



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA – LICENCIATURA**

Breno Xavier Porto Alves

MOBILE LEARNING NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR PARA A GEOMETRIA
E PROPRIEDADES DAS MOLÉCULAS

João Pessoa – PB
2019

Breno Xavier Porto Alves

MOBILE LEARNING NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR PARA A GEOMETRIA
E PROPRIEDADES DAS MOLÉCULAS

Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Química, submetido ao Curso de Graduação em Química – Licenciatura, da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Gabriel Lima Junior

João Pessoa – PB
2019

**Catálogo na publicação Seção de
Catálogo e Classificação**

A474m Alves, Breno Xavier Porto.

Mobile learning no ensino de Química: Um olhar para a geometria e propriedades das moléculas / Breno Xavier Porto Alves. - João Pessoa, 2019.

41 f. : il.

Orientação: Claudio Gabriel Lima Junior.
Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN.

1. Mobile Learning. 2. Aplicativos no Ensino de Química. 3. Ensino de Geometria Molecular. I. Lima Junior, Claudio Gabriel. II. Título.

UFPB/CCEN

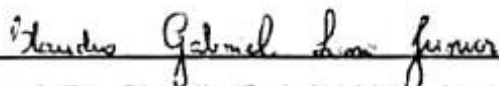
Breno Xavier Porto Alves

*MOBILE LEARNING NO ENSINO DE QUÍMICA: UM OLHAR PARA A GEOMETRIA
E PROPRIEDADES DAS MOLÉCULAS*

Trabalho de Conclusão de Curso, requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado em Química, submetido ao Curso de Graduação em Química – Licenciatura, da Universidade Federal da Paraíba.

Data de aprovação: 12/12/2019

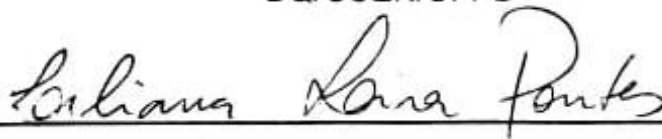
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Claudio Gabriel Lima Junior (Orientador)
DQ/CCEN/UFPB



Prof.ª Dr.ª Cláudia de Oliveira Cunha
DQ/CCEN/UFPB



Prof.ª Dr.ª Liliana de Fátima Bezerra Lira de Pontes
DQ/CCEN/UFPB

*“Quando você vence o
seu medo, sente-se livre.”*

(Spencer Johnson)

AGRADECIMENTOS

Jamais alcançaremos nossos sonhos sozinhos, precisamos sempre do outro nessa montanha russa que alguns chamam de vida. Há inúmeras pessoas que foram verdadeiramente fundamentais para a elaboração e conclusão deste trabalho e, por isso, venho agradecê-las, de coração, com algumas singelas palavras.

A **Deus**, por ter me acompanhado até aqui e por ter me dado forças para conseguir superar os momentos mais difíceis. Por todas as bênçãos, sou grato!

Aos meus pais, **Valmir** e **Rozenir**, por sempre terem me incentivado a seguir o caminho dos estudos, por terem apoiado meus sonhos sem pensar duas vezes e por terem me dado condições de viver esta experiência; e aos meus irmãos, **Aline** e **Bruno**, pela força, pelos conselhos e momentos de descontração. Por todo amor e carinho, sou grato!

Ao meu orientador **Prof. Dr. Cláudio Gabriel**, por ter aceitado embarcar nessa loucura de me orientar, pelas palavras de sabedoria e gaiatices, por toda contribuição a este trabalho e por tê-lo tornado viável. Pela paciência e conhecimento compartilhado, sou grato!

A **Profª Drª Karen Weber**, por ter me ajudado a vislumbrar a beleza da área de Ensino de Química e pelos conselhos carinhosos nas horas de desabafo. Pelo acolhimento, sou grato!

Ao grupo **Residência Pedagógica – Química**, por todas as oportunidades de vivenciar, na prática, os conhecimentos adquiridos na universidade e por cumprir as benditas 100 horas de regência. Por todos os momentos de aprendizado, sou grato!

Às professoras **Cláudia Cunha** e **Liliana Lira**, pela disponibilidade para compor a banca examinadora, pelas avaliações e contribuições ao trabalho. Por colaborarem com correções e o fechamento do trabalho, sou grato!

A todos os professores que passaram pela minha formação, pelos ensinamentos, puxões de orelha e pela inspiração. Por suas contribuições, sou grato!

Aos amigos e colegas do curso, pelas conquistas partilhadas nesta jornada. Pelo companheirismo e pelos surtos coletivos, sou grato!

Aos meus amigos, em especial os que suportaram me ouvir falar sobre o TCC a todo instante. Pela amizade e pelos resgates, sou grato!

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para o cumprimento deste trabalho, sou grato!

RESUMO

Cada vez mais presentes no ambiente escolar, as novas tecnologias trazem desafios para o ensino e aprendizagem dos estudantes. Associar as possibilidades permitidas principalmente por dispositivos móveis ao ensino pode ser fundamental para a melhoria da aprendizagem desta geração de alunos. No ensino de Química, a visualização tridimensional das moléculas pode ser um verdadeiro obstáculo para a compreensão dos conteúdos, devido ao grau de abstração necessário por parte dos estudantes. Deste modo, o presente trabalho buscou avaliar uma proposta de ensino de geometria molecular, a partir do uso de um aplicativo, na perspectiva do *mobile learning*, do inglês, aprendizagem móvel. Para tanto, participaram da pesquisa 45 alunos de uma turma de 1º ano do ensino médio de uma escola estadual localizada em João Pessoa-PB. Foram ministradas quatro aulas sobre o conteúdo de geometria molecular, estruturadas nos Três Momentos Pedagógicos e os dados foram coletados a partir de questionários e foram analisados por meio da análise de conteúdo. A partir dos resultados, observou-se que 97% dos estudantes consideraram a experiência com o uso do celular nas aulas de química como positiva, e 93,9% consideraram que seu uso facilitou a aprendizagem. Quanto ao uso do aplicativo, 78,8% dos alunos consideraram que ajudou a compreender melhor o conteúdo abordado. Já quanto a metodologia, constatou-se que 100% dos alunos consideraram boa ou ótima. A análise dos resultados mostrou o maior interesse e motivação dos alunos na utilização dos celulares em atividades pedagógicas. Este trabalho, portanto, apresenta boas perspectivas para futuras pesquisas a serem desenvolvidas nesta temática.

Palavras-Chave: Mobile Learning; Aplicativos no Ensino de Química; Ensino de Geometria Molecular.

ABSTRACT

Increasingly present at school, new technologies bring challenges for teaching and student's learning. Combining possibilities allowed by mobile devices with teaching can be fundamental to improve students' learning of this generation. In teaching Chemistry, the tridimensional visualization of molecules may be a barrier to the comprehension of many topics, due to the high degree abstraction required for students. Thus, this research aims to evaluate a teaching proposal of molecular geometry, using a chemistry App, based on mobile learning. Therefore, 45 students of the 1st grade of high school of a public school, located in João Pessoa – PB, participated in the research. Organized on Three Pedagogical Moments, four classes were taught about molecular geometry. The data were collected with previous and final questionnaires and analyzed through content analysis. Based on the results, it was noticed that 97% of students consider positive the experience of using their smartphones in chemistry classes, and 93.9% consider that its use facilitated the learning. As for the App, 78.8% of students consider that it helped to understand better molecular geometry. Regarding the approach, it was found that 100% of the students consider good or great. The analysis of the results showed the students' interest and motivation in using smartphones in pedagogical activities. For those reasons, this study presents good perspectives for future researches with this subject.

Keywords: Mobile Learning; Apps for Chemistry Teaching; Teaching Molecular Geometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos didáticos de balões para geometria molecular: (a) Linear; (b) Trigonal; (c) Angular; (d) Piramidal; (e) Angular; e (f) Tetraédrica.	20
Figura 2. Avaliação dos alunos quanto ao interesse despertado pelo uso do celular nas atividades.	27
Figura 3. Avaliação dos alunos quanto à contribuição do aplicativo para a aprendizagem.	29
Figura 4. Interesse dos alunos quanto a utilizar o aplicativo para outros conteúdos de química.	30
Figura 5. Avaliação dos alunos quanto à abordagem utilizada nas aulas.	30
Figura 6. Avaliação dos alunos quanto à contribuição da metodologia adotada para a aprendizagem.	31

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Classificação do conjunto de respostas dos alunos às questões 5, 6 e 7.25	
--	--

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	12
1.1.1 Objetivo Geral	12
1.1.2 Objetivos Específicos	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 O uso de dispositivos móveis no ensino de Química	13
2.1.1 Celular em sala de aula e o contexto do <i>mobile learning</i>	13
2.1.2 Aplicativos no ensino de Química	15
2.2 Ensino de geometria molecular	16
3 METODOLOGIA	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Análise do questionário inicial	21
4.2 Análise do questionário final	27
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	34
Apêndice A	38
Apêndice B	39
Apêndice C	40
Apêndice D	41

1 INTRODUÇÃO

O uso de dispositivos digitais, como celulares, tablets e notebooks, tem sido amplamente disseminado pela sociedade devido à sua mobilidade e à facilidade com a qual permitem a obtenção de informações instantaneamente. É certo que tais inovações interagem com os mais diversos aspectos da sociedade, lhes fornecendo contribuições e desafios, e na escola não é diferente (SOUSA; BARBOSA, 2018).

Ao se tratar do contexto do ensino, é válido ressaltar que, de acordo com pesquisa do IBGE, no ano de 2014, 73,6% dos estudantes com 10 anos de idade ou mais possuíam celular. Se tratando da rede pública de ensino, esse percentual cai para 66,8%, enquanto que na rede privada 93,4% dos estudantes tinham esse tipo de dispositivo (IBGE, 2016). Nessa perspectiva, vêm-se desenvolvendo novas estratégias que explorem as potencialidades de dispositivos móveis como aliadas para a aprendizagem, ressignificando o seu uso em sala de aula.

De acordo com Saccol et al (2010 apud NICHELE; CANTO, 2016), o uso dessas tecnologias potencializa o *mobile learning*, ou *M-Learning*, (do inglês, aprendizagem móvel), que se refere a processos de aprendizagem no qual o aprendiz pode estar nos mais diversos ambientes, seja de aprendizagem formal ou não. Além disso, mesmo que muitos professores ainda não concordem com essa estratégia e acreditem que o celular distrai e atrapalha aula, este dispositivo pode trazer diversos benefícios para a aprendizagem do estudante (LEITE, 2014).

Dado a sua facilidade de acesso a qualquer momento e em qualquer lugar, o *mobile learning* pode ser empregado como uma estratégia no ensino de Química, auxiliando nos processos de construção do conhecimento químico.

No entanto, para que ocorra a compreensão deste conhecimento, Johnstone (1993 apud CANZIAN; MAXIMIANO, 2010) propõe três aspectos fundamentais: o macroscópico (fenomenológico), o microscópico (teórico-conceitual) e o simbólico (representacional). Embora a Química seja uma ciência muito experimental, ainda há diversos conceitos que exigem um certo grau de abstração por parte dos alunos, especialmente dentro dos aspectos microscópico e simbólico que, de acordo com Ben-Zvi, Eylon e Silberstein (1987 apud SETTI; GIBIN; FERREIRA, 2019), não estão diretamente relacionados com informações sensoriais, as quais constroem o pensamento dos estudantes. Portanto, no ensino de Química, é sugerido que se

trabalhe primeiro na problematização das propriedades macroscópicas, para só então abordar os conceitos teóricos e simbólicos, utilizando modelos.

Na perspectiva da Química estudada no ensino médio, a geometria molecular é um assunto pertinente para se trabalhar os três níveis do conhecimento químico, visto que várias propriedades das substâncias derivam da organização espacial dos átomos, como a polaridade e, por consequência, solubilidade, pontos de fusão e ebulição, entre outros assuntos. Além disso, dentre as dificuldades apresentadas pelos alunos neste conteúdo, destaca-se a dificuldade em visualizar moléculas tridimensionalmente (MARTINS; FREITAS; VASCONCELOS, 2018). Como forma de superar essa barreira, professores recorrem ao uso de modelos, sejam através de objetos concretos (MENEZES et al., 2017; SETTI; GIBIN; FERREIRA, 2019) ou por simulação em softwares ou aplicativos (RAUPP; SERRANO; MOREIRA, 2009).

É válido ressaltar ainda que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio traz em diversos momentos a necessidade de um ensino tecnológico. Tem-se como competência específica da área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a qual a Química pertence:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 560).

Sendo assim, o presente trabalho propõe avaliar uma proposta de ensino de Química na perspectiva do *mobile learning* como estratégia para potencializar a aprendizagem do conteúdo de geometria molecular no ensino médio..

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar uma proposta de ensino de Química na perspectiva do *mobile learning* como estratégia para potencializar a aprendizagem do conteúdo de geometria molecular no ensino médio, através do uso do aplicativo “Moléculas”.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Resignificar o uso do celular em sala de aula.
- Verificar a contribuição do aplicativo “Moléculas” para a aprendizagem do conteúdo de geometria molecular.
- Avaliar o interesse dos alunos frente ao modelo de ensino adotado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O uso de dispositivos móveis no ensino de Química

2.1.1 Celular em sala de aula e o contexto do *mobile learning*

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) contribuem e desafiam a escola atual (SOUSA; BARBOSA, 2018), proporcionando mudanças na forma de ensinar e aprender, superando os limites impostos por metodologias tradicionais (SOUSA et al, 2015). De acordo com Pauletti e colaboradores (2017), é fundamental que a escola saiba integrar os recursos digitais nas práticas educativas, e desse modo, dialogue com os nativos digitais em sua linguagem, para que os mesmos aprendam de modo mais significativo (PRENSKY, 2001).

Dentre as tecnologias presentes no ambiente escolar, a mais recorrente é o celular, chegando a atingir 66,8% dos estudantes da escola pública com mais de 10 anos de idade, segundo pesquisa do IBGE (2016). Afim de controlar o uso do celular no ambiente escolar no estado da Paraíba, em 03 de novembro de 2009 foi decretada a Lei nº 8.949 que proíbe o uso deste dispositivo dentro das salas de aula (PARAÍBA, 2009). Com respaldo desta lei, muitos professores consideram este dispositivo apenas como fonte de distração, atrapalhando os processos de ensino e aprendizagem (CRISÓSTOMO et al., 2017), sem reconhecer que o uso planejado desta ferramenta pode potencializar o *mobile learning*.

O *mobile learning* se refere à aprendizagem realizada em movimento, ocorrendo a qualquer momento e em qualquer lugar (BARCELOS, TAROUCO; BERCH, 2009; MONTEIRO, 2016), sendo apenas uma das muitas estratégias didáticas que lançam mão do potencial dos dispositivos móveis e da mobilidade dos sujeitos (FERREIRA, 2017). Cleophas et al. (2015) denotam que o uso dessa estratégia em sala de aula favorece, de modo proveitoso para finalidades pedagógicas, a inclusão tecnológica, dinamizando as práticas de ensino tradicionais.

A UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) publicou, em 2013, um guia com recomendações para o uso de aparelhos móveis na educação, na perspectiva do *mobile learning*. Os treze motivos que favorecem o uso do celular em sala de aula são: amplia o alcance e a equidade em educação; melhora a educação em áreas de conflito ou que sofreram desastres naturais; assiste alunos com deficiência; otimiza o tempo na sala de aula; permite que se aprenda em qualquer hora e lugar; constrói novas comunidades de aprendizado; é

capaz de dar suporte à aprendizagem *in loco*; aproxima o aprendizado formal do informal; provê avaliação e feedback imediatos; facilita o aprendizado personalizado; causa melhoria na aprendizagem contínua; melhora a comunicação; e maximiza a relação custo-benefício da educação (UNESCO, 2013; CLEOPHAS et al., 2015).

Dentre as diversas vantagens do *mobile learning*, Leite (2014) destaca: a melhor relação professor-aluno e aluno-aluno; experiências de aprendizagem individual e trabalho coletivo; a portabilidade; flexibilidade e autonomia dos alunos; e a possibilidade de aumentar a autoestima e autoconfiança. Além disso, Bartholo e colaboradores (2009) apontam que a aprendizagem pode ocorrer nos mais diversos espaços, quer seja na escola, no trabalho, em casa ou em locais públicos.

Embora seja suportada por tecnologias móveis, Leite (2014) afirma que o *mobile learning* não pode ser, necessariamente, sinônimo de tecnologia de última geração, exigindo do professor o uso de metodologias adequadas ao contexto na qual a escola se insere. Desta maneira, o papel do professor durante a utilização dos dispositivos móveis em sala de aula é fundamental, pois, neste contexto, o mesmo se torna mediador do conhecimento (MOURA, 2016), fazendo-se necessário, assim, que o professor se aproprie previamente destas ferramentas (GIORDAN, 2013 *apud* FARAUM-JUNIOR; CIRINO, 2016).

Na área de Ensino de Química, já são inúmeros os trabalhos que reportam a temática do *mobile learning*, neste momento são destacados a seguir três artigos considerados de relevância para o presente trabalho.

Em sua pesquisa, Ferreira (2017) realizou um estudo de caso com professores da rede pública de ensino a fim de identificar as concepções dos professores de Química acerca do *mobile learning*. Com base em seus resultados, o autor constatou que há a necessidade de se avançar nas estratégias didáticas que façam uso de dispositivos móveis, além de que os professores ainda apresentam muitas dificuldades e desconhecimentos sobre o tema.

Leite (2014) realizou um estudo sobre as possibilidades e contribuições do *mobile learning* para a aprendizagem dos alunos. Com abordagem de natureza qualitativa, o estudo de caso contou com a participação de alunos do 2º ano do ensino médio. Os alunos fizeram uso do celular para pesquisar definições de calor e em seguida apresentar seus resultados em um seminário. Por meio das respostas do questionário avaliativo aplicado, o autor constatou que os alunos possuem uma postura favorável frente à utilização dos dispositivos móveis em sala de aula.

Já Crisóstomo e colaboradores (2018) fazem uma avaliação de aplicativos para o ensino de elementos químicos, buscando selecionar um objeto educacional para agregar à estratégia do *mobile learning*. A partir de sua pesquisa, os autores apresentam boas perspectivas para o uso de aplicativos no ensino de Química.

Partindo deste breve recorte bibliográfico, toma-se ciência da versatilidade do uso dos aparelhos móveis agregadas ao ensino, trazendo bons resultados quanto à aprendizagem dos estudantes.

2.1.2 Aplicativos no ensino de Química

Com a popularização das tecnologias digitais e o aumento do número de dispositivos móveis conectados à internet, houve um aumento na produção de aplicativos para os mais diversos fins. No que se refere ao contexto educacional, os aplicativos permitem novas possibilidades de comunicação e interação entre os alunos e entre professores e alunos (OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2016). Desta forma, o uso de aplicativos em sala de aula podem trazer novas possibilidades para os processos de ensino e aprendizagem para as mais diversas áreas do conhecimento (SONEGO; BEHAR, 2015).

As diferentes estratégias de ensino de química que utilizam os aplicativos como recursos didático-pedagógicos proporcionam aos professores e alunos, além da mobilidade e a flexibilidade temporal e espacial (NICHELE; SCHLEMMER, 2014), é também tecnológica, conceitual e sociointeracional (SACCOL; SCHLEMMER; BARBOSA, 2011). Alguns estudos ainda enfatizam que o uso de aplicativos na educação pode auxiliar o professor a trabalhar competências cognitivas mais complexas (VALLETTA, 2014; 2015), levando em consideração que seu uso para dispositivos móveis potencializa a aprendizagem dos alunos (VALLETTA, 2016; VIEIRA, 2019).

Dentre a inúmera variedade de aplicativos disponíveis, Nichele e Canto (2016) criaram duas categorias: os aplicativos de química e os aplicativos gerais, que, embora não tenham sido desenvolvidos para o ensino de química, podem ser bastante úteis para a elaboração de estratégias de ensino e de aprendizagem dessa ciência.

Desta forma, para alcançar um fim pedagógico, a escolha do aplicativo a ser utilizado em sala deve ser criteriosa, levando-se em consideração as características gerais, técnicas e educacionais propostas por esta ferramenta (OLIVEIRA; SOUTO; CARVALHO, 2016; NICHELE; CANTO, 2018).

Neste sentido, Nichele e Canto (2018) avaliaram e categorizaram 94 aplicativos de química que abordam os temas de química orgânica. As categorias estabelecidas pelas autoras foram: instrucional (20 aplicativos), jogos (16 aplicativos), visualização de estruturas (10 aplicativos), simulação (1 aplicativo) e banco de dados (12 aplicativos). Ainda é destacado nesta pesquisa que os aplicativos destinados à visualização de estruturas e realização de simulações são úteis para a compreensão de fenômenos submicroscópicos e da representação simbólica da química.

García-Ruiz e colaboradores (2012) realizaram um estudo com 22 estudantes da licenciatura em Química sobre a eficácia e satisfação do uso da visualização molecular a partir do uso de smartphones em sala de aula. A metodologia adotada pelos autores consistiu em orientação sobre a atividade a ser realizada, utilização do aplicativo “iMolview”, semelhante ao aplicativo “Moléculas”, para a visualização de modelos moleculares e, por fim, aplicação de um questionário de usabilidade do aplicativo. Os autores constatam que esta estratégia, além de melhorar a compreensão de conceitos abstratos, pode complementar outras formas de aprendizagem utilizadas em sala de aula.

Wijtmans et al (2014) desenvolveram uma estratégia de ensino que, utilizando dispositivos móveis, buscou não perder atenção dos alunos da graduação para possíveis distrações proporcionadas por estes aparelhos, aumentando a responsabilidade dos estudantes. Esta estratégia consiste em tarefas eletrônicas, como quiz no início da aula, seguido de perguntas instigantes e atividades envolvendo problemas relacionados à estrutura das moléculas. Para a elaboração das questões dos questionários, os autores utilizaram aplicativos como “Socrative Teacher” e “Gosoapbox” e, para visualização de estruturas moleculares, empregaram os aplicativos “iMolview”, “ESMol”, “Moléculas”, “Jmol” e “Chem3D”.

Sob estas perspectivas, percebe-se o potencial da contribuição do uso de aplicativos para o ensino de química, pois estes permitem articulações entre as dimensões de representação do conhecimento químico mais claras, que segundo Giordan (2008), são um dos desafios da Educação Química.

2.2 Ensino de geometria molecular

Zan et al (2010) destacam que a aprendizagem dos conceitos de geometria molecular são fundamentais para desenvolver nos alunos as habilidades de relacionar a fórmula molecular, as características da molécula e a estrutura geométrica. No

entanto, a visualização tridimensional das moléculas ainda é uma barreira para a aprendizagem integral destes conceitos (MARTINS; FREITAS; VASCONCELOS, 2018).

A articulação entre os níveis simbólicos, microscópicos e macroscópicos do conhecimento é essencial para a apreensão do conhecimento químico (JOHNSTONE, 1993 *apud* CANZIAN; MAXIMIANO, 2010). O nível simbólico compreende a linguagem científica da ciência, enquanto que os níveis microscópicos e macroscópicos compreendem o universo atômico-molecular e fenômenos naturais, respectivamente. Conforme exposto que a maior dificuldade dos estudantes na aprendizagem dos conceitos de geometria molecular consta no nível microscópico e simbólico, é comum encontrar na literatura metodologias que façam uso de modelos concretos ou de simulação virtual para mitigar essa barreira de aprendizagem.

Menezes e colaboradores (2017) propuseram a construção de modelos moleculares a partir da utilização de materiais de baixo custo, a fim de contornar gastos e limitações dos modelos comerciais. Tais modelos foram feitos com: massa de modelar de diferentes cores e palitos de fósforo, balões coloridos cheios e modelos geométricos feitos de canudos e linha. Os autores relatam que os modelos físicos auxiliaram os alunos na construção de visualizações mentais a respeito das geometrias das moléculas, permitindo aos alunos, transitar entre os diferentes níveis de conhecimento de um fenômeno.

Associando os modelos concretos com as ferramentas disponibilizadas pelas TICs, França, Pereira e Oliveira (2012) constataram que essa combinação desenvolve nos alunos a capacidade cognitiva, manual e abstracional, tornando mais simples os processos de ensino e de aprendizagem de geometria molecular. Para os modelos concretos, os autores disponibilizaram aos alunos do ensino médio bolas coloridas e palitos de churrasco, e realizaram modelagem molecular com o software ChemSketch. Ainda é descrito que essa metodologia despertou maior participação e entrosamento dos alunos com o conteúdo.

Partindo de uma vertente mais voltadas para a inserção das tecnologias para visualização tridimensional de moléculas, Raupp e Serrano (2009) utilizaram o ChemSketch em aulas de Química Orgânica. Os autores discorrem que o uso do software auxiliou os estudantes a resolverem situações-problemas que não conseguiam resolver sem a construção de modelos moleculares em 3 dimensões.

Neste contexto, percebe-se o potencial dos modelos concretos e simulações virtuais para melhoria da compreensão de conceitos chave dentro do conteúdo de geometria molecular.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa se configura numa pesquisa qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) e foi desenvolvida em uma turma com 45 alunos do 1º ano do ensino médio de uma Escola Cidadã Integral, localizada na cidade de João Pessoa-PB. Com duração de quatro aulas, de 50 minutos cada, e estruturado nos três momentos pedagógicos (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2002), foi trabalhado o conteúdo de geometria molecular, seguindo o plano de aula (Apêndice A).

Na primeira aula foi realizada a problematização inicial, que se dividiu em duas etapas. Na primeira, foi aplicado um questionário prévio (Apêndice B) a fim de diagnosticar o uso de celulares pelos alunos, o acesso à internet além das experiências e opiniões do uso desse dispositivo nas atividades escolares. Foram avaliados ainda o interesse pela disciplina Química e suas dificuldades, bem como se os alunos conseguem relacionar os conceitos vistos em sala de aula em seu cotidiano. Por fim, foi questionado a respeito da diferença de características de materiais constituídos pelo mesmo elemento químico.

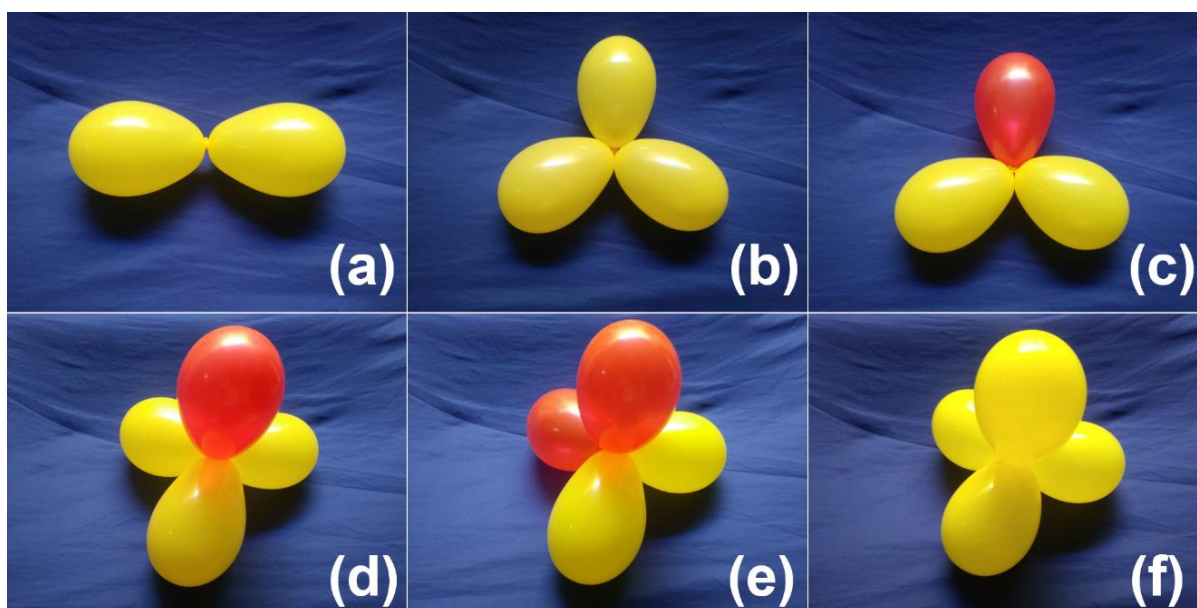
Na segunda etapa, foi conduzida uma discussão com a turma a respeito das diferentes propriedades dos alótropos do carbono, em especial o grafite e o diamante, a fim de verificar quais possíveis explicações os estudantes forneceria de distinção entre esses materiais. Em seguida, foi exibido o vídeo “Afinal, o que é o grafeno?”¹, com o objetivo de demonstrar como a diferença na organização atômica pode influenciar nas propriedades dos materiais, além de expor a relevância de estudos sobre este material.

A segunda e a terceira aula foram dedicadas à organização do conhecimento. Este momento foi realizado da seguinte maneira: Na segunda aula, deu-se início aos estudos de geometria molecular, a partir da noção de átomo central, nuvem eletrônica, e da Repulsão dos Pares Eletrônicos da Camada de Valência (RPECV). Nesta aula, as geometrias estudadas foram as que continham de duas e três nuvens eletrônicas em torno do átomo central, sendo elas: linear, trigonal e angular. Na terceira aula, foram estudadas as geometrias com quatro nuvens eletrônicas: piramidal, angular e tetraédrica. Para representação das nuvens eletrônicas foram utilizados balões de assopro para construção de modelos didáticos para a repulsão dos pares de elétrons

¹ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fFCHhgSe8x8>>. Acesso em: 14 de outubro de 2019.

nas geometrias estudadas (MENEZES et al., 2017), diferenciando as cores para as ligações (amarelo) e para os pares de elétrons livres (vermelho), conforme a Figura 1.

Figura 1. Modelos didáticos de balões para geometria molecular:
(a) Linear; (b) Trigonal; (c) Angular; (d) Piramidal; (e) Angular; e (f) Tetraédrica.



Fonte: acervo da pesquisa.

Na quarta aula, foi realizada a aplicação do conhecimento utilizando o aplicativo “Moléculas”, que foi requisitado previamente aos alunos que o instalasse em seus celulares. Nesta aula estiveram presentes 33 alunos que foram divididos em grupos de até 5 pessoas, contabilizando um total de 7 grupos. No primeiro momento da aula, foi disponibilizado aos grupos 10 minutos para pesquisarem no aplicativo a estrutura, as propriedades e aplicações do diamante, grafeno e fulereno, buscando relacionar com as geometrias das moléculas estudadas em sala, com base nas estratégias propostas na literatura (LEITE, 2014; WIJTMANS et al., 2014). No segundo momento da aula, foi pedido que os grupos apresentassem as informações coletadas e as discutissem com o restante da turma.

Por fim, foi aplicado um questionário de satisfação (Apêndice C) a fim de avaliar a utilização do celular e do aplicativo “Moléculas”, bem como avaliar a metodologia adotada. A análise dos dados obtidos pelos questionários foi realizada a partir da análise do conteúdo (BARDIN, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise do questionário inicial

A fim de identificar possíveis limitações para a metodologia proposta, além de verificar as noções prévias dos alunos a respeito do conteúdo a ser abordado, o questionário inicial foi respondido por 30 alunos.

A respeito da quantidade de alunos que possuem celular smartphone, constatou-se que 90% dos alunos possuem este dispositivo, enquanto que apenas 10% não. Estes dados são coerentes com os levantados pelo IBGE (2016), não destoando da realidade dos jovens estudantes brasileiros. Essa grande parcela de estudantes em posse deste dispositivo móvel ofereceu boas perspectivas para seu uso em sala de aula. Levando em consideração os alunos que não possuem celular, foram pensadas alternativas que os incluíssem nas atividades propostas.

Quanto à internet, é verificado na segunda questão que 100% dos alunos afirmam ter acesso. No entanto, deste percentual, apenas 33,3% dos alunos possuem acesso à internet tanto na escola como em casa, enquanto que os demais 66,7% possuem acesso apenas em casa. Embora a escola disponibilize internet via Wi-Fi aos alunos, o percentual de estudantes que afirmam não ter acesso à internet na escola sugere possíveis falhas na rede devido à quantidade de usuários. Para tanto, as atividades a serem desenvolvidas com a turma levaram em consideração à disponibilidade e o acesso à internet em sala de aula.

Na terceira questão, foi perguntado se algum professor já realizou alguma atividade em sala que fosse necessário o uso do celular. Com base nas respostas, percebeu-se que 83,3% dos alunos responderam que já realizaram atividades utilizando este dispositivo, enquanto que 13,3% dos alunos responderam que não, e 3,3% não responderam. Algumas respostas estão destacadas a seguir, bem como uma breve descrição da atividade realizada:

A02 (Aluno 2): “*Sim, inglês, usei o google tradutor*”.

A11: “*Biologia, tirar foto do código para fazer a prova*”.

A14: “*Sim. Matemática para fazer uma pesquisa, português para tirar foto do livro e biologia para um trabalho*”.

Na fala dos alunos, apenas os professores de inglês, biologia, matemática e português já fizeram uso do celular para a realização de atividades em sala de aula. Dada a quantidade de componentes curriculares no ensino médio, nota-se que

apenas uma pequena parcela dos professores faz uso dessa estratégia. Além disso, vale ressaltar que nenhum destes estudantes relatam ter realizado atividades de química envolvendo este dispositivo.

Questiona-se se essa baixa adesão a essa estratégia se deve ao fato dos professores considerarem o celular como uma fonte de distração em sala de aula ou se os mesmos não têm conhecimento e/ou domínio dessas metodologias. De acordo com Bento e Cavalcante (2013), muitos dos professores não permitem o uso do celular em sala de aula, pois acreditam que este dispositivo atrapalha mais do que ajuda e, além desses professores não perceberem as possibilidades do uso deste aparelho como ferramenta didático-pedagógica, ressaltam que a quantidade de alunos por turma dificulta controlar as atividades. Ainda segundo as autoras, a pequena parcela de professores que permitem o uso do celular em sala de aula se limitam ao uso pontual de algumas ferramentas proporcionadas, tais como o uso de tradutor, calculadora e registro fotográficos.

A quarta questão foi elaborada com o objetivo de elencar as opiniões dos alunos a respeito do celular em sala de aula, julgando se seu uso facilita ou atrapalha a aprendizagem e apontando possíveis razões. As respostas revelaram que 33,3% dos alunos afirmam que o uso deste aparelho facilita a aprendizagem, 13,3% defendem que seu uso atrapalha, enquanto que os demais 53,3% afirmam que depende como for utilizado. A seguir são destacadas algumas respostas:

A05: *“Facilita, pois aumenta as possibilidades na aula”.*

A08: *“Atrapalha, é uma distração”.*

A01: *“Caso o professor se apoiar inteiramente a uma atividade usando celular isto prejudica quem não possui”.*

A27: *“Depende, facilita quando fazemos pesquisas e atrapalha quando ficamos usando as redes sociais na hora das aulas”.*

Os alunos que defendem o uso do celular em sala de aula como estratégia facilitadora dos processos de aprendizagem ressaltam os aspectos de mobilidade e a facilidade de encontrar informações. Já os alunos que consideram o celular como uma distração parecem desconhecer suas potencialidades como ferramenta pedagógica. O estudo realizado por Batista e Barcelos (2017) com alunos da licenciatura está em consonância com as respostas aqui apresentadas, demonstrando que muitos alunos são favoráveis ao uso do celular em sala, ressaltando que, quando usado da maneira correta, funciona como uma ferramenta de aprendizagem. É importante notar a fala

do Aluno 1, pois reforça o papel docente nesta circunstância, exigindo uma apropriação e domínio da ferramenta prévia à utilização em sala de aula para uma prática inclusiva (GIORDAN, 2013 *apud* FARAUM-JUNIOR; CIRINO, 2016).

Na quinta questão, foi perguntado se os alunos gostam de química e pedido para que justificassem sua resposta. Dos alunos que responderam à questão, 86,2% dos alunos responderam que gostam de química, enquanto que 13,8% afirmaram não gostar da disciplina, e apenas 3,4% consideram gostar “mais ou menos”. A seguir são destacadas algumas das justificativas:

A07: “*Sim, é muito interessante aprender uma das ciências que constituem o mundo*”.

A12: “*Gosto pois acho divertido, mas tenho dificuldades em determinados assuntos*”.

A29: “*Sim, pois é muito interessante e eu consigo vela em vários lugares*”.

A26: “*Não, acho a matéria complicada*”.

A03: “*Mais ou menos, muito complicado*”.

Dos alunos que afirmaram gostar de química, muitos partilham da justificativa do Aluno 7, porém se limitando a dizer apenas que é uma disciplina interessante, enquanto que o Aluno 29 justifica sua afeição pela química a partir de suas aplicações no cotidiano. Já os Alunos 3, 12 e 26, apesar de apresentarem dificuldades, possuem perspectivas distintas a respeito da disciplina. Estes resultados se aproximam dos discutidos por Cardoso e Colinvaux (2000), indo na contramão do senso comum, que acredita que poucos alunos gostam de química e não se sentem motivados a estudá-la.

A sexta questão se voltou para as dificuldades apresentadas pelos alunos na disciplina, pedindo justificativas. Com base nas respostas, percebeu-se que 34,5% dos alunos afirmam não sentir dificuldades e 65,5% dos alunos afirmam sentir dificuldades na disciplina. Destes que sentem dificuldades em Química, 34,5% dos alunos afirmam ter pouca dificuldade, enquanto que os demais 31% afirmam ter muita dificuldade. Dentre as respostas dos alunos, algumas com justificativas estão elencadas a seguir:

A13: “*Não, graças a explicação da professora*”.

A18: “*Um pouco, às vezes não entendo*”.

A04: “*Sim. Sempre acabo me confundindo, esquecendo e errando coisas que sei*”.

A resposta do Aluno 13 é bastante representativa em relação aos alunos que afirmam não ter dificuldades em química, ressaltando a importância do papel docente nos processos de ensino e de aprendizagem. Dos alunos que afirmaram sentir muita dificuldade em química, a grande maioria se limitou a dizer que a disciplina é muito complicada. Porém, na justificativa do Aluno 4, nota-se que o mesmo relaciona a dificuldade na química com a realização de exames, não abrangendo para a compreensão dos conceitos químicos. Santos e colaboradores (2013) observou que o principal fator para dificuldade de aprendizagem em química para os alunos era a base matemática, seguida pela complexidade dos conteúdos e metodologia dos professores. Como na química estudada no primeiro ano do ensino médio raramente são conteúdos que necessitem de habilidades matemáticas, é coerente que as dificuldades e confusões apresentadas pelos estudantes se resumam à complexidade dos assuntos.

Na sétima questão, foi perguntado aos alunos se os mesmos conseguiam identificar os conteúdos de química vistos em sala de aula em seu cotidiano e que fosse citado exemplos. Os dados obtidos mostraram que 70% dos alunos afirmam conseguir relacionar conceitos vistos em sala de aula no dia a dia, enquanto que 16,7% não conseguem fazer essa correlação e 13,3% não responderam. Dentre os alunos que citaram exemplos, uma parte expressiva exemplifica com as transformações físicas das substâncias, seguido por tabela periódica e misturas homogêneas e heterogêneas, além de exemplos diversos como pode ser observado nas respostas que se seguem:

A30: *“Sim, o gelo por exemplo, quando tiramos do congelador, ele passa do estado sólido para o líquido, que é chamado de fusão”.*

A28: *“Sim, quando faço café a água começa a evaporar devido a alta temperatura, chamado ebulição”.*

A24: *“Sim, a tabela periódica, os elementos que formam muitas coisas do nosso dia-a-dia”.*

A18: *“Sim, tabela periódica, homogênea e heterogênea”.*

A26: *“Sim consigo, a caneta é uma química, a pasta de dente, entre outras coisas”.*

É válido ressaltar que devido ao fato destes alunos pertencerem a uma turma de 1º ano do ensino médio em uma escola pública, muitos ainda estão tendo o primeiro contato com a Química, e, portanto, é justificável que identifiquem em seu cotidiano

apenas os primeiros conteúdos estudados. É importante reconhecer de que maneira os alunos identificam a química no cotidiano, para que sejam elaboradas estratégias de ensino que proporcionem maior contextualização (ROSA; TOSTA, 2005; WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Analisando conjuntamente as respostas da quinta, sexta e sétima questão, é possível classificar os alunos nas seguintes categorias: (a) gostam de química, não sentem dificuldades e identificam a química no cotidiano; (b) gostam de química, não sentem dificuldades, mas não identificam a química no cotidiano; (c) gostam de química, sentem dificuldades e não identificam a química no cotidiano; (d) gostam de química, sentem dificuldades, mas não identificam a química no cotidiano; (e) não gostam de química, sentem dificuldades e não identificam a química no cotidiano; e (f) não gostam de química, sentem dificuldades, mas identificam a química no cotidiano. A Tabela 1 apresenta o conjunto de respostas dos alunos para essas questões, bem como sua referida classificação.

Tabela 1. Classificação do conjunto de respostas dos alunos às questões 5, 6 e 7.

Aluno	Questão			Classificação
	5	6	7	
A07	<i>“Sim, é muito interessante aprender uma das ciências que constituem o mundo”</i>	<i>“Não, porque consigo entender bem o assunto”</i>	<i>“Sim, em substâncias que eu utilizo no dia-a-dia”</i>	(a)
A19	<i>“Gosto pois acho divertido”</i>	<i>“Tenho dificuldades em determinados assuntos”</i>	<i>“Eu realmente não sei”</i>	(b)
A22	<i>“Sim, para saber mais sobre química”</i>	<i>“Sim. Alguns conteúdos são complicados”</i>	<i>“Não”</i>	(c)
A18	<i>“Sim, acho uma boa matéria”</i>	<i>“Um pouco, às vezes não entendo”</i>	<i>“Sim, tabela periódica, homogênea e heterogênea”</i>	(d)
A03	<i>“Mais ou menos, muito complicado”</i>	<i>“Sim, muito complicado”</i>	<i>“Não”</i>	(e)
A26	<i>“Não, acho a matéria complicada”</i>	<i>“Sinto muita dificuldade em química”</i>	<i>“Sim consigo, a caneta é uma química, a pasta de dente, entre outras coisas”</i>	(f)

Fonte: o autor.

Para melhor ilustrar a distribuição dos alunos nessas categorias são apresentados os percentuais a seguir: 36,7% dos alunos se enquadram na categoria (a), seguidos por 26,7% da categoria (d), 6,7% na categoria (b), 6,7% na categoria (c), 3,3% na categoria (e), 3,3% na categoria (f) e 16,7% não se encaixaram em nenhuma das categorias por não responderem uma ou mais das questões envolvidas. É interessante perceber, com base nestes dados, que pouco mais da metade dos alunos gostam de química e afirmam serem capazes de identificar a química em seu cotidiano, independentemente de sentir ou não dificuldade com a disciplina.

Na oitava questão, foi perguntado se compreender a geometria das moléculas é relevante para os alunos. A partir das respostas, constatou-se que 36,7% dos alunos consideram o assunto relevante, 20% consideram irrelevante, enquanto que 43,3% dos alunos não souberam ou não responderam. Ambos justificam suas respostas a partir da aplicação do conteúdo em exames ou em vida profissional, conforme pode ser observado nas respostas dos alunos a seguir:

A29: *“Sim, pois talvez possamos precisar usar em algum lugar, como provas ou vida real”.*

A01: *“Não muito. Como não vou escolher este assunto na faculdade, sinto que não me interessa muito”.*

Na nona questão, foi lançado aos alunos um problema para que eles atribuíssem uma razão pela qual o diamante e o grafite possuem diferentes características, embora ambos sejam constituídos pelo mesmo elemento. Notou-se que 50% dos alunos não souberam ou não responderam à questão. Quanto aos que responderam, destacam-se as respostas a seguir:

A24: *“A sua diferença nos outros elementos que o constituem”.*

A13: *“Eu acho que pela forma em que eles são produzidos”.*

A03: *“Diamante forma joias, já o grafite forma outros tipos de objeto tipo lápis”.*

A28: *“A dureza, pontos de fusão e ebulição, etc.”.*

A08: *“O modo em que seus átomos estão são diferentes”.*

Dentre as respostas, 3,3% dos alunos atribuíram a diferença de características dos alótropos do carbono à presença de outros elementos na constituição do material, como o Aluno 24; 20% dos alunos atribuem à produção desses materiais, como o Aluno 13; 3,3% dos alunos atribuem às aplicações desses materiais, como o Aluno 3; 10% dos alunos atribuem às propriedades físicas desses materiais, como o aluno 28; e apenas 13,3% dos alunos atribuem à organização dos átomos do elemento que

constitui esses materiais.

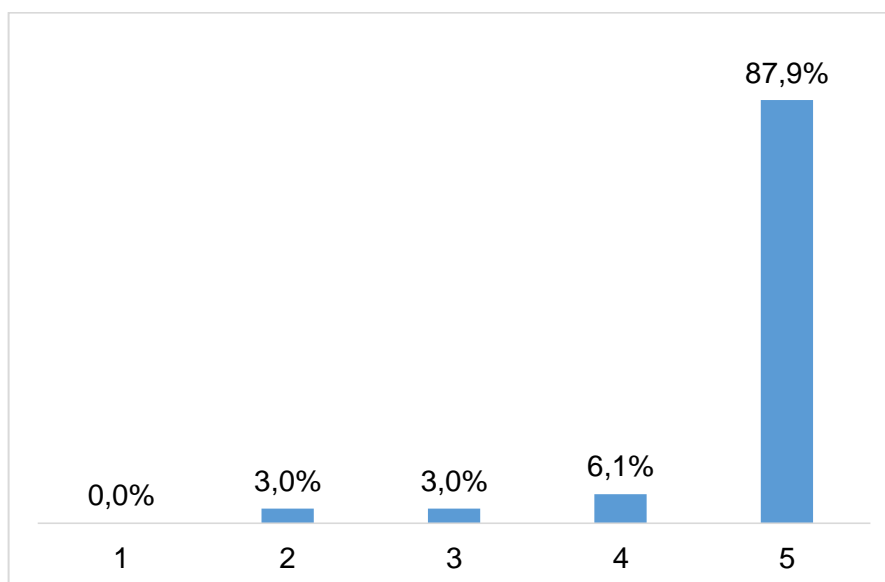
Com base nos dados obtidos a partir do questionário inicial, foi possível adaptar a metodologia proposta com vista para suprir as necessidades dos estudantes de maneira mais inclusiva.

4.2 Análise do questionário final

O questionário final foi respondido por 33 alunos, a fim de avaliar, dentro da metodologia empregada, o uso do celular e do aplicativo “moléculas”.

Na primeira questão, foi disponibilizado uma escala de Likert (1932), onde 1 significa “muito pouco” e 5 significa “muito”, para verificar o grau de conformidade dos alunos a respeito do interesse no uso do celular nas atividades realizadas. Observou-se que uma expressiva quantidade de alunos (87,9%) concorda fortemente que o uso do celular foi interessante dentro da metodologia utilizada, conforme exposto na Figura 2.

Figura 2. Avaliação dos alunos quanto ao interesse despertado pelo uso do celular nas atividades.



Fonte: o autor.

Na segunda questão, foi questionado aos alunos se eles consideravam que a experiência da atividade utilizando o celular foi positiva ou negativa. E, em consonância com os dados da questão anterior, observa-se que 97% dos alunos consideraram como positiva a experiência do uso do celular em sala de aula, enquanto que os demais 3% consideraram como negativa.

Ainda sobre a avaliação do uso do celular, na terceira questão, foi perguntado

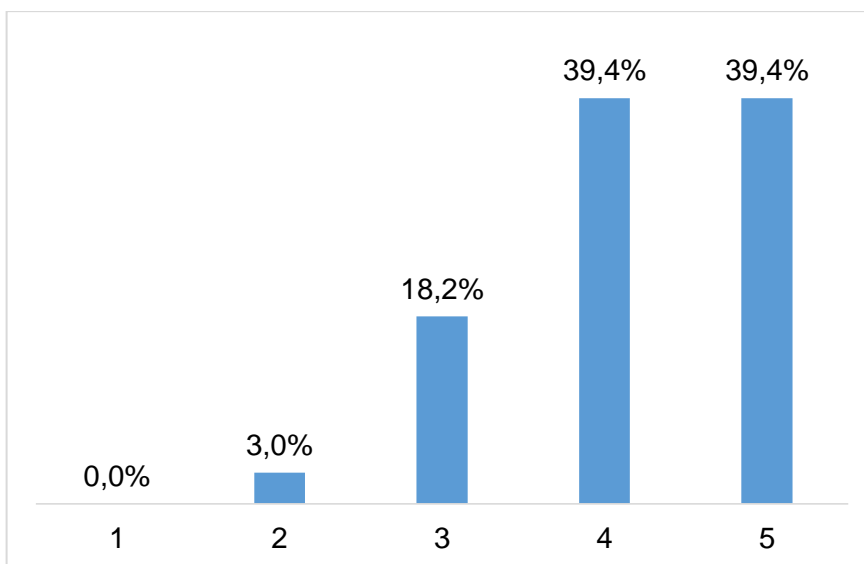
se durante as aulas o uso deste dispositivo facilitou, foi indiferente ou atrapalhou a aprendizagem. A partir das respostas, percebeu-se que 93,9% dos alunos consideraram que o uso do celular facilitou a aprendizagem, enquanto que os demais 6,1% consideraram indiferente.

Levando-se em consideração que esta turma nunca utilizou o celular em nenhuma atividade de química, o interesse despertado por esses alunos demonstram que o grande apelo e o poder atrativo do uso dessas tecnologias em sala de aula podem ser associados com a disciplina. Além disso, é válido ressaltar que antes da realização das atividades, apenas 33,3% dos alunos consideravam o celular como um facilitador da aprendizagem, e durante a atividade, este percentual subiu para 87,9%.

Na quarta questão, foi verificado se houve dificuldade na utilização do aplicativo “moléculas”. Os resultados obtidos mostraram que 78,1% dos alunos que responderam não sentiram dificuldades em usar o aplicativo, enquanto que os demais 21,9% sentiram dificuldades. Esses valores sugerem que o aplicativo tem uma interface bastante simples e intuitiva e, além disso, não desvia do padrão de aplicativos utilizados pelos jovens.

Na quinta questão, foi avaliado se o aplicativo contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de geometria molecular, por meio de uma escala de Likert (1932), onde 1 significa “discordo fortemente” e 5 significa “concordo fortemente”. Com base nas respostas, pode-se perceber que 78,8% dos alunos concordam que o aplicativo os ajudou a compreender melhor o conteúdo abordado, enquanto que 3% discordam e 18,2% se mantiveram indiferentes, conforme exposto na Figura 3.

Figura 3. Avaliação dos alunos quanto à contribuição do aplicativo para a aprendizagem.

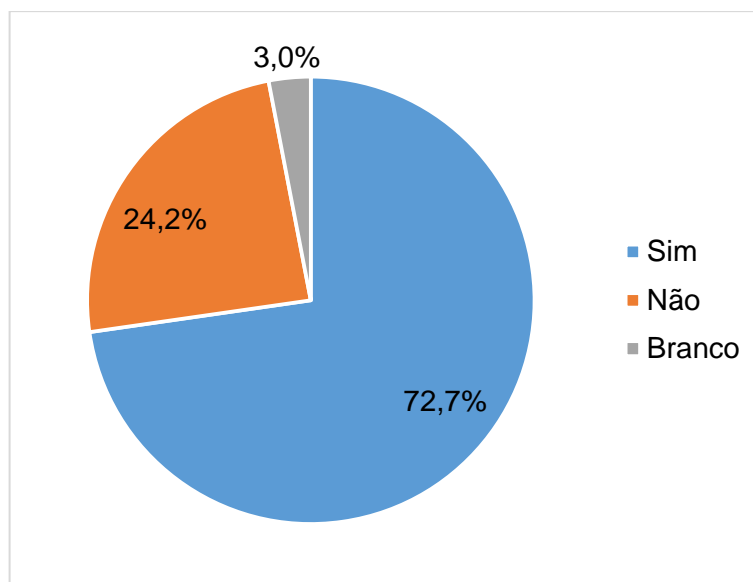


Fonte: o autor.

Por permitir a visualização tridimensional das moléculas além de fornecer um texto explicativo a respeito das propriedades das referidas moléculas, este aplicativo contribui para a aprendizagem pois disponibiliza ferramentas aos estudantes para associar os níveis microscópicos e macroscópicos do conhecimento químico.

Na sexta questão, foi perguntado se os alunos pretendiam utilizar o aplicativo para estudar outros assuntos de química. Conforme exposto na Figura 4, verificou-se que 72,7% dos alunos pretendem continuar utilizando o aplicativo para estudar demais conteúdos da disciplina, enquanto que 24,2% não pretendem e 3% não responderam à questão.

Figura 4. Interesse dos alunos quanto a utilizar o aplicativo para outros conteúdos de química.

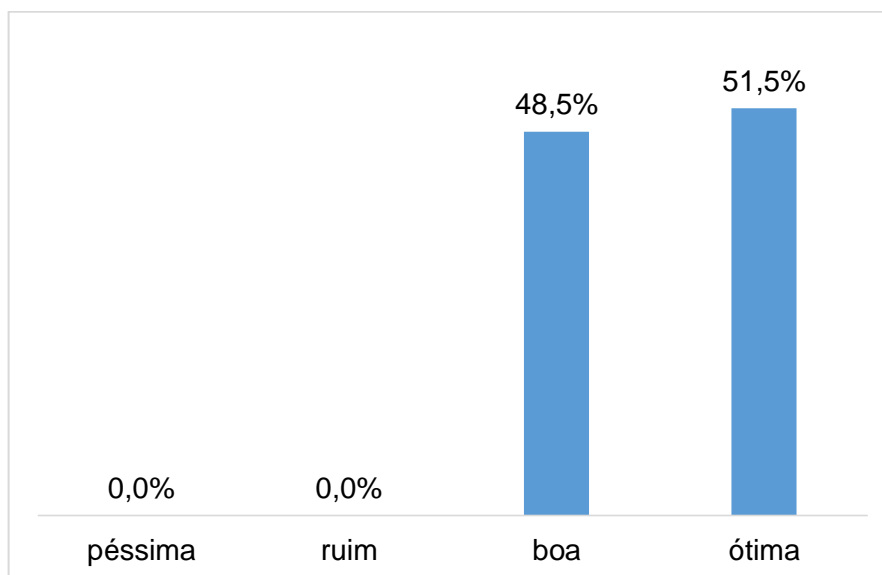


Fonte: o autor.

O aplicativo “Moléculas” possui uma interface dinâmica e interativa, chamando a atenção dos alunos, e assim como estudado por Stein e colaboradores (2019), este app tende a despertar a curiosidade e um melhor engajamento dos alunos em aula.

Para a avaliação da metodologia, foi perguntado na sétima questão a opinião dos alunos a respeito da abordagem utilizada, justificando sua resposta. O retorno dos alunos foi bastante positivo, conforme ilustrado na Figura 5, de modo que 51,5% dos alunos consideraram como ótima e os demais 48,5% dos alunos como boa.

Figura 5. Avaliação dos alunos quanto à abordagem utilizada nas aulas.



Fonte: o autor.

Apenas 15,2% dos alunos justificaram suas respostas e, dentre elas, destacam-se as dos alunos a seguir:

A17: “*Aprendi mais fácil*”.

A19: “*Me ajudou a entender melhor*”.

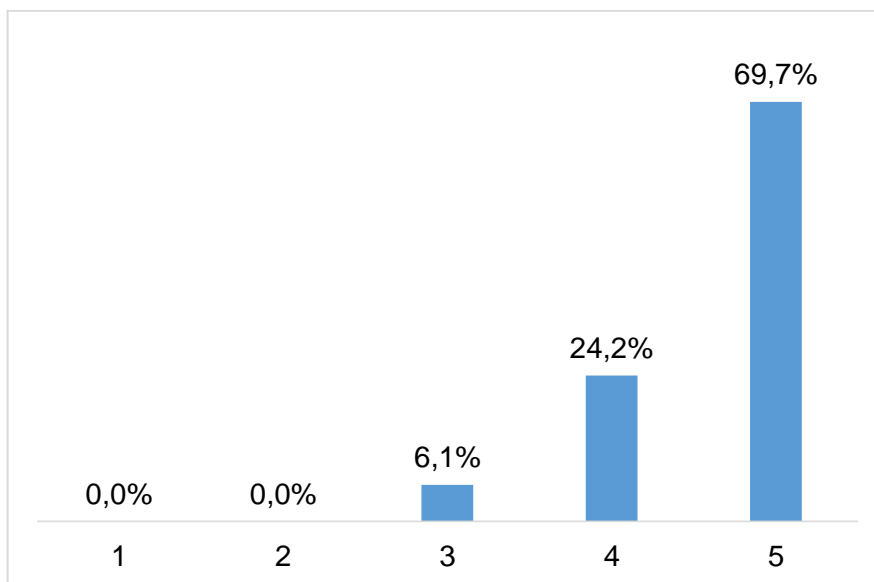
A24: “*Legal e divertida*”.

A25: “*Bem criativa e explicativa*”.

A32: “*Por usar a tecnologia atrai mais o adolescente*”.

Ainda sobre a avaliação da metodologia, foi disponibilizado na oitava questão uma escala de Likert (1932), onde 1 significa “discordo fortemente” e 5 significa “concordo fortemente”, para verificar se a abordagem auxiliou na compreensão dos conteúdos de geometria molecular. Conforme pode ser visto na Figura 6, verificou-se que 93,9% dos alunos concordam que a metodologia adotada contribuiu para o entendimento do assunto.

Figura 6. Avaliação dos alunos quanto à contribuição da metodologia adotada para a aprendizagem.



Fonte: o autor.

A abordagem utilizada buscou dialogar com os alunos em sua linguagem de nativos digitais, como classifica Prensky (2001), pois desta maneira suas aprendizagens ocorrem de modo mais significativo. Além disso, é válido destacar que o uso das tecnologias em sala de aula rompe com a rotina das aulas tradicionais, chamando a atenção dos alunos.

Na última questão, foi perguntado novamente a respeito da diferença entre as características dos alótropos do carbono, em especial o diamante, o grafite e o

grafeno. Dessa vez, percebeu-se que apenas 15,2% não souberam ou responderam à questão. A seguir são destacadas algumas respostas dos alunos:

A11: “*Estruturas geométricas diferentes e as propriedades*”.

A resposta do Aluno 11 representa o percentual de 45,5% das respostas dos demais alunos, justificando a diferença de características dos alótropos por meio da geometria dos materiais, sem explorar os diferentes tipos de organizações espaciais dos átomos de carbono.

A03: “*O diamante tem vários carbonos. O grafite tem 3 camadas de carbono. O grafeno só tem uma camada*”.

Assim como o Aluno 3, 18,2% dos alunos tentaram justificar através das diferenças estruturais entre os alótropos, no entanto, levando em consideração a quantidade de átomos de carbono que compõe cada material. Pode-se perceber o poder da representação simbólica na influência da compreensão dos conceitos, pois dentre os modelos estruturais que os alunos pesquisaram, era comum a representação do grafite em apenas três ou quatro camadas. Nota-se, assim, que esse percentual de alunos se limitaram a representação que identificaram, sem considerar que esta unidade se repete tridimensionalmente.

Além destes, 18,2% dos alunos responderam apenas com “*as moléculas*”, não percebendo que os materiais envolvidos se tratam de compostos covalentes e não moleculares, além de não satisfazer a questão. E por fim, 3% dos alunos responderam justificando apenas com “*propriedades*”.

Com base nos resultados obtidos com o questionário final, foi possível perceber os pontos positivos e negativos da pesquisa, além de verificar se os objetivos propostos foram alcançados ou não.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É sabido que o uso de dispositivos móveis dentro de sala de aula, numa perspectiva pedagógica, ainda sofre bastante resistência por parte dos professores, seja por considerar que são apenas possíveis fontes de distração ou por não terem domínio de seu uso. Neste sentido, o trabalho trouxe uma nova perspectiva para desmistificar o uso do celular no contexto escolar, bem como uma proposta de ensino de fácil aplicação que lança mão deste recurso.

Pautando-se nos resultados obtidos na pesquisa, foi possível perceber que uma determinada quantidade de alunos considerava que o celular era apenas fonte de distração em sala de aula. Após a realização das atividades, mesmo estes alunos afirmaram que este dispositivo, além de ter facilitado a aprendizagem, foi um elemento motivador, despertando interesse para participação em aula. Desta maneira, observa-se que este trabalho contribuiu para levar um novo olhar para o uso do celular em sala de aula.

Quanto ao uso do aplicativo “Moléculas”, uma expressiva parte dos alunos não apresentaram dificuldades em seu manuseio, considerando-o como um facilitador da aprendizagem do conteúdo de geometria molecular. Assim, percebe-se que a visualização das moléculas tridimensionalmente na tela dos celulares foi fundamental para a melhoria da aprendizagem dos alunos, dada suas dificuldades em abstrair figuras geométricas.

No que diz respeito à abordagem utilizada, os alunos apresentaram boa receptividade, considerando-a boa ou ótima e afirmando que a mesma contribuiu para melhor aprendizagem dos conteúdos. Nota-se, então, que a metodologia empregada soube dialogar com os alunos em sua linguagem digital, aproximando o conteúdo da Química de suas experiências prévias.

Diante do exposto, o presente trabalho oferece boa perspectiva para futuras pesquisas na temática abordada. Dentre as várias possibilidades que surgem, ressaltam-se a integração dos elementos da gamificação à metodologia; realização de diferentes atividades com o celular e outros aplicativos, bem como a sua utilização em diferentes ou em todos Momentos Pedagógicos; além da associação entre as tecnologias móveis e o uso da experimentação.

REFERÊNCIAS

- BARCELOS, R. J. S.; TAROUCO, L.; BERCH, M. O uso de m-learning no ensino de algoritmos. **Novas Tecnologias na Educação**, vol. 7, n. 2, 2009.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2002.
- BARTHOLLO, V. F.; AMARAL, M. A.; CAGNIN, M. I. Uma contribuição para a adaptabilidade de Ambientes Virtuais de Aprendizagem para Dispositivos Móveis. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 17, n. 02, p. 36, 2009.
- BATISTA, S. C. F.; BARCELOS, G. T. Análise do uso do celular no contexto educacional. **RENOTE**, v. 11, n. 1, 2017.
- BENTO, M. C. M.; CAVALCANTE, R. S. Tecnologias Móveis em Educação: o uso do celular na sala de aula. **Educação, cultura e comunicação**, v. 4, n. 7, 2013.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: nov. 2019.
- CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Alterações nos sistemas em equilíbrio químico: análise das principais ilustrações presentes em livros didáticos. **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, v. 10, 2010.
- CARDOSO, S. P.; COLINVAUX, D. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.
- CLEOPHAS, M. G.; CAVALCANTI, E. L. D.; SOUZA, F. N.; LEÃO, M. B. C. M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, 2015.
- CRISÓSTOMO, L. C. S.; MARINHO, G. S.; MARINHO, M. M.; MARINHO, E. S. M-Learning: Perfil do uso de objetos educacionais pelos licenciandos em química da FAFIDAM/UECE. **XXI Semana Universitária**, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017.
- CRISÓSTOMO, L. C. S.; MARINHO, M. M.; MARINHO, G. S.; MARINHO, E. S. Mobile Learning: avaliação e seleção de um aplicativo para o ensino de elementos químicos. **Redin-Revista Educacional Interdisciplinar**, v. 7, n. 1, 2018.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FARAUM-JUNIOR, D. P.; CIRINO, M. M. A utilização de tecnologias no ensino de química: um olhar para a formação inicial. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 28, 2016, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2016.
- FERREIRA, T. V. Mobile learning e o ensino de química: uma interpretação controversa?. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 1555-1560, 2017.

FRANÇA, E. L.; PEREIRA, M. B.; OLIVEIRA, P. F. O uso de modelos concretos e software no processo de ensino-aprendizagem de geometria molecular e arranjo espacial. **XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355**, 2012.

GARCÍA-RUIZ, M. A.; VALDEZ-VELAZQUEZ, L. L.; GÓMES-SANDOVAL, Z. Estudio de usabilidad de visualización molecular educativa en un teléfono inteligente. **Química Nova**, v. 35, n. 3, p. 648-653, 2012.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagem nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Editora Unijuí, 2008.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio: Acesso à Internet e à Televisão e Posse de Telefone Móvel Celular para Uso Pessoal 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

LEITE, B. S. M-Learning: o uso de dispositivos móveis como ferramenta didática no Ensino de Química. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 22, n. 3, 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTINS, M. G.; FREITAS, G. F. G.; VASCONCELOS, P. H. M. Avaliação Didática dos Materiais Alternativos no Conteúdo de Geometria Molecular: Uma Proposta para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 4, n. 1, p. 130-148, 2018.

MENEZES, F. L.; SILVA, S. B.; MENEZES, S. C.; SILVA, D. S. O Ensino de Geometria Molecular com Materiais de Baixo Custo. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 4, p. 101-107, 2017.

MONTEIRO, M. A. A. O uso de tecnologias móveis no ensino de física: uma avaliação de seu impacto sobre a aprendizagem dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 16, n. 1, 2016.

MOURA, A. Práticas de mobile learning no ensino básico e secundário: metodologias e desafios. **Atas III Encontro sobre jogos e mobile learning**, 2016.

NICHELE, A. G.; CANTO, L. Z. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química Orgânica. **RENOTE**, v. 16, n. 1, 2018.

NICHELE, A. G.; CANTO, L. Z. Ensino de Química com Smartphones e Tablets. **RENOTE**, v. 14, n. 1, 2016.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE**, v. 12, n. 12, 2014.

OLIVEIRA, F. C.; SOUTO, D. L. P.; CARVALHO, JWP. Seleção e análise de aplicativos com potencial para o ensino de química orgânica. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, p. 1-12, 2016.

PARAÍBA. Lei nº 8.949 de 3 de novembro de 2009. Disponível em: <http://static.paraiba.pb.gov.br/diariooficial_old/diariooficial04112009.pdf>. Acesso em: novembro de 2019.

PAULETTI, F. et al. Ensino de química mediado por tecnologias digitais: o que pensam os professores brasileiros?. **Revista Interações**, v. 13, n. 44m p. 144-167, 2017.

PRENSKY, M. Digital natives, digital immigrants. **On the horizon**, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MOREIRA, M. A. Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. **Experiências em ensino de ciências**, v. 4, n. 1, p. 65-78, 2009.

ROSA, M. I. P.; TOSTA, A. H. O lugar da Química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. **Ciência & Educação (Bauru)**, 2005.

SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **M-Learning e u-learning: novas perspectivas das aprendizagens móvel e ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia plena**, v. 9, n. 7, 2013.

SETTI, G. O.; GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Ensino de geometria molecular por meio do uso de modelo físico construído com materiais recicláveis e de baixo custo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 542 – 557, 2019.

SONEGO, A. H. S.; BEHAR, P. A. M-learning: reflexões e perspectivas com o uso de aplicativos educacionais. **Nuevas ideas en Informática Educativa**, v. 11, p. 521-526, 2015.

SOUSA, J. B. F.; BARBOSA, M. S. O ensino de química com o uso de tecnologias facilitadoras de aprendizagem. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 3., 2018, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize, 2018.

SOUSA, J. P.; SILVA, R. A.; CUNHA, D. S. R.; SILVA, W. S. Uso de tecnologias no ensino de química: novas formas de ensinar e aprender. 55º Congresso Brasileiro de Química. Goiânia. Goiás, 2015.

STEIN, S. J.; STEIN, S. J.; TOLEDO, I. S.; SILVA, J. A.; ZAN, R. A. Proposta para a utilização de um aplicativo no ensino de química para alunos do ensino médio integrado ao técnico em química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 4, 2019.

UNESCO. **Policy guidelines for mobile learning**, 2013. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641>>. Acesso em: novembro 2019.

VALLETTA, D. Aplic@tivos para tablets: educar para e com as tecnologias digitais. **RENOTE**, v. 13, n. 1, 2015.

VALLETTA, D. Aplicativos para tablets: ferramentas para o pensar. **RENOTE**, v. 14, n. 2, 2016.

VALLETTA, D. Gui@ de aplicativos para educação básica: uma investigação associada ao uso de tablets. In: **XVII ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e**

Prática de Ensino, Fortaleza: Editora da Universidade Federal do Ceará, v. 1, p. 2537-2548, 2014.

VIEIRA, H. V. P.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SIMÕES, A. L.; ROCHA, A. S.; SOUSA, C. O Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 5, n. 1, p. 125-138, 2019.

WARTHA, E. J.; SILVA, E.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WIJTMANS, M.; VAN RENS, L.; VAN MUIJLWIJK-KOEZEN, J. E. Activating students' interest and participation in lectures and practical courses using their electronic devices. **Journal of chemical education**, v. 91, n. 11, p. 1830-1837, 2014.

ZAN, R. A.; Pompeu, E. C.; BISSOLI, F. M.; SILVA, I. M.; PEREIRA, G. J.; BRONDANI, F. M. M.; SOUZA, R. A. A. A aplicação de sementes nativas da região amazônica como ferramenta no ensino de geometria molecular. **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2010.

APÊNDICE B – Questionário Inicial**Questionário Inicial**

- 1) Você possui celular smartphone? () Sim () Não
- 2) Você possui acesso à internet: () Só em casa. () Só na escola.
() Em casa e na escola.
- 3) Algum professor seu já realizou alguma atividade que fosse necessário o uso do celular? Em qual(is) disciplina(s)? Descreva em poucas palavras a atividade.
- 4) Na sua opinião, o celular facilita ou atrapalha a aprendizagem em sala de aula? Por que?
- 5) Você gosta de química? Justifique.
- 6) Você sente dificuldade em química? Explique.
- 7) Você consegue identificar os conteúdos de química vistos em sala no seu cotidiano? Cite exemplos.
- 8) Você considera relevante entender a geometria das moléculas? Por que?
- 9) Sabe-se que o grafite e o diamante são formados pelo mesmo elemento, o carbono, mas possuem características muito diferentes. A que você atribui essa diferença de características?

APÊNDICE C – Questionário Final**Questionário Final****Sobre o uso do celular:**

- 1) Você achou interessante a utilização do celular nas atividades propostas?

1 2 3 4 5

Onde 1 significa “muito pouco” e 5 significa “muito”

- 2) Você acha que essa experiência foi: positiva negativa

- 3) Durante as atividades, você considera que o uso do celular:

facilitou a aprendizagem dificultou a aprendizagem

foi indiferente.

Sobre o uso do App “Moléculas”:

- 4) Você sentiu dificuldade em usar o aplicativo? Sim Não

- 5) O aplicativo ajudou você a compreender melhor o conteúdo de geometria molecular?

1 2 3 4 5

Onde 1 significa “*discordo fortemente*” e 5 significa “*concordo fortemente*”

- 6) Você pretende utilizar esse aplicativo para estudar outros assuntos de química?

Sim Não

Sobre a metodologia adotada:

- 7) O que você achou da metodologia adotada durante as aulas?

péssima ruim boa ótima

- 8) Em sua opinião, aulas realizadas com a abordagem que utilizamos auxiliam na compreensão dos conteúdos de química?

1 2 3 4 5

Onde 1 significa “*discordo fortemente*” e 5 significa “*concordo fortemente*”

- 9) Sabe-se que o grafite, o diamante e o grafeno são formados apenas por carbono, porém possuem características muito diferentes. A que você atribui essa diferença de características? Explique.

APÊNDICE D

Registros das aulas e da atividade desenvolvida com o aplicativo “Moléculas”.

Fonte: Acervo da pesquisa.

