



<http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i1p007-033>

Inovação da prática pedagógica suportada pelo GeoGebra em contexto da Educação STEAM e melhoria do ensino e aprendizagem de Química¹

Innovation of pedagogical practice supported by GeoGebra in the context of STEAM Education and improvement of teaching and learning of Chemistry

ALDOVANDA ESTRELA BATA VIDADE ²

0009-0007-6904-6313

ALCINDA ANTÔNIO MARCELINO MAFUIANA ³

0009-0005-3813-8616

RESUMO

O presente estudo é parte de uma investigação realizada na Universidade Pedagógica de Maputo, Faculdade de Ciências Naturais e Matemática. A investigação de natureza qualitativa e quantitativa tem como objetivo verificar se a utilização do GeoGebra e suas plataformas contribui para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos de Química e o desenvolvimento de uma conceção segura e plena perante o uso de tecnologias educativas. Este consistiu na implementação de experiências numa turma do 2º ano do Curso de Licenciatura em Ensino de Química, composta por 26 estudantes. Como instrumentos de investigação foram aplicados questionários e foram desenvolvidas produções dos estudantes no GeoGebra e nas fichas de trabalho. Os resultados mostram que o uso do GeoGebra permite o desenvolvimento de uma conceção mais global em relação ao uso de tecnologias educativas e uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos da Química.

Palavras-chave: *GeoGebra e Educação STEAM; Inovação Pedagógica e Tecnológica; Ensino e Aprendizagem em Química.*

ABSTRACT

The present study is part of an investigation carried out at the Pedagogical University of Maputo, Faculty of Natural Sciences and Mathematics. The qualitative and quantitative investigation aims to verify whether the use of GeoGebra and its platforms contributes to improving the learning of Chemistry content and the development of a safe and complete conception when using

¹ Apoio: Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto UIDP/05198/2020 (Centro de Investigação e Inovação em Educação, inED).

² Universidade Pedagógica de Maputo – aldovandabata@yahoo.com.br

³ Universidade Pedagógica de Maputo – alcindammafuiana@gmail.com.br

educational technologies. The work consisted in implementation of classroom experiences in a 2nd year class of the Degree in Chemistry Teaching, composed by 26 students. As research instruments, questionnaires were applied, and student productions were developed using the GeoGebra and its platforms and worksheets. The results show that the use of GeoGebra allows students to develop a more global conception regarding the use of educational technologies for teaching and learning Chemistry and a more meaningful learning of Chemistry content.

Keywords: *GeoGebra and STEAM Education; Pedagogical and Technological Innovation; Teaching and Learning in Chemistry.*

Introdução

As tecnologias informáticas estão cada vez mais presentes nas sociedades atuais e desempenham um papel cada vez mais expressivo na vida dos alunos. Autores como Silveira (2015), Ferreira *et al* (2019), Mesquita *et al* (2021), Brito e Silva (2022) defendem que a integração das tecnologias informáticas no processo de ensino e aprendizagem proporciona mudanças significativas na aprendizagem dos alunos; daí que é imprescindível que professores possuam competências para a sua integração efetiva no desenvolvimento das suas práticas pedagógicas.

Em Moçambique as tecnologias informáticas e a educação STEAM⁴ não estão ainda amplamente difundidas no contexto educacional, embora o Plano Estratégico da Educação (PEE) em Moçambique recomenda como uma das estratégias para assegurar a qualidade da educação neste país “o uso das TIC’s, por professores e alunos, enquanto ferramenta interativa e facilitadora do processo de ensino-aprendizagem, por exemplo, através de uso de materiais curriculares de ensino digitais e multimédia para professores e alunos” (MINEDH, 2020, p.43) e seja uma recomendação da UNESCO em Moçambique “incorporar no currículo de ensino os conceitos de STEM⁵” (UNESCO, 2019, p.22). Fatores como a pouca disponibilidade de meios materiais, falta de infraestrutura e de recursos financeiros, acesso difícil a equipamentos e a conectividade são algumas razões da fraca disseminação das tecnologias informáticas no ensino e aprendizagem em Moçambique (Simbine, 2017; UNESCO, 2019). Um estudo feito pelo Movimento Educação Para Todos (MEPT) neste país, sobre a avaliação das competências dos

⁴ STEAM é o acrónimo de: Science, Technology, Engineering, the Arts and Mathematics.

⁵ STEM é o acrónimo de: Science, Technology, Engineering and Mathematics.

professores no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) revela que cerca de 94,4% dos professores das escolas primárias e 60,9% dos professores das escolas secundárias não têm sala ou laboratório de informática nos seus locais de trabalho (MEPT, 2022). Por outro lado, as políticas educativas não cogitam uma real inclusão das componentes tecnológicas na educação e faltam professores qualificados para incorporá-las em contextos de ensino e aprendizagem (Simbine, 2017; Pessuro, 2022). Assim, torna-se pertinente que instituições de formação de professores formem profissionais com competências para a integração destas tecnologias no processo de ensino e aprendizagem.

Os cursos da Universidade Pedagógica de Maputo (UP-Maputo) visam, entre outros aspetos, formar técnicos superiores que possuam competências para fazer o uso de recursos de TIC's, (UP-Maputo, 2022, p.22). As atuais Bases e Diretrizes Curriculares dos cursos de licenciatura na UP-Maputo priorizam “o ensino centrado no aluno, desenvolvimento de currículo que incorpore as novas tecnologias, desenhado numa perspetiva construtivista, virado para o desenvolvimento de competências” (Ibid, p.15). Outrossim, o Plano Curricular do Ensino Secundário Geral (PCESG) em Moçambique preconiza que “os alunos devem ser encorajados a usar as TIC's para resolver problemas, buscar e sistematizar informação, fazer experiências [...] ajudando na aquisição de conhecimentos de várias disciplinas” (MEC/INDE, 2007, p.52). Assim, é necessário que a formação inicial de professores esteja em concordância com estas perspetivas, uma vez que o professor é um dos atores principais na implementação de mudanças nas práticas pedagógicas. É oportuno o uso efetivo das tecnologias informáticas na formação inicial de professores para que estes, por um lado, conheçam as suas potencialidades e limitações e por outro lado, desenvolvam competências para o uso adequado destas no contexto escolar, respondendo deste modo aos desafios impostos pelos novos paradigmas educacionais.

Assim, no intuito de estudar estratégias de melhoramento da prática pedagógica dos docentes em relação ao uso de tecnologias educativas no ensino e aprendizagem da Química realizou-se o presente estudo inserido numa investigação

mais ampla realizada no âmbito do projeto “GeoGebra & STEAM: Implicações para a melhoria da Educação Matemática em Países de Língua Oficial Portuguesa”. A investigação decorreu no contexto da instalação do Instituto GeoGebra na UP-Maputo, uma Instituição de Ensino Superior pública moçambicana. Neste contexto, foi desenvolvido um programa de formação contínua de professores que implicava a planificação, implementação com o acompanhamento do formador e reflexão sobre a prática, nas áreas de Ciências Naturais e Matemática com a finalidade de desenvolver nestes, competências para inovação nas suas práticas pedagógicas sobretudo no que diz respeito a integração das tecnologias informáticas no processo de ensino e aprendizagem, no caso concreto do GeoGebra e suas plataformas. Nesta perspectiva participaram no programa de formação duas professoras de Química em exercício no Curso de Licenciatura em Ensino de Química. As sessões de formação tinham como finalidade dotar as professoras de competências para utilização do GeoGebra no contexto do ensino e aprendizagem da Química e estas, por sua vez, tiveram a oportunidade de implementar experiências em sala de aula.

Deste modo, este artigo apresenta, analisa e discute os principais resultados do trabalho desenvolvido durante a implementação de experiências em sala de aula na turma de uma das professoras participantes desta investigação, entre os meses de abril e agosto de 2023. Esta investigação procurou responder a questões sobre como é que a implementação de aulas com recurso ao GeoGebra e suas plataformas poderá influenciar na melhoria do ensino e aprendizagem de Química. Desta forma, a investigação poderá contribuir para o desenvolvimento de uma visão mais extensa no concernente ao uso de tecnologias informáticas no ensino da Química, caso concreto do GeoGebra, e trazer uma reflexão sobre desafios impostos ao contexto da Faculdade de Ciências Naturais e Matemática (FCNM) onde o GeoGebra e a Educação STEAM estão presentes e podem ser implementados.

1. Fundamentação teórica

A Educação STEAM, designa uma abordagem para promover a aprendizagem que recorre a contextos das Ciências, da Tecnologia, da Engenharia, das Artes e da

Matemática como ponto de partida para orientar a exploração investigação, o diálogo e o pensamento crítico dos estudantes (Dos Santos *et al*, 2022, p. 61). Esta requer condições próprias para a sua implementação tais como: a existências de políticas educacionais que estimulem e se adequem a esta realidade, uma mudança de paradigma de um ensino centrado no professor para um ensino centrado no aluno estritamente ligado a implementação de metodologias ativas, a existência de recursos materiais e de professores capacitados para a sua implementação. Segundo Leite (2019) fatores como a repulsa de parte dos professores e a falta de formação adequada para o uso das tecnologias educativas, constituem entraves para o uso destas no processo de ensino e aprendizagem.

As tecnologias educativas, para além de permitirem trabalhar o currículo de forma mais dinâmica (Piva *et al*, 2021), proporcionam uma aprendizagem colaborativa, permitem ao aluno o desenvolvimento da autonomia, da criatividade, do interesse pela aprendizagem, uma participação mais ativa nas aulas e potenciam o processo de construção do conhecimento (Conte e Martini, 2015; Xavier *et al*, 2019; Vieira *et al*, 2022). O GeoGebra constituiu um *software* de Matemática dinâmica, que reúne recursos de geometria, de álgebra, de folhas de cálculo, de gráficos, de estatística e de cálculo, em um *layout* relativamente simples de manusear, os quais podem potencializar o ensino da Matemática (Lima e Siple, 2021, p. 255). Nesse sentido, a sua aplicação no ensino e aprendizagem da Química requer ao utilizador conhecimentos não só de Química, mas também da Matemática.

A Química é muitas vezes vista como uma disciplina complexa, com conceitos e conteúdos de difícil compreensão e de pouca utilidade (Brito e Silva, 2022), daí que muitas dificuldades são impostas, sobretudo pela descontextualização e pela natureza abstrata dos seus conteúdos (Delamuta *et al*, 2020; Ferreira *et al*, 2020). Assim, de forma particular na disciplina de Química, os *softwares* educativos ajudam o aluno a adquirir conhecimentos e a refletir sobre o conhecimento adquirido, potencializam uma adequada representação e compreensão de conceitos abstratos dos níveis simbólicos, sub-microscópicos e macroscópicos, uma vez que

representam e reproduzem uma realidade que pouco seria compreendida na ausência dos *softwares* ou outros recursos (Piva *et al*, 2021; Mesquita *et al*, 2021).

Contudo, apenas a integração da tecnologia no ensino sem a devida planificação não constitui garantia de uma inovação e melhoria da aprendizagem, ou seja, a tecnologia constitui um recurso que deixa de ter significado se não estiver contextualizada com os objetivos e conteúdos em estudo (Leite, 2019; Piva *et al*, 2021). Outrossim, Timbane *et al* (2015, p. 769) defende que “mudanças qualitativas no aprendizado dos alunos não estão apenas na incorporação das tecnologias emergentes, se elas servirem para repetir os métodos tradicionais”. É, por isso, necessária uma planificação docente adequada orientada aos objetivos de ensino estabelecidos (Mesquita *et al*, 2021). Assim, o professor deve possuir determinadas competências que lhe permitam encontrar estratégias adequadas para integração plena das tecnologias educativas no ensino, os momentos e conteúdos em que podem ser usados, tendo em conta os objetivos a serem alcançados (Brito e Silva, 2022). Existe, na perspectiva de Ferreira *et al* (2020), a necessidade de “refinamento nas competências (conceitos e procedimentos) dos professores para a utilização de recursos tecnológicos em sala de aula” (p.06).

2. Metodologia

O estudo realizado é de natureza qualitativa e quantitativa. A turma em estudo é constituída por estudantes do 2º ano do Curso de Licenciatura em Ensino de Química, composta por 26 estudantes, sendo 17 estudantes (65.4%) do género feminino e 9 estudantes (34.6%) do género masculino; com uma média de idades de 21 anos. Para a recolha de dados foi aplicada a técnica de inquirição por questionário, com aplicação de dois questionários: inicial (QI) e final (QF) aos estudantes da turma em estudo, compostos por questões abertas e fechadas. O QI era composto por 22 questões, foi aplicado antes da implementação das experiências em sala de aula e tinha como finalidade verificar a relação dos estudantes com o computador, o seu acesso, os recursos mais utilizados por estes e suas as opiniões sobre as suas potencialidades no ensino e aprendizagem. O QF foi aplicado depois da implementação das experiências em sala de aulas; era composto por 21 questões e

tinha como objetivo averiguar se a utilização do GeoGebra influencia ou não no comportamento dos estudantes e se contribui para o desenvolvimento de uma visão mais global das tecnologias informáticas. Os questionários foram disponibilizados aos estudantes *online* com recurso ao *Google Forms*. Para análise dos dados dos questionários foi usada a técnica de análise de conteúdo para questões abertas e a estatística descritiva para questões fechadas.

Para a implementação de experiências em sala de aula foram realizadas cinco sessões com estudantes da turma em estudo, com duração de duas horas cada. A primeira sessão iniciou com uma comunicação intitulada “*GeoGebra no contexto da educação STEAM*”, feita pela formadora com intuito de dotar os estudantes de conhecimentos sobre a educação STEAM e o *software* GeoGebra. Ainda nesta sessão, os estudantes procederam à instalação do *software* nos *laptops* e telemóveis, criação de contas no *website* oficial do GeoGebra. No final a formadora fez a ilustração de algumas atividades de Química do GeoGebra *Materials* no intuito de motivar os estudantes, criar neles interesse para as aprendizagens seguintes e ainda para que os estudantes pudessem se inteirar sobre o funcionamento do *software*.

A segunda sessão consistiu na resolução da ficha de trabalho “Do Triângulo ao Círculo” e o objetivo era que os estudantes ganhassem destreza tecnológica nas ferramentas do GeoGebra. Ainda nesta sessão foram atribuídas tarefas aos estudantes a serem realizadas de forma autónoma no GeoGebra *Classroom* referentes ao conteúdo “balanceamento de equações químicas”, que seriam apresentadas e discutidas na sessão seguinte. Na terceira sessão, além da apresentação das tarefas referentes ao conteúdo “balanceamento de equações químicas” foram realizadas tarefas referentes ao conteúdo “Hidretos metálicos” também no GeoGebra *Classroom*. O objetivo desta sessão era apresentar e discutir os resultados da tarefa “balanceamento de equações químicas” e realizar a tarefa “Formulamos Hidretos Metálicos”.

Na quarta sessão debruçou-se sobre funções matemáticas com objetivo de explorar o comportamento das funções cúbicas, quadráticas, lineares, exponenciais e logarítmicas, usando a folha gráfica e a folha de cálculo para posterior aplicação

das funções na modelação de situações que envolvem a Química e outras áreas. No final da sessão os estudantes levaram para casa a tarefa de pesquisar de forma autónoma, problemas da vida real relacionados a Química, resolvê-los usando o método corrente (sem usar a tecnologia) e posteriormente usando o GeoGebra.

A quinta sessão, além do aprimoramento da construção e interpretação de gráficos das funções exponenciais e logarítmicas, foi dedicada à exploração do GeoGebra para a modelação de problemas que envolvem a Química e outras áreas. Os estudantes deveriam resolver problemas usando o método corrente e de seguida usando o GeoGebra, e no final comparar as duas estratégias e refletir à volta da atividade. Em todas as sessões de experiência em sala de aulas foram recolhidos dados referentes às produções de estudantes no GeoGebra e suas plataformas, registros fotográficos, gravações de áudio e vídeo. Para análise destes dados foi aplicada técnica de análise documental e a observação.

3. Apresentação, análise e discussão dos resultados

Relação dos estudantes com o computador

A investigação iniciou com a aplicação do QI aos estudantes da turma em estudo em que pretendia-se conhecer a relação dos estudantes com o computador, o acesso, o gosto pelo computador e os recursos mais usados. Na apresentação dos resultados desta investigação os estudantes são designados por códigos usando a letra *E* (estudante) seguida de um número, E1, E2, E3...E26. Verificou-se que apenas 7 (30.4%) dos estudantes já tiveram aulas de informática, enquanto que 16 (69.6%) nunca tiveram. Grande parte dos estudantes têm acesso ao computador em casa e na escola, os estudantes passam em média duas horas no computador e usam-no para fazer trabalhos, escrever textos e estudar para os testes. O *Word* e o *PowerPoint* são os aplicativos genéricos mais usados; o *Paint* e o *Excel* os menos usados sendo que 7 estudantes (36.8%) não conhecem o *paint*. Todos os estudantes revelam que gostariam de usar o computador, porém, nem todos sabem usá-lo; 11 estudantes (47.8%) reconhecem saber usar pouco o computador, 8 (34.8%) sabem usar muito e apenas 4 (17.4%) sabem bastante usar o computador.

O computador no processo de ensino e aprendizagem

Ao questionarmos aos estudantes se gostariam de usar o computador nas aulas, dos 23 estudantes que responderam à questão, 8 (34.8%) responderam que gostariam bastante, outros 8 (34.8%) responderam que gostariam muito, 5 (21,7%) responderam que gostariam pouco e apenas 2 (8.7%) responderam que não gostariam de usar computador nas suas aulas. Ao apresentarem as suas justificações acerca da razão pela qual gostariam de usar com computador nas aulas, os estudantes mencionam a utilidade deste na pesquisa e na aprendizagem.

E6 – *O computador é importante no processo de ensino e aprendizagem, pode me permitir ver vídeos relacionados às aulas e fazer os trabalhos.*

E 10 – *Acho que pode ajudar na compreensão da matéria.*

Softwares educativos usados nas aulas de Química

Em relação a utilização dos *softwares* educativos constatou-se que a maioria dos estudantes nunca usaram o *software* GeoGebra, Chemdraw, PHET, QuimCom e outros, como se nota no gráfico 1, abaixo.

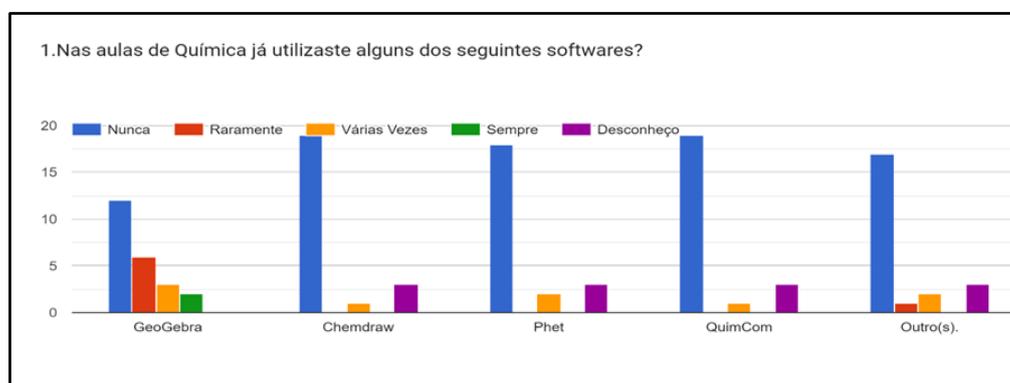


GRÁFICO 1: Uso de *softwares* educativos pelos estudantes nas aulas de Química.

FONTE: Google Forms, QI, seção IV, questão 1.

No entanto, a maioria dos estudantes, mesmo sem conhecerem os *softwares* tem uma opinião positiva em relação ao uso destes em Química, sendo que 12 (52.2%) consideram bastante importante, 8 (34.8%) consideram muito importante. Apenas 3 (13%) referem ser pouco importante e nenhum considera nada importante. Portanto, os estudantes, no geral, concordam que os *softwares* educativos contribuem para o

desenvolvimento do raciocínio em Química e para que as aulas sejam mais interessantes e motivadoras.

Implementação de experiências em sala de aula

Na sessão I, alguns estudantes tiveram dificuldades em entrar no GeoGebra Classroom por se terem esquecido da palavra-passe do email e tiveram que criar uma nova conta. Na sessão II notou-se que muitos estudantes já estavam à vontade a manusear as ferramentas do GeoGebra tanto nos *laptops* assim como nos telemóveis, porém, alguns estudantes mostraram dificuldades em manusear o GeoGebra. Na sessão III, na atividade referente ao balanceamento de equações químicas os estudantes tinham a tarefa de, dentre sete equações químicas apresentadas, identificar as equações balanceadas. Notamos que alguns estudantes apresentaram dificuldade nesta tarefa, porém, a maioria foi capaz de resolvê-la. Na figura abaixo, à esquerda, consta um exemplo de uma resolução em que um estudante (E19) não conseguiu identificar todas as equações balanceadas, tendo identificado apenas uma (equação em E) das três equações balanceadas. A direita, uma resolução de um estudante (E1) que foi capaz de identificar todas as equações balanceadas (equações em B, E e G).

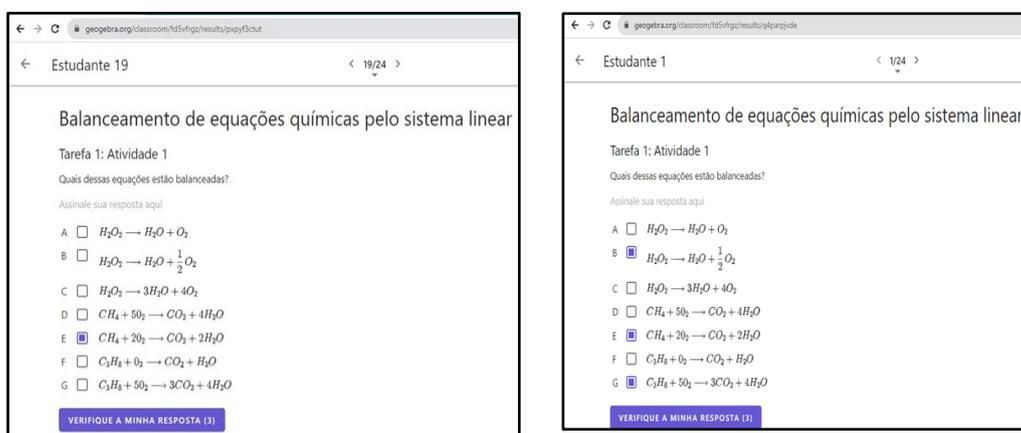


FIGURA 1: Identificação de equações balanceadas feita pelo E19 e E1 respetivamente.

FONTE: Google Classroom. <https://www.geogebra.org/classroom/fd5vfrgz>.

Na segunda atividade, referente ao mesmo conteúdo, os estudantes tinham a tarefa de balancear equações químicas. Nas resoluções apresentadas observou-se que houve, para alguns, dificuldades em balancear as equações químicas. Tomamos

como exemplo as resoluções abaixo colocadas. Nota-se que o E1 não conseguiu na tarefa 10 balancear a quantidade de átomos do elemento químico Ferro (Fe), estando com 1 átomo de Fe nos reagentes e 2 átomos de Fe nos produtos. O mesmo acontece com os átomos de Sódio (Na), Cloro (Cl), Oxigênio (O) e Carbono (C), na mesma equação. Isto dá a entender que para o estudante a equação já estava balanceada.

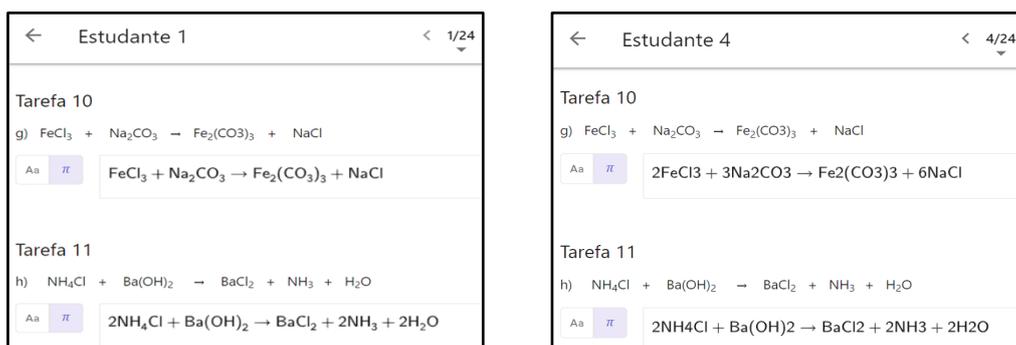


FIGURA 2: Balanceamento de equações químicas feitas pelos E1 e E4 respectivamente.

FONTE: *Google Classroom*. (www.geogebra.org/classroom/hp7khvxs).

Verifica-se também que tanto o E1, assim como o E4, foram capazes de encontrar os coeficientes certos para balancear a equação em 11, porém, o E4 não escreveu os índices das fórmulas das substâncias químicas na forma correta nas duas equações (10 e 11).

De realçar que na tarefa 15 a equação apresentada não estava correta no que se refere a produtos formados. No GeoGebra apresentava-se a equação da reação entre um sal, H_3PO_4 , e um metal, Ca, tendo como produto um sal, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ e água, H_2O . Ora, a reação entre um sal e um metal resulta na formação de um novo sal com liberação de Hidrogênio (H_2) e não água (H_2O) como constava na equação dada no GeoGebra. Porém, uma vez que a atividade foi retirada do GeoGebra não havia possibilidade de modificá-la na origem, mas sim durante o balanceamento.

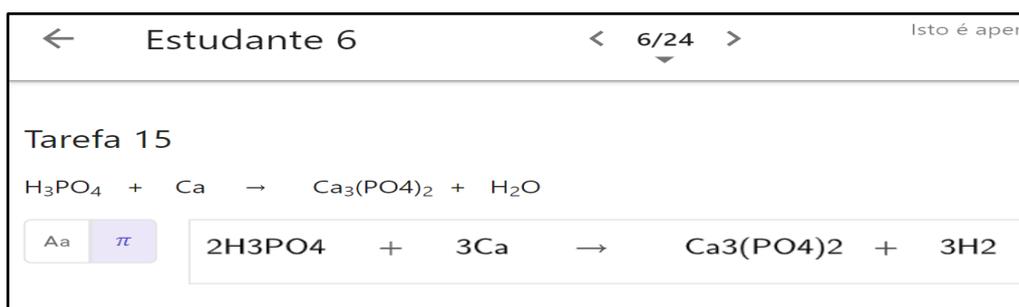


FIGURA 3: Alterações feitas a equação da reação na tarefa 15 e respetivo balanceamento.
FONTE: GeoGebra Classroom.

Somente colocando H_2 no lugar de H_2O , foi possível balancear a equação. Esta constatação foi útil para os estudantes, de modo a despertar atenção para a necessidade de análise profunda das tarefas retiradas diretamente das plataformas para atribuição destas aos alunos.

Na atividade seguinte referente ao conteúdo hidretos metálicos “*Formulamos Hidruros Metálicos*” os estudantes tinham a tarefa de montar fórmulas químicas de hidretos metálicos, considerando os elementos químicos na tabela periódica apresentada. Cada fórmula química montada valia 1 ponto. Para ser considerado apto o estudante tinha que acertar dentre 10 tentativas, pelo menos 7 e podia cometer até 3 erros. Na 3ª falha o estudante era bloqueado, tendo que recomeçar a tarefa. Alguns estudantes apresentaram dificuldade na interpretação da tarefa, alegando que não dominavam a língua espanhola, embora para certos nomes de elementos químicos na língua espanhola assemelhavam-se com os nomes na língua portuguesa (Ex: Cálcio, Cobalto, Estrôncio). As professoras em conjunto com os estudantes tentaram encontrar o significado dos elementos químicos escritos em espanhol na língua portuguesa. As figuras abaixo são exemplos do desempenho dos estudantes nesta tarefa, a esquerda o desempenho do E4 que montou as fórmulas químicas de todos os hidretos pedidos e a direita o desempenho do E6 que não encontrou as fórmulas químicas de todos os hidretos pedidos.

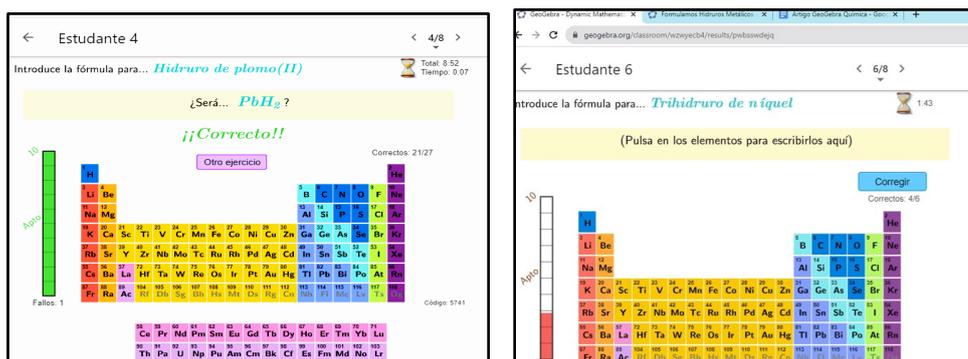


FIGURA 4: Montagem de fórmulas de hidretos metálicos feitas pelo E4 e E6.
FONTE: GeoGebra. <https://www.geogebra.org/classroom/wzwyecb4>.

Na sessão IV e na primeira parte da sessão V o trabalho consistiu na exploração no GeoGebra do comportamento das funções cúbicas, quadráticas, lineares, exponenciais e logarítmicas, usando a folha gráfica e a folha de cálculo. Os estudantes deveriam construir gráficos correspondentes às seguintes expressões:

- Sessão IV: $f(x) = ax^k$; $g(x) = ax^3$; $h(x) = a^x$; $i(x) = \log_a x$.
- Sessão V: $f(x) = a^x$; $g(x) = a^{(x+b)}$; $h(x) = a^x + c$; $i(x) = e^x$;
 $f_1(x) = \log_a x$; $g_1(x) = \log_a(x + b)$; $h_1(x) = \log_a(x) + c$;
 $i_1(x) = \ln(x)$.

Nesta atividade era necessário recorrer aos conhecimentos matemáticos para a construção e interpretação dos gráficos. A interpretação matemática do comportamento dos gráficos viria a ser útil para a compreensão e interpretação de problemas na sessão seguinte. Uma parte dos estudantes foi capaz de construir e interpretar os gráficos aplicando conhecimentos matemáticos adquiridos nas aulas e com a ajuda das professoras. Abaixo algumas resoluções feitas pelos estudantes.

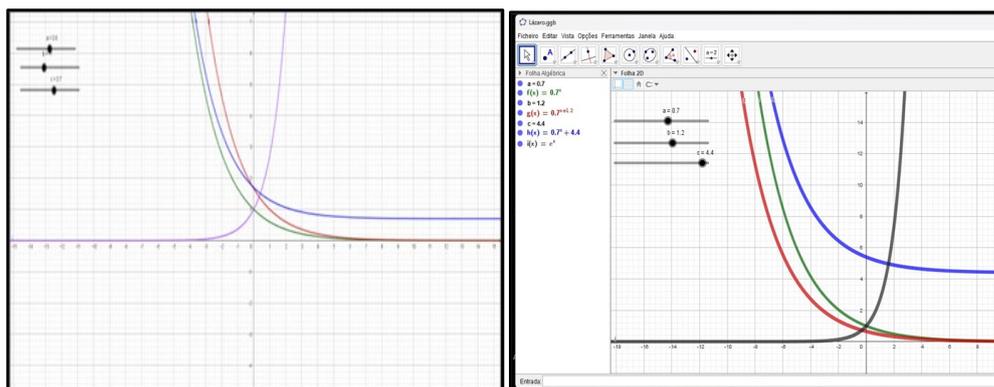


FIGURA 5: Construção dos gráficos da função exponencial. Grupo I: E14, E21, E26.
FONTE: Software GeoGebra.

Na segunda parte da sessão V os estudantes tinham a tarefa de resolver dois problemas de natureza interdisciplinar. Ambos deviam ser resolvidos aplicando

primeiro o método corrente, sem o uso de tecnologias, e de seguida recorrendo ao GeoGebra, explorando a folha algébrica, a folha 2D, a folha de cálculo e construção do gráfico correspondente, para no fim comparar as duas estratégias. O primeiro problema tinha como conteúdo “água” um tema gerador com enquadramento no Programa de Ensino de Química do Ensino Secundário Geral na 8ª Classe, 4ª unidade temática. Depois de apresentado o contexto informava-se que contágio por certa bactéria ocorria durante os primeiros 12 dias da doença e num dia, cada pessoa contaminada transmite a doença a três, ficando assim, decorrido um dia, quatro pessoas afetadas pela doença e que o 1º caso foi detetado a 1 de julho. Procurava-se saber quantas pessoas estariam doentes no dia 5 de julho, quatro dias depois da doença ter sido detetada e após 12 dias (Neves e Silva, 2020). Para a resolução do problema era necessário mobilizar conhecimentos em Química (substâncias químicas), Biologia (doenças provocadas pela água contaminada, microrganismos) e Matemática (progressão geométrica).

Nesta tarefa notou-se que alguns grupos foram capazes de resolver o problema aplicando o método corrente, usando apenas a máquina calculadora científica, para efetuar os cálculos matemáticos, mas não resolveram usando o GeoGebra, como é o caso do Grupo VI (E16, E17). Outros foram capazes de resolvê-lo usando as duas estratégias, isto é, usando o método corrente, apenas com ajuda da calculadora, assim como usando o GeoGebra, que é o caso do Grupo IV (E12, E22, E23 e E24), como é ilustrado nas figuras abaixo.

- O 1º caso foi detetado em 1 de Julho do ano passado.

a) Quantas pessoas estão doentes no dia 5 de Julho, ou seja, quatro dias da doença ser detetada?

b) Complete a tabela

Numero de dias decorridos após 1 de Julho	Numero de novos doentes	Total de doentes afectados
1	3	4
2	12	16
3	48	64
4	... 192	... 256
5	... 768	... 1024
6	... 3072	... 4096

c) Indique uma expressão que traduza o número N de doentes em função do número t de dias decorridos após o dia 01 de julho. R: $f(t) = 3^t$

d) Se nenhuma medida de combate a doença for tomada, quantas pessoas estarão afectadas ao fim de 12 dias?
R: Se nenhuma medida de combate não for tomada ao fim de 12 dias 16 777 216 pessoas estarão afectadas.

FIGURA 6: Número de doentes no dia 5 de julho e no fim de 12 dias. Grupo VI.

FONTE: Ficha de trabalho.

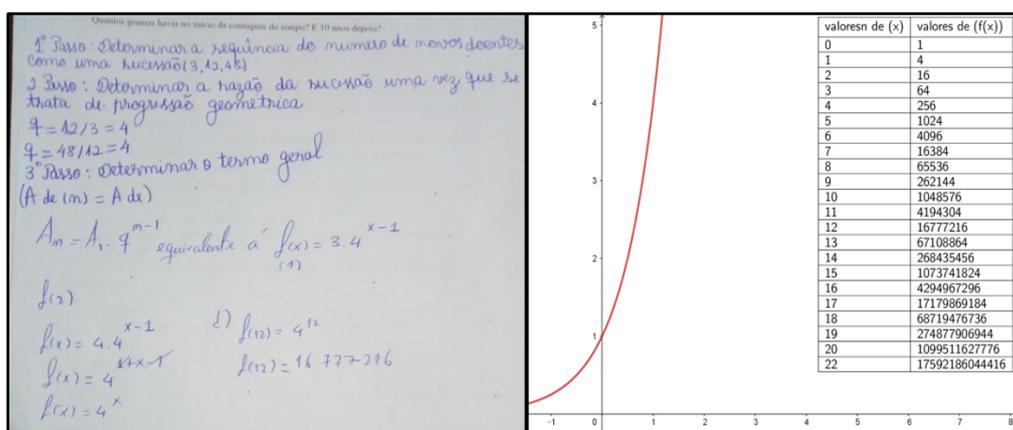


FIGURA 7: Número de pessoas a serem afetadas ao fim de 12 dias. Resposta do Grupo IV com recurso ao método corrente (à esquerda) e usando o GeoGebra (a direita).

FONTE: Ficha de trabalho e software GeoGebra, respetivamente.

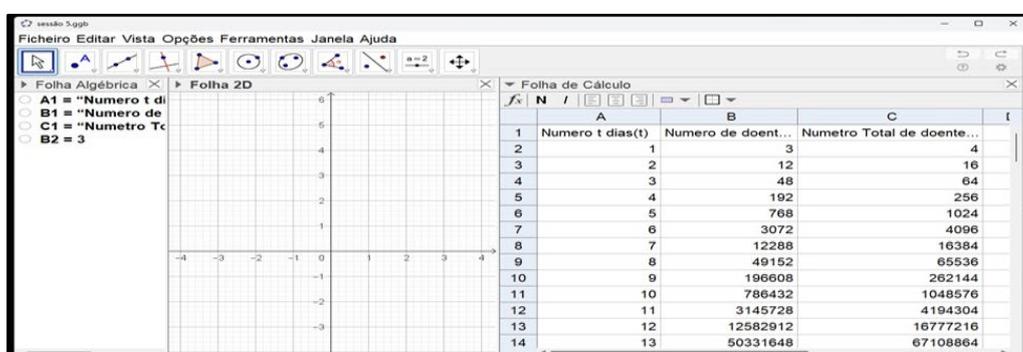


FIGURA 8: Número de pessoas a serem afetadas ao fim de 12 dias.

FONTE: Software GeoGebra

Nesta sessão os estudantes usaram máquinas calculadoras científicas para resolver os problemas pelo método corrente, porém, os modelos das calculadoras usadas permitiam apenas fazer cálculos de aritmética e não permitiam fazer gráficos nem tabelas. O GeoGebra facilitou a visualização de aspetos gráficos e numéricos conducentes à obtenção de conjecturas sobre o comportamento do fenómeno possibilitando, assim, uma melhor compreensão e solução para o problema.

O segundo problema era referente ao tema “Radioatividade”, inserido no Programa de Ensino de Química, na 11ª classe. Neste problema, o enunciado refere que a massa de uma substância radioativa de certa amostra calcula-se por $A(t) = 500xe^{-0,9t}$ com t em anos a $A(t)$ em gramas. Pretendia-se saber quantos gramas havia no início da contagem do tempo e 10 anos depois (Neves e Silva, 2020).

Abaixo, vê-se extratos das resoluções do problema feita pelo Grupo VI (E16, E17) sem recorrer ao GeoGebra e mais abaixo recorrendo ao GeoGebra.

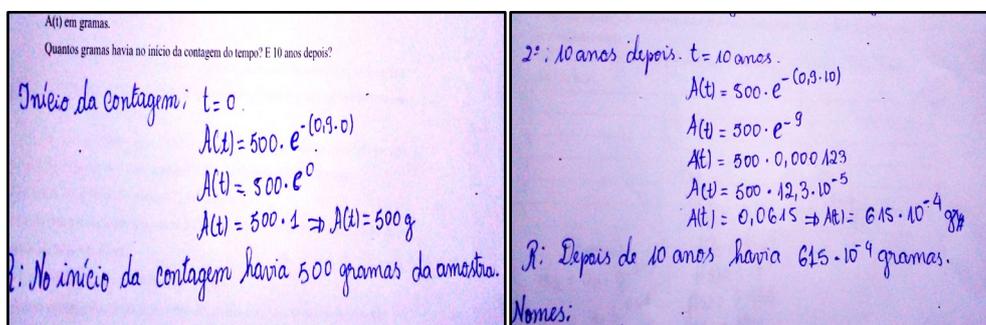


FIGURA 9: Cálculo da quantidade da amostra radioativa, a esquerda: no início da contagem e a direita: 10 anos depois (ambos casos usando o método corrente) Grupo VI.

FONTE: Ficha de trabalho.

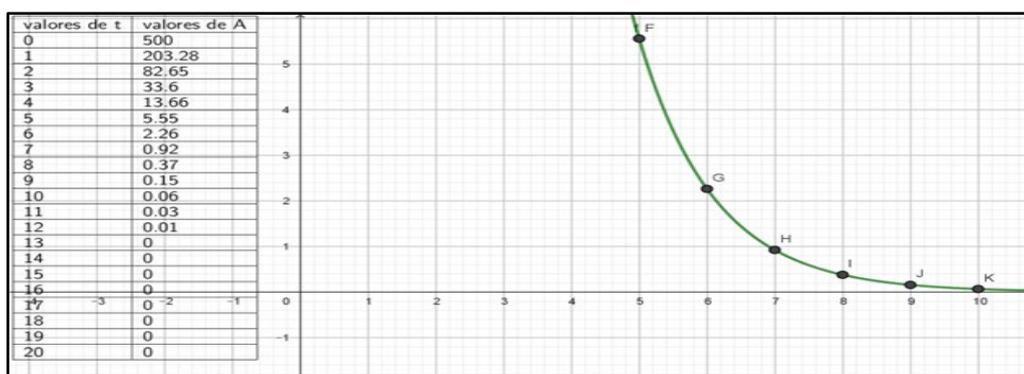


FIGURA 10: Cálculo, usando o GeoGebra, da quantidade da amostra radioativa no início da contagem e 10 anos depois Resolução apresentada pelo Grupo VI (E16, E17).

FONTE: *Software* GeoGebra.

Nota-se que usando as duas estratégias os estudantes alcançaram a mesma solução para o problema proposto, facto que pode contribuir para uma maior convicção destes sobre a aplicabilidade do GeoGebra na resolução de problemas que envolvem a Química e outras áreas.

As situações problema abordadas nesta sessão permitem refletir acerca da importância da interdisciplinaridade e da contextualização nas práticas pedagógicas dos docentes uma vez que foi necessário aplicar o conhecimento matemático para a solução de problemas ligados a Química e também a Biologia. Não obstante, é de notar que, a organização e estrutura curricular ligados a paradigmas e currículos disciplinares, e planos de estudos são, muitas vezes, bastante formatados e fechados,

o que não favorece o trabalho interdisciplinar (Lopes e Almeida, 2019; Moura *et al.*, 2021). É fundamental que a contextualização esteja presente nas práticas docentes em cursos de formação de professores, como é o caso do curso em estudo, para que futuros professores possam desenvolver competências para a sua implementação na escola. Pois, “não se pode exigir que os estudantes formados em cursos de graduação desenvolvam no exercício da sua profissão docente um ensino interdisciplinar, se sua formação inicial lhes apresenta um saber fragmentado e descontextualizado” (Oliveira e Moreira, 2017, p.09).

O GeoGebra e o desenvolvimento de competências químicas, transversais e tecnológicas

Pelos resultados do questionário final notou-se que 14 estudantes (53,8%) responderam que aprendem melhor fazendo exercícios no caderno, 10 (38,5%) aprendem melhor resolvendo exercícios com ajuda do computador, 8 (30,8%) aprende resolvendo no quadro e apenas 2 (7,7%) estudando no livro. Nenhum respondeu que aprende Química repetindo no caderno os exercícios do livro.

Quando questionamos sobre como tinha sido a experiência de aprender a Química usando o computador constatou-se que foi uma experiência normal para 20 estudantes (76,9%), muito fácil para 2 (7,7%), fácil para outros 2 (7,7%), difícil apenas para 1 estudante (3,8%), e, muito difícil também para 1 estudante (3,8%). Relativamente aos conteúdos abordados nas experiências, apenas 2 estudantes (7,7%) consideram que a utilização do computador não alterou o que já sabiam, 16 (61,5%) são da opinião que a utilização do computador permitiu aprender mais; 8 (30,8%) são da opinião que permitiu aprender melhor. As razões apresentadas foram o facto de este criar maior interesse nos estudantes e permitir o aprimoramento dos conhecimentos.

E18 – Porque com muito entusiasmo pude aprender a resolver exercícios no computador, o que não antes tinha feito.

E22 – Aprender usando esse tipo de ferramenta estimula o interesse pelo que se quer aprender fugindo das tendências tradicionais, e uma experiência como essa garante uma memória duradoura sobre que se esteve aprendendo.

Quando questionamos aos estudantes sobre o seu gosto pelos conteúdos abordados nas experiências 23 estudantes (88.5%) gostaram mais do conteúdo “balanceamento de equações químicas”, 5 (19.2%) gostaram mais do conteúdo “Hidretos metálicos”, apenas 1 (3.8%) revelou preferência pelo conteúdo Agua (Tema gerador). Sobre a forma como preferem trabalhar, apenas 1 estudante (3.8%) prefere trabalhar sozinho; 10 (38.5%) preferem trabalhar com um colega; a maioria, 15 (57.7%) prefere trabalhar em grupo justificando que deste modo é possível maior troca de experiência, ajuda mútua e partilha de conhecimentos.

E26 – Há mais troca de experiências quando trabalhamos com colegas.

E2 – Porque podíamos nos ajudar um ao outro onde alguém tivesse alguma dificuldade e tínhamos oportunidade de participar os dois igualmente do trabalho.

E7– Cada um dos colegas tem um conhecimento diferente, então juntos conseguimos fazer os exercícios facilmente.

Ao procurar saber dos estudantes se foi fácil trabalhar com o GeoGebra, apenas 10 estudantes (38.5%) responderam que sim. Para a maioria dos estudantes, no caso, 16 (61.5%) não foi fácil trabalhar com o GeoGebra. Os estudantes apontam como principais razões o facto de estarem pouco familiarizados com o aplicativo, dificuldades no uso do computador, e o facto de este constituir uma novidade para eles, como se pode observar nos excertos abaixo.

E7– Porque eu não tenho muita habilidade com informática, não foi fácil! Acredito que foi mais fácil para quem teve aulas de informática.

E3 – Por não ter muitos conhecimentos de informática, foi um pouco difícil me familiarizar com o software GeoGebra.

E25 – Por ser uma ferramenta nova primeiro tive que me adaptar e ela exigiu um grande domínio de informática.

De facto, era previsível a dificuldade dos estudantes em lidar com o GeoGebra, ou seja, não se podia esperar que lidar com o GeoGebra fosse fácil para os estudantes uma vez que este requer habilidades no uso do computador, algo que muitos estudantes não possuíam, de acordo com os dados do QI. A literacia digital que é “a capacidade que um indivíduo tem para desempenhar, de forma efetiva, tarefas em ambientes digitais” (Simbine, 2017, p.90), desempenha um papel crucial no uso das

tecnologias informáticas. Sem esta a capacidade do estudante, e também do professor, de realizar qualquer tarefa usando as tecnologias fica limitada.

Quando procuramos saber dos estudantes se a utilização do GeoGebra facilitou a aprendizagem dos conteúdos de Química abordados notou-se que para 12 estudantes (46.2%) a utilização do GeoGebra facilitou bastante a aprendizagem de Química, para 7 (26.9%) facilitou muito e para outros 7 (26.9%) facilitou pouco, conforme ilustrado no gráfico 2.

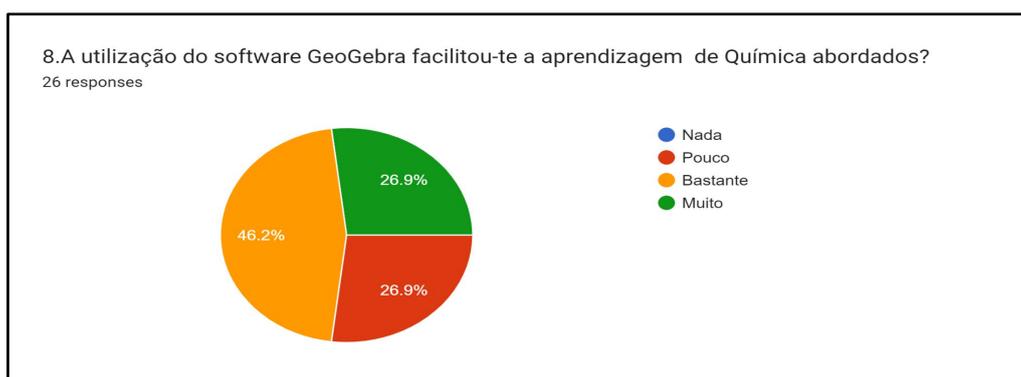


GRÁFICO 2: Influência da utilização do GeoGebra na aprendizagem dos estudantes.

FONTE: *Google Forms*, QF, seção II, questão 8.

Para os estudantes que na sua opinião a utilização do GeoGebra contribuiu para a aprendizagem de Química a justificação para tal está relacionada ao despertar do interesse nos alunos.

E18 – *Pude reter novas aprendizagens sobre funções matemáticas que ligam-se com a Química.*

E3 – *O software GeoGebra facilitou a aprendizagem dos conteúdos abordados porque este fez o que os livros não fazem que é deixar às pessoas interessadas em praticar a química.*

Para Ortiz (2018) as transformações químicas são compreendidas no nível macroscópico (observação do fenómeno), mas há uma dificuldade em transferir os aspetos observáveis no nível macroscópico para o nível microscópico, daí a relevância do aplicativo GeoGebra na construção do conhecimento em nível microscópico. Mesmo que para a maior parte dos estudantes não tenha sido fácil trabalhar com o GeoGebra estes consideram que a utilização do GeoGebra facilitou

a aprendizagem dos conteúdos de Química abordados. No entanto, os estudantes que opinaram que a utilização do GeoGebra facilitou pouco a aprendizagem dos conteúdos de Química justificam pelo facto de este estar ligado a Matemática.

E4 – Porque estava mais relacionado com a Matemática.

A postura revelada por alguns estudantes, de insegurança, desconfiança, desconforto em lidar com conteúdos de outras disciplinas como a Matemática, pode constituir um entrave no processo de ensino e aprendizagem. Para Pimentel (2015), o domínio de métodos matemáticos é imprescindível ao estudo correto dos fenômenos químicos, físicos e biológicos e na resposta a problemas reais. De facto, é vasto o leque de conteúdos da disciplina de Química em que para a sua compreensão é necessário fazer o uso de conhecimentos matemáticos. Por exemplo no tratamento da estrutura da matéria e reações químicas, cinética química, leis e teorias fundamentais, na explicação de fenômenos naturais, termoquímica, equilíbrio químico em solução aquosa, etc. Daí que, é necessário que nos cursos de formação de professores sejam implementadas práticas de ensino diferentes das tradicionais para que os professores estejam familiarizados e com competências para lidar com a abordagem interdisciplinar dos conteúdos patentes em programas de ensino.

Ao procurarmos saber se as estratégias usadas pelas professoras durante as experiências contribuíram, ou não, para uma melhor compreensão dos conteúdos de Química, 12 estudantes (46.2%) são da opinião que as estratégias usadas pelas professoras contribuiu bastante para a melhor compreensão dos conteúdos de Química abordados, 11 (42.3%) são da opinião que as estratégias usadas contribuiu muito para uma melhor compreensão dos conteúdos de Química, 3 (11.5%) considera que as estratégias usadas pelas professoras contribuiu pouco para a aprendizagem dos conteúdos de Química.

E17 – Contribuiu sim, pois estavam a acompanhar os alunos em cada actividade.

E8 – Foi bom porque houve interação de todos, e as professoras ajudaram nas dificuldades que tivemos.

E22 – As estratégias utilizadas pelas professoras desempenharam um papel crucial para mim. O trabalho em grupos ou a discussão e o diálogo permitiram que

houvesse compartilhamento de ideias ou perspectivas diferentes o que para mim promoveu uma compreensão mais profunda dos conteúdos que foram abordados.

Questionamos aos estudantes se haviam tido dificuldades em compreender alguma tarefa e notou-se que 11 estudantes (42,3%) responderam que não tinham tido dificuldades enquanto que 15 (57,7%) responderam que sim. Estes apontaram como principais dificuldades aspectos relacionados a conhecimentos matemáticos como nota-se nos estratos abaixo.

E13 – *De fazer cálculos através da Geogebra.*

E16 – *Preencher as tabelas.*

E5 – *Construção de gráficos. A tarefa das funções.*

O GeoGebra é um *software* dinâmico matemático (Do Carmo, 2017) daí que, os seus usuários precisam dominar alguns conteúdos matemáticos para que possam alcançar melhores resultados com a sua aplicação, como é o caso dos estudantes do curso em estudo. Santana (2016, p.12) refere que “não há aprendizado em Química sem a Matemática”, o autor refere ainda que “estudantes de Química apresentam deficiências no seu aprendizado devido a lacunas no ensino e aprendizado da Matemática, principalmente no cálculo, o que leva a um atraso no conteúdo” (ibid. p. 92). Conhecimentos matemáticos são necessários para modelagem e solução de problemas o que de certa maneira impõe o domínio de conteúdos desta área.

Apreciação global da experiência

Em relação à descrição global da experiência, apenas 1 estudante (3,8%) respondeu que não gostou de ter explorado os conteúdos de Química com o GeoGebra e 25 (96,2%) responderam ter gostado de aprender conteúdos de Química usando o GeoGebra pelo facto de este criar maior interesse na aprendizagem e facilitar a aquisição de conhecimento, como se vê os extratos.

E20 – *Porque vou ser professora de Química e me interessa por coisas que me ajudam a adquirir mais conhecimentos relacionados com a Química.*

E25 – *Porque essa é a área de maior interesse para mim. O objetivo é aprender tudo mais com maior enfoque na Química.*

E2 – *Porque permitiu praticar a química de forma criativa.*

Procuramos saber se com a realização da experiência os estudantes ganharam, ou não, mais confiança na exploração das potencialidades do GeoGebra, sendo que 21 estudantes (80.8%) responderam que sim e 5 (19.2%) responderam não. Ao procuramos saber a opinião destes sobre a importância da utilização deste *software* no ensino e aprendizagem da Química, 14 estudantes (53.8%) responderam que acham muito importante, 6 (23.1%) responderam que acham pouco importante, 5 (19.2%) bastante importante e apenas 1 acha nada importante (gráfico 3).



GRÁFICO 3: Opinião dos estudantes sobre a importância da utilização do GeoGebra no ensino e aprendizagem da Química.

FONTE: *Google Forms*, QF, seção IV, questão 3.

Os estudantes justificam a importância do uso do GeoGebra pelo facto de este facilitar a aprendizagem e devido à importância do uso das TIC's neste processo.

E4 – *Sim, estamos na era digital onde a maioria usa Internet para estudar, devemos explorar mais as tecnologias.*

E12 – *Porque assim os alunos podem ver o quanto as tics são importantes no processo de construção de conhecimento.*

E17 – *É importante sim, pois uma das características da educação contemporânea é o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação.*

Em relação à opinião dos estudantes sobre o uso de *softwares* educativos no ensino de Química, 15 estudantes (57.7%) consideram muito importante o uso de *softwares* educativos no ensino de Química, 8 (30.8%) considera bastante importante e apenas 3 estudantes (11.5%) consideram pouco importante.

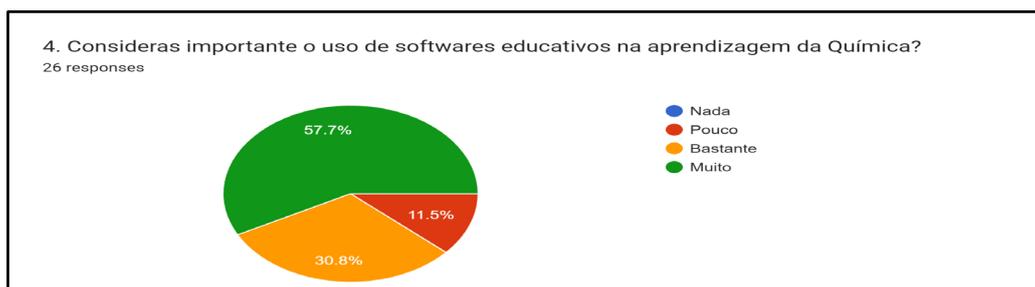


GRÁFICO 4: Opinião dos estudantes acerca da importância dos *softwares* educativos na aprendizagem da Química.

FONTE: *Google Forms*, QF, seção IV, questão 4.

Quando questionamos aos estudantes sobre como preferiam ter as aulas de Química estes são, na sua maioria, da opinião da conjugação das metodologias tradicionais com as tecnologias sempre que possível. Os estudantes têm noção da dificuldade no uso das tecnologias no ensino da Química tanto no acesso a estas assim como no seu domínio. Alguns estudantes apesar de reconhecerem a importância dos *softwares* educativos no ensino e aprendizagem da Química mostram certa resistência na sua aceitação.

E17 – Prefiro ter aulas de Química ainda no quadro, para ter bases teóricas e puder praticar usando o computador.

E2 – Nem sempre teremos meios para ter aula usando softwares, daí que é melhor ter os dois modos para usarmos os softwares quando tivermos condições.

E20 – As técnicas como GeoGebra servem para auxiliar essas formas de ensino da química, não devemos esquecer dos livros, do quadro e giz e nem da parte experimental.

E18 – De três formas: aulas práticas no laboratório e com o GeoGebra também as aulas teóricas discutindo as questões.

As tecnologias informáticas não devem substituir ou se sobrepor às metodologias já existentes, mas sim devem auxiliar e possibilitar inovações nas práticas educativas (Brito e Silva, 2022). De modo geral os estudantes concordam que o *software* GeoGebra poderá contribuir para o desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas, desenvolvimento da comunicação e do raciocínio em Química, permitir o relacionamento dos conteúdos químicos com o dia-a-dia, contribuir para que as aulas sejam mais interessantes e motivadoras e para uma visão

mais positiva da Química. O uso do GeoGebra nas experiências em sala de aula foi importante para a aprendizagem, pois, tornou as aulas mais dinâmicas, possibilitando deste modo a construção de um conhecimento estruturado em relação aos temas propostos, para que os alunos aprendessem de uma forma mais significativa, contribuiu para se perceber melhor a importância da Química e para uma aprendizagem mais autônoma e responsável.

Nesta experiência, o uso do GeoGebra no ensino de conteúdos da Química permitiu uma aprendizagem mais ativa dos conteúdos, e construção mais eficaz dos conceitos químicos, permitiu também potencializar o desenvolvimento do raciocínio em Química, tornar a aprendizagem mais desafiante permitindo ao estudante um maior controle sobre ela, estimular a imaginação e o desenvolvimento de novas ideias, diminuir o distanciamento entre os estudantes, facilitar a comunicação entre o professor e os estudantes e diminuiu a distração destes últimos na aula.

Conclusões

A investigação realizada com estudantes em processo de formação inicial permitiu concluir que o uso do *software* educativo GeoGebra no contexto do ensino e aprendizagem de Química requer um novo posicionamento e uma nova postura do professor assim como dos estudantes. Para o uso efetivo deste *software* no contexto do ensino e aprendizagem da Química é necessário ter em conta diversos fatores como a relação do estudante com o computador, isto é a literacia digital dos estudantes, os conhecimentos prévios do estudante na disciplina de Matemática e outras.

Os estudantes, ao manipularem o *software* GeoGebra, pensarão de forma crítica e criativa para construir e interpretar gráficos que ajudarão a entender melhor os conceitos e definições sobre conteúdos ligados à Química. Os gráficos obtidos na resolução dos problemas ajudam a chegar às soluções para os problemas, estimulando a criatividade e a investigação de novas possibilidades de resolução e não apenas reproduzindo processos conhecidos.

O uso do GeoGebra promove uma maior interação entre os estudantes e entre estes e o professor; promove a autonomia dos estudantes, a criatividade, o

desenvolvimento da comunicação e entrega destes nas aulas, favorece o entusiasmo e interesse pela aprendizagem inovadora e uma mudança de atitude e postura. Tais situações contribuem para a melhoria da aprendizagem dos conteúdos de Química e o desenvolvimento de um parecer seguro dos estudantes perante o uso de tecnologias educativas no contexto da disciplina de Química.

Esta investigação abre novos horizontes e novas perspectivas, pois, não obstante o GeoGebra ser um aplicativo matemático, foi possível mostrar não apenas o uso das plataformas do GeoGebra, como o GeoGebra *classroom*, ou o GeoGebra *Materials* para o ensino da Química, mas também o uso do *software* para a resolução de problemas que envolvem a Química e outras áreas.

Para as professoras que levaram a cabo esta investigação permite-lhes refletir sobre a necessidade da integração de tecnologias educativas, no caso em estudo o GeoGebra no ensino da Química, a superação de obstáculos neste processo, a consciencialização da necessidade de acompanhamento das transformações do mundo atual no que se refere ao uso de tecnologias educativas como ferramentas de apoio à aprendizagem dos estudantes nas diversas situações e contextos.

Referências

BRITO, G.A.; SILVA, M. Tecnologias de Informação e Comunicação no ensino da Química: uma análise. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, 2022. ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i12.34690>.

CONTE, E.; MARTINI R. M. F. As tecnologias na Educação. Uma questão somente técnica? **Educação & Realidade**, v. 40, n. 4, p. 1191-1207, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2175-623646599>

DELAMUTA, B. H.; ASSAI, N. D.; SANCHEZ Jr, S. L. O ensino de Química e as TDIC: uma revisão sistemática de literatura e uma proposta de webquest para o ensino de Ligações Químicas. **Research. Society and Development**. v. 9, n. 9, 2020, ISSN 2525-3409, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.6839>.

DO CARMO, R. **O GeoGebra no ensino de Física: propostas de aplicação para o Ensino do Movimento Harmônico simples**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2017.

DOS SANTOS, J. M.; SILVEIRA, A. LAVICZA, Z. Abordagem STEAM e GeoGebra - Aprendizagem e ensino das ciências na formação de professores de Cabo Verde. **Sensos-e**, v. 9, n. 2, 2022, DOI 10.34630.

FERREIRA, M. P.; SUZUKI, R. M.; BONAFE, E. G.; MATSUSHITA, M.; ROBERTO, S. B. Ferramentas Tecnológicas Disponíveis Gratuitamente para Uso no Ensino de Química: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Virtual Química**, v.1, n.13, 2019.

FERREIRA, T. A.; MAGALHÃES, M. A.; OLIVEIRA, C. As concepções de professores de ensino médio sobre o uso didático-pedagógico de aplicativos educacionais digitais para o processo de ensino e aprendizagem de química e suas limitações. **Research, Society and Development**, v. 9, n.12, 2020, ISSN 2525-3409, DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11156>.

LIMA, J. M.; SIPLE, I. Z. GeoGebra grupos e objetos de aprendizagem: um recurso para exploração do raciocínio covariacional em tempos de aulas não presenciais. **Boletim online de Educação Matemática**. v. 9, n. 18, p. 253-273, 2021.

LOPES, D.E.; ALMEIDA, R. O. Percepções sobre limites e possibilidades para adoção da interdisciplinaridade na formação de professores de ciências. *Investigações em ensino de ciências*, v. 24, n.2, p. 137-162. 2019. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p137.

MEC/INDE; **Plano Curricular do Ensino Secundário Geral (PCESG). Documento Orientador. Objetivos, Política, Estrutura, Plano de estudos, Estratégias de Implementação**. Maputo, 2007.

MESQUITA, J. M.; MESQUITA, L. S. F. BARROSO, M. C. Softwares educativos aplicados no Ensino de Química: Recursos didáticos potencializadores no processo de aprendizagem. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, 2021, ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i11.15278>.

[MEPT] MOÇAMBIQUE. **Avaliação das competências dos professores uso das Tecnologias de Informação e Comunicação**. Movimento Educação para Todos, 2022.

MINEDH. Moçambique. **Plano Estratégico da Educação (PEE), 2020-2029**. MINEDH. Maputo. 2020.

MOURA J. H.; ROSA, M. I.; MASSENA, E. P. Práticas interdisciplinares na formação inicial de professores de ciências da natureza: contextos distintos, indagações similares. **Revista ENSAIO • Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, e22587. DOI| <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172021230107>.

NEVES, M. A.; SILVA, J. N. **Matemática 11ª classe**. Maputo, Plural editores Moçambique, 2020.

OLIVEIRA, L. M. S. R.; MOREIRA, M. B. Da Disciplinaridade para a Interdisciplinaridade: Um Caminho a ser Percorrido pela Academia. **REVASF**, v.7, n.12, p. 06-20, 2017.

ORTIZ, J. O.; PESSOA W. D.; DORNELES, A. M. Uso de recursos digitais 3D no ensino de química: as potencialidades do GeoGebra. **RELACult – Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 04, ed. Especial, 2018.

PESSURO, G. P. Política educacional em Moçambique diante das Tecnologias de Informação e Comunicação. **Revista IMPA**, v.3, n.1, 2022.

PIMENTEL, Z. S. **Sobre a importância da matemática aplicada: análise de conteúdos programáticos nos planos de ensino dos cursos de licenciatura em Ciências da natureza, Biologia e Química. Dissertação** (Mestrado em Ciências Química, da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2015.

PIVA, G. M.; DOS SANTOS C.M.; KOHORI, R. K; GIBIN, G.B.O. Uso do *smartphone* no desenvolvimento de modelos mentais dos alunos no ensino de Química: aplicativos de simulação virtual e realidade aumentada. **Rencima, Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 12, n.1, p.1-24, 2021, <https://doi.org/10.26843/rencima>.

SALIMO, G.; GOUVEIA, L. B. Contributos para o ensino superior em Moçambique: os desafios da era digital.

SANTANA, J. E. **Matemática aplicada à Química**. Dissertação. (Dissertação em Matemática em rede nacional). Universidade Federal do Ceará. 2016.

SILVA, K. A.; ALMEIDA, L.M. A percepção da Matemática em livros didáticos de Química. *Revista Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências*. V. 2. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172019210123>.

SILVEIRA A. P. R. **O GeoGebra na formação e aprendizagem de Transformações Geométricas Isométricas no plano euclidiano**. Tese (Doutorado em Multimédia em Educação) - Universidade de Aveiro. Aveiro, 2015.

SIMBINE, F.; ZAVALA, A.; AXT, M. Análise da integração da literacia digital no ensino secundário em Moçambique. **RELVA, Juara**, v. 4, n. 2, p. 89-102, 2017.

TIMBANE, S. A.; AXT, M., ALVES. O celular na escola: Vilão ou aliado! **Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE**. 2015.

UNESCO. Moçambique. **Revisão de Políticas educacionais-Moçambique**. UNESCO. Maputo. 2019.

VIEIRA, H.V. P.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; SIMÕES, A. L.; ROCHA A. S.; SOUSA, C. Perspectivas de uso de aplicativos de celular como ferramenta pedagógica para o ensino de Química. **REDEQUIM, Revista debates em ensino de Química**.

XAVIER, A. R.; FIALHO, L. M. F.; LIMA, V. F. (2019). Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas. **Foro de Educación**, v. 17, n. 27, p. 289-308, 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.14516/fde.617>.