos modelos atômicos se não tem como observá-los?*". Esse questionamento não foi respondido no momento. Além de se configurar como uma concepção alternativa que diz respeito aos domínios macroscópico, submicroscópico e simbólico da química, fez

com que fosse elaborada a atividade da Caixa Misteriosa na Etapa 2. Ademais, é possível inferir que o Aluno C articula os conceitos do conteúdo em um perfil conceitual cuja a zona essencialista interfere na zona microscópica, uma vez que o mesmo tem a percepção de que os diferentes modelos atômicos embasam os fenômenos naturais, no entanto não é possível notá-los individualmente de maneira macroscópica.

Etapa 2

O início da segunda etapa da estratégia pedagógica constituiu na inclusão de artigos científicos na pesquisa dos grupos sobre os modelos atômicos. Foi discutida a importância de se prospectar diferentes fontes para um mesmo assunto, e que na ciência artigos científicos é uma das principais fontes. Boa parte da turma não foi amistosa com essa sugestão, sentindo algumas dificuldades. Os alunos apontaram que a leitura de artigos científicos era entediante e cansativa, pois os textos eram longos e de difícil entendimento do estilo de escrita. Alguns alunos apontaram que nunca tiveram contato com um texto científico durante a sua trajetória escolar e nem mesmo no cotidiano. No entanto, o consenso geral foi que, de fato, artigos científicos possuem informações mais precisas e completas perante daquelas pesquisadas inteiramente em *sites* de busca. É importante frisar que, mesmo após a leitura dos artigos científicos e da discussão sobre sua importância na pesquisa, os alunos voltaram a se dedicar nos estudos dos Grupos de Especialistas.

Nessa etapa, também, foi aplicada a atividade da Caixa Misteriosa. Essa atividade se baseia em entregar ao aluno uma caixa vedada, tendo que descobrir quais objetos está dentro. O objetivo desta atividade é de articular a capacidade científica dos alunos, como levantamento de hipóteses e análise de dados. Nesse caso, os alunos foram divididos em grupos e receberam uma caixa aberta. Eles deveriam colocar na caixa três objetos que possuíssem (lápis, borracha, caneta entre outros) sem que os integrantes de outros grupos percebessem, vedá-la totalmente e entregá-la ao outro grupo para que pudessem descobrir o que havia dentro. Foi colocada a condição que os alunos não poderiam abrir a caixa nem furá-la para saber o que estava contido dentro. Os alunos se mostraram motivados e empenhados em coletar evidências dos objetos. No final da atividade, cada grupo deveria escolher um integrante para falar o que estava contido dentro de sua caixa elencando as evidências anotadas. A proposta inicial era de não abrir a caixa na frente dos alunos, pois o discente deveria entender que assim como

o átomo os modelos são criados a partir de evidências do domínio fenomenológico. Porém, a turma solicitou a abertura das caixas, e assim foi feito.

Mesmo com a abertura da caixa, foi possível observar que os alunos conseguiram compreender o conceito por trás da modelagem do conteúdo atômico. Deste modo, a zona microscópica dos conceitos atômicos configura-se comum entre os alunos e, conseqüentemente, a concepção alternativa elencada na etapa anterior "como existe tantos modelos atômicos se não tem como observá-los?" torna-se sanada.

Etapa 3

Nessa etapa, consistiu-se apenas na continuação das pesquisas pelos Grupos de Especialistas. Uma diferença presente neste momento da atividade, foi a entrega de livros didáticos de Química para os alunos durante a visita à biblioteca do campus.

Durante esta etapa, foi possível verificar que os alunos conseguiram superar algumas das concepções alternativas presentes no momento dos conceitos prévios. Em suas pesquisas, já era possível notar que todos os itens presentes nos Tópicos Norteadores estavam com as informações necessárias para o início da próxima etapa. Assim, fica evidente que o perfil conceitual dos alunos acerca dos modelos atômicos é agregado de novas informações e conceitos, e basta com que o professor permaneça atento a essa etapa da formação dos perfis de cada estudante, pois é imprescindível que estejam alinhados com o que é cientificamente aceito.

Etapa 4

O início da quarta etapa consistiu na formação dos Grupos de Exploração. Os alunos se demonstraram ansiosos para esse momento da atividade. Alguns alunos demonstraram que não estavam preparados, pois não sabiam se eram capazes de compartilhar o que haviam aprendido e se conseguiriam registrar o que os outros integrantes explanassem. A tensão inicial foi aos poucos sendo cessada, e os alunos tornaram-se mais animados, pois verificaram que os integrantes do mesmo grupo também tinham as mesmas condições e dificuldades, demonstrando o sentimento de empatia, como exemplificado pela fala da Aluna D: *"No início, fiquei muito nervosa, porque eu teria que me relacionar com pessoas da outra turma que eu nunca tive contato. Mas depois essa sensação ruim passou. Eu percebi que todos ali estavam na mesma situação e que a proposta é de cooperação, não de individualismo."*

O próximo momento constituiu no regresso dos alunos para os seus grupos de origem. Nesse momento, os alunos articularam as suas habilidades de mais uma vez transmitir as informações oriundas dos Grupos de Exploração. Os alunos foram orientados a dar início aos preparos da apresentação das informações de todos os modelos atômicos estudados. Ressalta-se a preocupação docente dos alunos não preparem a apresentação fora do horário de aula. Tal preocupação se dá por dois motivos: o primeiro, a análise das concepções alternativas durante os preparativos da apresentação; o segundo, pelo perfil da turma, já que é composta por alunos que frequentam o ensino médio durante o dia e por alunos que trabalham no período diurno.

No final desta etapa, os alunos apresentaram o que haviam aprendido sobre Modelos Atômicos. Alguns grupos decidiram apresentar utilizando slides em datashow, outros preferiram cartazes, enquanto outros utilizaram roteiro pré-escrito em seus cadernos. No geral, todos os grupos apresentaram informações corretas acerca do conteúdo estudado. Também, verificou-se que as concepções apresentadas pelos alunos eram coerentes com as cientificamente aceitas, demonstrando uma consolidação do perfil conceitual perante aos conceitos simbólicos, microscópicos e macroscópicos dos átomos.

Etapa 5

No início desta etapa, foram colocados quatro cavaletes de madeira com papel *flip chart* no centro da sala de aula, e cada aluno recebeu quatro *post its*. O objetivo desta atividade é que em cada *post it* o aluno escrevesse os conceitos de cada modelo atômico e colassem nos respectivos cavaletes que indicavam tal modelo. Após o término da colagem dos *post its*, o professor leu cada papel em voz alta perguntando se os conceitos ali presentes estavam corretos ou não. Observou-se que os alunos possuíam clareza conceitual sobre os modelos atômicos de Dalton, Thomson e Rutherford. Porém, o modelo atômico de Bohr foi que mais apresentou incongruências conceituais. Isso se deve ao fato do alto nível de abstração sobre esse modelo atômico.

Com o intuito de sanar quaisquer dúvidas e concepções alternativas restantes a respeito do conteúdo de Modelos Atômicos, o professor realizou uma aula expositiva dialogada com apresentação de *slides* em *datashow*. No conteúdo dos *slides*, eram apresentadas as concepções alternativas prospectadas pelo docente durante as etapas anteriores da atividade. Os alunos puderam perceber como se deu o desenvolvimento

dos conhecimentos da turma e como cada concepção alternativa foi moldada de acordo com o perfil conceitual dos alunos.

No encerramento, os alunos fizeram apontamentos a respeito da metodologia *Jigsaw* e das atividades complementares aplicadas durante o processo:

"(...) consegui desenvolver habilidades que até então eu não sabia que seria capaz de desenvolver (...) nunca pensei que seria professora algum dia" (Aluna E).

"No início, eu não gostei muito da proposta. É muito difícil a gente ter que ir atrás das coisas (...)" (Aluno F)

"Foi muito legal todas as atividades. Nunca tive isso quando estava no Ensino Médio. Teria sido muito melhor aprender assim. Nem pareceu que fomos avaliados, porque não teve prova." (Aluno G)

A fala da Aluna A demonstra que o método *Jigsaw* é capaz de articular e desenvolver atividades que nem mesmo o aluno sabe que é capaz de ter. Aulas no método tradicional de ensino dificilmente conseguiriam desenvolver as habilidades cognitivas dos alunos. Do mesmo modo, as aulas tradicionais nem sempre são capazes de garantir o processo de aprendizagem dos conteúdos químicos, assim como referido pela Aluna G. Contudo, por colocar o aluno como protagonista de sua aprendizagem, tirando-o da passividade, as metodologias ativas podem ser mal recebidas no início, assim como explicitado pelo Aluno F.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com essa proposta pedagógica, foi possível verificar o gradiente das concepções alternativas que os alunos possuem sobre os conceitos abstratos dos modelos atômicos e como ocorre a construção do conhecimento durante a atividade. Os conceitos prévios dos alunos indicam que as concepções alternativas se prolongam desde as etapas iniciais da Educação Básica até as atividades profissionais, sendo construídas e consolidadas de acordo com o contexto cotidiano de cada um. Na primeira etapa da atividade, observou-se que os discentes têm mais noção das consequências da existência do átomo na natureza do que suas características. Muitas dessas concepções são atribuídas ao senso comum e aos aspectos ficcionais presentes na cultura popular. Pode-se perceber, também, que essas concepções alternativas são conferidas ao desconhecimento dos domínios fenomenológico, teórico e representação da Química. Assim, o perfil conceitual dos alunos, mesmo que parecidos entre os alunos, careciam do

desenvolvimento da zona microscópica para que a zona essencialista se aproximasse das noções científicas aceitas.

Ao decorrer das etapas da estratégia pedagógica, é possível verificar como os alunos constroem gradualmente seus conhecimentos ao adquirirem novos conceitos. As concepções alternativas se alteram de acordo com o perfil conceitual inerente de cada aluno (MORTIMER, 2000). Não há como impedir o surgimento de novas concepções alternativas, mas sim, moldá-las para que se aproximem dos conhecimentos cientificamente aceitos, bem como seus próprios perfis conceituais. A maneira que cada indivíduo se enxerga na sociedade e como percebe os fenômenos naturais interferem diretamente na interpretação e aquisição de novos conceitos.

Sobre o processo avaliativo, considera-se que a grande maioria dos alunos obtiveram êxito na compreensão dos conceitos dos Modelos Atômicos. Tendo como proposta a avaliação contínua, alguns pontos positivos podem ser ressaltados. Os alunos focaram no processo de aprendizagem, não se preocupando com a nota quantitativa que receberiam. Notou-se o empenho dedicado à pesquisa e ao compartilhamento das informações, dando especial importância para a aprendizagem dos outros integrantes dos grupos.

No momento da Atividade Artística, a grande maioria dos alunos optaram por desenhar o que entendiam por átomo. Todos os desenhos realizados demonstraram semelhanças com o modelo atômico de Rutherford. Até mesmo na poesia criada pela aluna foi possível notar que a sua concepção de átomo se baseava na rutherfordiana. Pode-se inferir que a concepção de átomo para os alunos é limitada na estrutura: núcleo com elétrons circundantes. Isso se refere a como o átomo é comumente tratado na cultura popular (filmes, seriados, desenhos animados) e, também, como esses meios influenciam as concepções científicas dos indivíduos.

Sobre a Atividade da Caixa Misteriosa, os alunos, timidamente, conseguiram desenvolver habilidades investigativas a fim de descobrir os objetos contidos na caixa. Nessa atividade, os alunos compreenderam que a Ciência somente consegue propor modelos baseados em hipóteses e evidências. Também perceberam que os modelos são mutáveis e podem ser alterados de acordo com novas contribuições científicas. É importante mostrar para o aluno que ele também é capaz de fazer ciência. Aconselha-se que, se possível, a caixa não seja aberta, pois é importante demonstrar que as suposições feitas pelos alunos a respeito do material interno (grande, pequeno, leve, pesado, liso,

rugoso) estão corretas perante à limitação imposta pela atividade, garantindo a ideia de que o átomo não pode ser visto, mas sim, proposto.

Acerca das apresentações realizadas sobre os Tópicos Norteadores, atestou-se que os alunos conseguiram obter uma resposta aceita cientificamente, ou quando não, pertinente o bastante para ser considerada correta. Ademais, foi possível notar que grande parte dos alunos demonstrou clareza, confiança e boa articulação durante as suas exposições dos conceitos.

Na Atividade da Tela em Branco, foi possível notar que os alunos conseguiram apontar corretamente as características principais de cada modelo atômico. O modelo de Bohr foi que mais apresentou incongruências por apresentar conceitos mais arraigados e um nível de abstração maior do que os outros modelos. No entanto, tais concepções alternativas foram discutidas durante o momento da aula expositiva.

Sobre a estratégia didático-pedagógica, pode-se dizer que não é comum ser utilizada nas aulas de Química, porém, verifica-se, na literatura, que quando usada pelos professores, é aplicada no conteúdo de Modelos Atômicos. Supõe-se que, por se tratar de uma metodologia que envolve separar o material acadêmico em pequenas partes para cada integrante do grupo estudá-las, os conteúdos tratados em Modelos Atômicos são empregados facilmente no *Jigsaw*, pois comumente estuda-se quatro modelos. Contudo, é importante frisar que, por ser um tema tratado nos momentos iniciais do ensino de Química, os Modelos Atômicos requerem uma grande capacidade de abstração pelo discente. Os alunos, geralmente, ainda não possuem clareza dos três níveis de representação da Química (macroscópico, submicroscópico e simbólico), o que pode prejudicar na correlação destes – o que torna difícil a compreensão dos conceitos abstratos presentes na modelagem atômica. Ao professor que deseja aplicar a metodologia *Jigsaw* nesse conteúdo, portanto, aconselha-se cautela, já que é necessário averiguar se o aluno compreende bem a interdependência dos níveis representativos da Química para que não haja más interpretações do que se pretende estudar, podendo engendrar em futuras concepções alternativas.

No tocante da sistematização do método *Jigsaw* utilizado neste trabalho, é de suma importância que o professor se atente para as discussões entre os alunos dos grupos e intervenha indiretamente quando for necessário. Neste trabalho, uma das principais intervenções foi a respeito da prospecção das fontes pesquisadas pelos alunos. Notou-se, a priori, que a única fonte de pesquisa utilizada se ateve a *internet*.

Por se tratar de um meio que oferece fácil acesso à informação, nem sempre o conteúdo encontrado é o aceito cientificamente. Faz-se necessário, então, intervenção docente no oferecimento de recursos que permitem a pesquisas com informações corretas. Uma das primeiras intervenções foi a disponibilização de artigos científicos sobre os quatro modelos atômicos estudados. Por se tratar de uma categoria textual que os alunos não estavam familiarizados, não foi recebida amistosamente. Notou-se o estranhamento, quase que unânime por parte alunos, à característica literária do texto. Foram apontados dois aspectos: a difícil leitura devido à redação textual do artigo, que segue um rigor científico, com vocabulário não acessível; o tamanho do texto, considerado longo e cansativo. Ao analisar tais aspectos, precisa-se levantar alguns questionamentos referentes à realidade do contexto de vida dos alunos: aqueles que ainda estão cursando o Ensino Médio (a maioria em escola pública) possuem contato com artigos científicos na sala de aula? Se sim, por que a leitura de textos como esse ainda lhes causa desconfortos? Se não, por que não lhes são apresentados ainda nesta etapa da Educação Básica? Aqueles que estão fora da escola tiveram algum contato com textos parecidos ao longo da vida? Diante desses questionamentos, faz-se indispensável a reflexão docente acerca de como a alfabetização científica ocorre na Educação Básica e como se dá no contexto de seus cotidianos. Mesmo com as dificuldades supracitadas, os alunos apontaram, durante o momento de reflexão sobre o material didático proposto, que nunca tiveram contato com textos científicos e que é importante, sim, tê-los à disposição. Ainda sobre a intervenção acerca das fontes disponibilizadas e sobre o momento de leitura dos artigos científicos, decidiu-se disponibilizar, também, livros didáticos de Química. Observou-se que poucos alunos utilizaram os livros e que quando o fizeram foi por não encontrarem algum dado em *sites* ou para comparar a verossimilhança do mesmo.

Também, sobre o *Jigsaw*, verificou-se que os alunos apresentaram certa dificuldade nos momentos iniciais, visto que essa metodologia requer certo grau de autonomia do estudante. Alguns sentiram-se intimidados ao saberem que o próprio processo de aprendizagem e o dos demais colegas seriam de suas responsabilidades. Tal desconforto evidencia que os alunos acostumados com a passibilidade da aprendizagem são colocados na posição de sujeitos ativos da mesma, demonstram falta de confiança nas suas capacidades cognitivas, classificando-se como incapazes de aprender sem a pedagogia bancária (FREIRE, 1974). No fim do processo, foi possível notar uma

mudança significativa nesses quesitos. Conforme as respostas do questionário aplicado sobre o método *Jigsaw*, a grande maioria apontou que se tornaram mais independentes quanto a sua aprendizagem e que esse tipo de prática propicia a articulação de habilidades interpessoais (cooperação, solidariedade, liderança, confiança) como também intrapessoais (gestão de estudos, organização, paciência, atenção quanto à veracidade das informações, autoconfiança). Sendo assim, essa metodologia configura-se como uma ótima estratégia pedagógica, pois articula e desenvolve tais habilidades nos alunos.

Destaca-se, também, a importância da utilização de metodologias ativas nos cursos técnicos, já que se caracterizam como importante via de humanização de um ensino comumente pautado no tecnicismo. É preciso reconhecer que, para muitos, frequentar um curso técnico numa instituição de ensino é uma oportunidade única de socialização e de crescimento individual. É necessário que a relação entre o aluno e o professor não seja pautada, em sua completude, na pedagogia tecnicista, mas, sim, numa pedagogia mais humanizada. Uma peculiaridade dos Institutos Federais (IF) é a importância dada à formação integral do educando. Segundo a Lei 11.892, que trata da criação dos IFs, essa instituição se caracteriza pela oferta de educação profissional e tecnológica em diferentes modalidades de ensino existentes, proporcionando uma verticalização do ensino, nos quais as práticas pedagógicas prezam “*formação integral dos alunos*” (BRASIL, 2008).

O contexto do método *Jigsaw*, portanto, dialoga com a lei supracitada, uma vez que consegue promover a articulação dos conteúdos curriculares concomitantemente com os aspectos cognitivos. Mais do que formar profissionais para o mercado de trabalho, precisa-se, em primeiro lugar, ter a consciência de que o Ensino Técnico deve, também, educar cidadãos atuantes na sociedade, conscientes de sua responsabilidade com seus pares tanto na vida quanto no trabalho.

REFERÊNCIAS

ARONSON, E.; PATNOE, S. **Jigsaw Classroom**. New York: Longman, 1997.

BARBOSA, R. M. N.; JÓFILI, Z. M. S. Aprendizagem cooperativa e ensino de química: parceria que dá certo. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 1, p. 55-61, 2004.

BRASIL. **Lei n. 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais, Brasília, DF, dez. 2008.

CHASSOT, A. Fazendo Educação em Ciências em um Curso de Pedagogia com Inclusão de Saberes Populares no Currículo. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 9-12, 2008.

CHINELLI, M. V.; ERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência Educação**, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

FATARELLI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, 2010.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 1. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra 1974.

GUIMARÃES, L. P.; CASTRO, D. Contribuições do Método de Aprendizagem Cooperativa Jigsaw no Entendimento dos Modelos Atômicos e para a Inserção da História da Química no Ensino Médio. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA. 16., 2018. Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: SIMPEQUI, v. 2, n. 2, p. 98-107, 2018. Disponível em: <http://www.abq.org.br/simpequi/2018/trabalhos/90/341-24309.html>. Acesso em: 24 nov. 2019.

JOHNSON, D.; JOHNSON, R. Instructional goal structure: cooperative, competitive or individualistic. **Review of Educational Research**, v. 44, p. 213-240, 1974.

JOHNSON, D.; JOHNSON, R.; HOLUBEC, E. J. **Los nuevos círculos del aprendizaje: la cooperación en el aula y la escuela**. Virginia: Aique, 1999.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? **Chemistry Education Research and Practice**, v. 1, n. 1, p. 9-15, 2000.

MORTIMER, E. F. Concepções Atomistas dos Estudantes. **Química Nova na Escola**, v. 1, p. 23-26, 1995.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. v. 1. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 7., 2009, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: UFSC, 2009.

SILVA, A. J; GAUCHE, B. Aprendizagem Cooperativa no Ensino de Química: uma proposta de abordagem em sala de aula. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS. 7., 2009, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: UFSC, 2009.