

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA**

Leonardo Xavier Lopes Daniel

**Balança Mecânica Adaptada para Aulas Experimentais Inclusivas de
Química**

João Pessoa – PB

Março de 2017

Leonardo Xavier Lopes Daniel

Balança Adaptada para Aulas Experimentais Inclusivas de Química

Monografia submetida à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus I, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientador: Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos

João Pessoa – PB

Março de 2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Nilo Peçanha do IFPB, *campus* João Pessoa

D184b Daniel, Leonardo Xavier Lopes

Balança mecânica adaptada para aulas experimentais inclusivas de química / Leonardo Xavier Lopes Daniel. – 2017.
37 f. : il.

TCC (Graduação Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba / Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, 2017.

Orientação : Prof. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos.

1. Química. 2. Química experimental inclusiva. 3. Deficiente visual. 4. Ensino de química. 5. Inclusão - química. experimental. I. Título.

CDU 542

Balança Adaptada para Aulas Experimentais Inclusivas de Química**Leonardo Xavier Lopes Daniel****Monografia submetida à aprovação em: 30/03/2017****Parecer:**

Banca: _____**Prof. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos - Orientador**_____
Francisco Emanuel Ferreira de Almeida – Avaliador_____
Suely de Oliveira Carneiro – Avaliadora**João Pessoa – PB****Março de 2017**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao senhor por até aqui ter me ajudado a enfrentar todas as dificuldades encontradas no caminho.

Aos meus pais Antônio Daniel e Ruth Daniel, por sempre ter me incentivado a seguir mesmo quando o desânimo batia, pelo amor, carinho e dedicação sempre demonstrados.

Grato aos meus amigos e irmãos Adriano Medeiros e Lilian Mamedes devido ao auxílio, paciência e disponibilidade a me ajudar do início ao fim do curso.

A minha esposa Thuani Daniel que compartilhou comigo dessa experiência e por sempre ter me incentivado a prosseguir.

E ao professor Sérgio Ricardo por sua dedicação, paciência e empenho na construção e desenvolvimento deste projeto.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

Com a inclusão de alunos com necessidades especiais em salas de aula da rede regular de ensino, novas metodologias de ensino têm sido propostas para facilitação do processo de ensino-aprendizagem para esta nova classe de alunos. No que diz respeito a alunos com baixa ou nenhuma visão, a utilização de recursos como grafia braille, material em alto-relevo e uso de tecnologias assistivas como softwares e teclados de leitura de telas de computadores, calculadoras sonoras, linhas braille, entre outras, têm permitido a facilitação da inclusão destes alunos em salas de aula de ensino regular. Para o ensino de Química, estes recursos facilitam a assimilação do conteúdo teórico apresentado em sala, mas pouco ajudam no desenvolvimento de habilidades práticas. Assim, situações que para alunos normovisuais são simples como a medida de pesos de materiais e medidas de volumes de líquidos são impraticáveis por alunos não videntes por falta de instrumentação adequada. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver metodologias de medidas de massas de sólidos e volumes de líquidos utilizando-se uma balança adaptada para uso por alunos não videntes de modo a permitir que estes possam desenvolver aulas experimentais que necessitem medidas de pesos e de volumes de líquidos. As metodologias foram desenvolvidas por um aluno não vidente de um curso de licenciatura em Química de nível superior e podem ser aplicadas em salas de aula de nível médio. Com a mesma foi possível ao aluno não vidente medir massas de sólidos e de líquidos e preparar soluções dentro da precisão permitida pela balança ($\pm 0,25\text{g}$). Além do caráter cognitivo relativo aos conhecimentos adquiridos pelo aluno, outros aspectos como quebra de paradigmas quanto ao ensino de química experimental para alunos não videntes e melhoria da autoestima do aluno foram observados.

Palavras Chave: Deficiente Visual; Química Experimental Inclusiva; Ensino.

ABSTRACT

With inclusion of students with special education needs in classrooms of the regular public schools, new teaching methodologies have been proposed to facilitate the teaching-learning process for this new class of students. With regard to students with visual impairment, the use of resources such as braille spelling, embossed material and the use of assistive technologies such as computer software and keyboards for reading computer screens, sound calculators, braille lines, among others, have facilitated the inclusion of these students in regular teaching classrooms. For the teaching of Chemistry, these resources facilitate the assimilation of the theoretical content presented in classroom, but present little help in the development of practical skills. In this way, situations that are simple for normal students such as the measurement of material weights and of liquid volumes are impracticable by blind students due to the lack of adequate instrumentation. So, the objective of this work was to develop methodologies of mass measurements of solids and liquid volumes using a adapted balance for use by blind students in order to allow them to develop experimental classes that require these measurements. The methodologies were developed by a blind student of a higher-level chemistry course and can be applied in high school classrooms. Using the balance, the blind student measured solid and liquid masses and prepared solutions with precisions of $\pm 0,25\text{g}$. In addition to the cognitive aspects related to the knowledge acquired by the student, other situations such as breaking paradigms regarding the teaching of experimental chemistry for blind students and improvement of student self-esteem were observed.

Key Words: Visually impaired; Inclusive experimental chemistry; Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Título	Página
Figura 1. Representação da cela e da escrita braile.	15
Figura 2. Punção e Reglete.	15
Figura 3. Teclado Colmeia.	16
Figura 4. Impressoras braile.	16
Figura 5. Sorobã.	17
Figura 6. Linha Braille.	17
Figura 7. Calculadora Sonora.	18
Figura 8. Tabela Periódica em alto relevo para ensino de Química para alunos não videntes.	22
Figura 9. Kit didático para ensino de conteúdos sobre misturas. Fonte: Resende Filho (2009).	23
Figura 10. Construção de cromatograma em alto relevo. Fonte: Gonçalves (2013).	23
Figura 11. Modelo de massas de biscuit e palitos de plástico utilizado para ensino de geometria molecular. Fonte: Bertalli (2010).	24
Figura 12. Kit para análise de CO ₂ . Fonte: SILVA, 2010.	25
Figura 13. Acima, balança de escala tríplice adaptada para uso por deficientes visuais. Abaixo, detalhes da escala de acrílico com o indicador metálico de posição.	26
Figura 14. Ligações elétricas para a sinalização sonora de fim de pesagem.	28
Figura 15. Pesagem de um béquer de 500 mL por aluno DV.	29
Figura 16. Ponteira metálica para contagem de dentes na escala adaptada que foi descartada pelo aluno DV.	29
Figura 17. Medida da massa de água para posterior determinação do volume através da densidade.	31
Figura 18. Preparo de solução de hidróxido de sódio pelo aluno DV.	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

D.V. – Deficiente Visual.

EVA – Do inglês *Ethylene-Vinyl Acetate* ou acetato de vinil-etileno.

LDB – Lei das Diretrizes e Bases.

MEC – Ministério da Educação e Cultura.

T.A. – Tecnologia Assistiva.

SUMÁRIO

	Página
<i>Resumo</i>	6
<i>Abstract</i>	7
<i>Lista de Ilustrações</i>	8
<i>Lista de Siglas e Abreviaturas</i>	9
1. Introdução	11
2. Objetivos	13
2.1. Objetivos Específicos	13
3. Fundamentação Teórica	14
3.1. Tecnologia Assistiva	14
3.2. Ensino de Química para Alunos com Deficiência Visual	19
3.3. Grafia Braille e Ensino de Química	19
3.4. Materiais Alternativos para Ensino de Química	21
4. Procedimentos Metodológicos	25
4.1. Parte Experimental	25
5. Resultados e Discussão	29
6. Considerações Finais	35
7. Referências Bibliográficas	36
8. Apêndice – Um Pequeno Relato de Minha Experiência	38

1. INTRODUÇÃO

Deficiência visual é a perda ou redução da capacidade visual em ambos os olhos em caráter definitivo e que não possa ser melhorada ou corrigida com uso de tratamento cirúrgico, clínico e/ou lentes. O Decreto Federal nº 3298/99 (BRASIL, 1999) em seu artigo 4º, inciso III considera deficiente visual a pessoa que tem dificuldade ou impossibilidade de enxergar a uma distância de 6 metros o que uma pessoa sem deficiência enxergaria a 60 metros, após a melhor correção, ou que tenha o campo visual (área de percepção visual) limitada a 20%, ou com ambas as situações.

A Lei nº 9394/96 (BRASIL, 1996) em seu artigo 4º, incisos I e III afirma que deve ser garantido “atendimento educacional especializado gratuito aos educando com necessidades especiais, preferencialmente na rede regular de ensino”

Com a inserção desses alunos no ensino regular percebeu-se a necessidade de mudanças, adaptações e capacitação dos docentes e dos materiais didáticos. No que diz respeito à capacitação desses docentes o MEC criou o Programa de Educação Inclusiva que promove a formação continuada de gestores e educadores das redes estaduais e municipais de ensino para que sejam capazes de oferecer educação especial na perspectiva da educação inclusiva. Tendo como objetivo atender com qualidade e incluir nas classes comuns do ensino regular os alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação. (MEC - Programa Educação Inclusiva: Direito à Diversidade, 2003).

É comum nas escolas os conteúdos abordados favorecerem a visualização do conhecimento se utilizando de gráficos, símbolos, imagens, números e letras, negligenciando dessa forma, os discentes que necessitam de uma atenção no que diz respeito ao ensino-aprendizado inclusivo, principalmente quando se trata do ensino de Ciências. Não diferente, a disciplina de Química que é uma ciência teórica e experimental necessita muito do campo visual, pois contém gráficos, modelos, cálculos matemáticos, reações, práticas laboratoriais que a princípio, necessitam da visão. Para que não ocorram essas necessidades e limitações, deve-se prestar atenção aos

gestos, posturas e atitudes demonstrando uma disposição para rever as práticas pedagógicas e aceitar as diferenças como desafios positivos.

Segundo Gonçalves (1995),

“As maiores dificuldades no ensino da Química residem nos seguintes fatores: -Encontrar maneiras e meios de criar e estimular interesse na disciplina. -Conseguir eficiente comunicação de informação de outra forma, sem ser através da comunicação visual. Os livros de texto são a solução parcial mais comum. Contudo, nem todos os livros editados se encontram feitos em Braille. Os livros, próprios para estes alunos, parecem ser menos atrativos que os outros que têm fotografias estimulantes, cores, diagramas e, além disso, um livro para um estudante normovisual pode corresponder a vários volumes de Braille para um estudante cego.”

Referindo-se às práticas experimentais, Gonçalves (1995) faz as seguintes perguntas: Poderá um aluno com *handicap* visual ser capaz de descobrir e compreender princípios científicos como resultado de um trabalho experimental? Como poderão ver as mudanças de cor ocorridas nas reações? Poderão os alunos cegos fazer, com segurança, uso de aparelhos e técnicas potencialmente perigosos nos trabalhos experimentais? Haverá necessidade de adquirir aparelhos especiais para os alunos participarem ativamente nas experiências?

Devido a necessidade de sanar algumas das limitações de ensino e aprendizado nos experimentos de Química para portadores de deficiência visual, desde os de baixa visão à cegueira, o presente trabalho apresenta instrumentação desenvolvida e adaptada para ser utilizada tanto por alunos videntes quanto não videntes.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo adaptar uma balança mecânica e criar metodologias de medidas de massas para permitir a inclusão de alunos não videntes em aulas experimentais de química.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar uma balança mecânica adaptada para pesagem de sólidos e líquidos;
- Elaborar uma metodologia para pesagem de sólidos e líquidos por deficientes visuais;
- Elaborar uma metodologia de preparo de soluções que utilize apenas medidas de massa e a balança adaptada.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Tecnologia Assistiva

Entende-se por Tecnologia Assistiva (TA) todos os recursos e/ou serviços adaptados ou não para promover uma maior autonomia à pessoa portadora de alguma deficiência, com o objetivo de desenvolver as habilidades necessárias para realizar as atividades propostas. Hoje em dia existem inúmeros recursos que minimizam as limitações que podem ser físicas, sensoriais, intelectuais ou sociais.

De acordo com o Decreto nº 3.298/99 (BRASIL, 1999):

Consideram-se ajudas técnicas, para os efeitos deste Decreto, os elementos que permitem compensar uma ou mais limitações funcionais motoras, sensoriais ou mentais da pessoa portadora de deficiência, com o objetivo de permitir-lhe superar as barreiras da comunicação e da mobilidade e de possibilitar sua plena inclusão social.

Muitos recursos têm sido desenvolvidos utilizando-se TAs e, desta forma permitindo maior autonomia para os alunos não videntes. Alguns destes recursos serão apresentados a seguir.

- **Bengala**

É um recurso utilizado pelos deficientes visuais que os auxiliam em sua locomoção e na identificação de possíveis obstáculos, podendo ser inteiriças ou dobráveis.

- **Sistema Braille**

É um código utilizado, universalmente, na escrita e leitura da pessoa cega, criado em 1825 por Louis Braille, como será visto em mais detalhes na seção 3.3. Este sistema é composto por 63 símbolos em relevo, possibilitando a escrita letras, números e símbolos. Estes caracteres são resultantes da combinação de seis pontos dispostos em duas colunas em uma cela ou célula braille. A Figura 1 apresenta um exemplo do sistema Braille.



Figura 1. Representação da cela e da escrita braille.

• Punção e Reglete

A reglete é composta de duas placas de metal ou plástico, do tamanho de pequenas régua escolares, fixas uma na outra por meio de uma dobradiça na lateral esquerda e com um espaço entre elas para permitir a introdução de uma folha de papel. A placa superior possui diversos retângulos vazados, correspondentes às celas braille. Já a placa inferior tem celas braille com seis pontos côncavos (em baixo relevo). A punção e a reglete são dispositivos que permitem a escrita em Braille.

Ao introduzir a punção com uma ponta côncava dentro de cada retângulo vazado da placa superior da reglete, pressiona-se a folha de papel entre as duas placas contra os pontos côncavos dispostos na placa inferior para formar o símbolo braille correspondente às letras, números ou qualquer outro caractere que se deseja escrever. Na Figura 2 pode-se observar o uso da reglete e da punção.



Figura 2. Punção e Reglete.

Com a folha virada do lado contrário ao que foi inserida na reglete, os deficientes visuais conseguem identificar, por meio da leitura tátil, os pontos em relevo formados pela pressão exercida pela punção na folha de papel.

- **Teclado colmeia**

Teclado USB com colmeia, podendo ser de papelão, metal ou acrílico. Apresenta furos que coincidem com as teclas de um teclado tradicional como mostra a Figura 3. Esses furos tem a função de auxiliar o DV na digitação evitando que o mesmo não pressione as teclas vizinhas.



Figura 3. Teclado Colmeia

- **Impressora Braille**

A impressora braille (Figura 4) é capaz de transcrever textos em tinta para caracteres do sistema braille. O tempo de transcrição em uma impressora braille é bem menor que a transcrição manual com reglete e punção, podendo imprimir em folhas soltas e/ou formulário contínuo, algumas impressoras realizam impressão em interpontos, ou seja, frente e verso. A edição dos textos para impressão é realizada pelo programa Braille Fácil, um software que pode ser obtido gratuitamente na internet.



Figura 4. Impressoras braille.

- **Leitores de Telas**

Leitor de tela é um software que interage com o sistema operacional do computador, transformando todas as informações de texto para áudio através de um sintetizador de voz. Permitindo que o usuário tenha acesso praticamente a todas as funcionalidades oferecidas conforme navega pelo sistema no computador.

- **Sorobã**

É um instrumento de cálculo que surgiu na china, também conhecido como ábaco chinês (Figura 5). No soroban são realizadas as quatro operações matemáticas, extração de raízes, conversão de pesos e medidas, entre outros. O instrumento ajuda a desenvolver a concentração, memorização, percepção e coordenação motora dos estudantes.

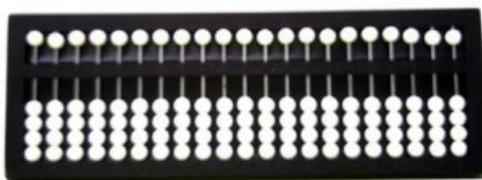


Figura 5. Sorobã.

- **Linha Braille**

A linha Braille (Figura 6) é um sistema eletro-mecânico que permite a comunicação com o deficiente visual através de um teclado Braille. A informação apresentada na tela do computador é enviada ao teclado que a transcreve para o sistema braille através de um conjunto de pontos que se elevam ou retraem de acordo com a informação a ser apresentada.



Figura 6. Linha Braille.

- **Calculadora Sonora**

Calculadora com teclado e dígitos em tamanho grande (Figura 7) que possibilitam a execução das quatro operações matemáticas, raiz quadrada, porcentagem, memória. Ideal para iniciação do usuário de baixa visão nas atividades escolares, no trabalho e em casa.



Figura 7. Calculadora Sonora.

Pode-se observar que os instrumentos eletrônicos são bastante importantes para a facilitação das atividades de estudo de alunos não videntes. GONÇALVES (2013) chama a atenção para o fato de que, apesar de a informática ter contribuído e estar contribuindo bastante para o desenvolvimento das TAs, as outras ferramentas de apoio ainda devem ser utilizadas devido a sua importância:

“Isso alude à importância das ferramentas computacionais no âmbito da escola e à sua conseqüente exploração pelos professores, o que não significa dizer que é preciso descartar outras ferramentas mais conhecidas como reglete de mesa, punção, sorobã, máquina de datilografia braile, textos transcritos em braile, sólidos geométricos, fita métrica adaptada, calculadora sonora, entre outros. Somam-se a esses materiais didáticos aqueles elaborados pelo próprio professor, comumente chamados de alternativos.” (Gonçalves, 2013).

Todos estes instrumentos são úteis na melhoria da qualidade de vida dos alunos não videntes permitindo não apenas autonomia para a realização das atividades como também facilitando o aprendizado em escolas de ensino regular. Entretanto, as TAs desenvolvidas para melhoria do aprendizado, por si só, não são suficientes para igualar a qualidade de ensino entre alunos videntes e não videntes. Aspectos metodológicos e novos instrumentos precisam ser desenvolvidos com este objetivo.

Em aulas de Química, especificamente, muitas metodologias têm sido desenvolvidas para a facilitação do aprendizado mas poucos instrumentos

existem para desenvolvimento de aulas práticas, como veremos na próxima seção.

3.2. Ensino de Química para Alunos com Deficiência Visual

Apesar de a Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/96) em seu artigo 59 e inciso III prever professores com especialização adequada em nível médio ou superior, para atendimento especializado, bem como professores regulares capacitados para a integração desses educando nas classes nas classes comuns, esta é uma realidade que está distante de ocorrer.

Como apresentado anteriormente, a educação inclusiva é uma realidade escolar em nosso país. Cada vez mais crianças, jovens e adultos com limitações visuais frequentam o ensino. Hoje em dia, muitos professores já estão se adaptando a essa realidade e suas metodologias têm se adaptado para melhorar ou tornar acessível o ensino e a aprendizagem de química por alunos não videntes.

Vargas (2006) informa que este processo é totalmente dependente das interações apresentadas entre professor e aluno DV quando expressa que *“nesse sentido estando no convívio com esses alunos é que vamos aprender a lidar com as chamadas necessidades educativas especiais e quem sabe encontrar novas estratégias de ensino.”*

Na mesma direção COSTA (2013) aponta, quando afirma que *“é nesse contexto que as experiências formativas se constituem como possibilidade de emancipação dos/as professores/as, tanto para o livre pensar quanto para decidir pedagogicamente sua práxis docente/pedagógica.”*

Normalmente, quando se fala no ensino de Química remete-se a modelos atômicos, equações e fórmulas Químicas, experimentos em laboratórios, itens estes que compõe os conteúdos a serem desenvolvidos no estudo da disciplina. Veremos a seguir como este ensino tem sido realizado.

3.3. Grafia Braille e Ensino de Química

A grafia Braille foi inventada pelo francês Louis Braille em 1825 e foi adotada no Brasil em 1854. Ela foi introduzida inicialmente no Imperial Instituto

- a) Fe $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 b) N₂ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 c) O₃ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 d) H₂O $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 e) H₂SO₄ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 f) Li₃PO₄ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 g) Al(OH)₃ $\cdot\cdot\cdot\cdot$

3. Número atômico e número de massa de elementos químicos

- a) ${}_{17}\text{Cl}$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 ${}_{1}\text{H}$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 b) ${}^{35}\text{Cl}$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 ${}^{14}\text{C}$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$

4. Coeficientes estequiométricos em equações químicas

- a) $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 b) $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$
 $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 $\cdot\cdot\cdot\cdot$

Pode-se observar que, em braille, não se deixa cela vazia entre o coeficiente e o elemento que o segue.

5. Notação de Lewis

- a) Boro $\cdot\text{B}\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 b) Cloro $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 c) Hidrogênio $\text{H}\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 d) Fósforo $\cdot\text{P}\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 e) Oxigênio $\cdot\cdot\cdot\cdot$
 $\cdot\text{O}\cdot$ $\cdot\cdot\cdot\cdot$

3.4. Materiais Alternativos para Ensino de Química

Além de escrita química em braille, o ensino de química tem sido facilitado por outros recursos. Para a construção de gráficos, tabelas

esquemas, o alto relevo é o método mais utilizado. Com relação à visualização, podem-se utilizar materiais como canudos, bola de isopor, pedaços de madeira, EVA, palito, massa de modelar entre outros materiais que auxiliam as reproduções de modelos atômicos, átomos e moléculas, tipos de ligações, diagrama de Pauling e outros.

Materiais com alto relevo e cores fortes para visualização por pessoas de baixa visão são recursos muito utilizados no ensino de Química. O instituto Benjamin Constant apresenta vários dispositivos criados com esta finalidade. A Figura 8 apresenta uma tabela periódica em alto relevo.



Figura 8. Tabela Periódica em alto relevo para ensino de Química para alunos não videntes.

Um dos conceitos mais básicos e importantes de Química é o de misturas. Estas podem ser homogêneas, quando apresentam uma única fase, por exemplo, a mistura de água e açúcar ou água e sal, ou heterogêneas quando apresentam duas ou mais fases, normalmente representadas pela mistura de água e óleo. Para representar as misturas heterogêneas, normalmente se utilizam materiais em alto relevo. Neste sentido, Resende Filho e colaboradores (2009) apresentaram um kit didático que se utiliza de auto relevo para o ensino de misturas.

O kit é constituído por três partes (Figura 9): (a) modelos de sistemas e misturas homogêneas e heterogêneas com material explicativo em braille, (b)

gráficos em alto relevo e (c e d) modelos de bolas e palitos representativos de substâncias puras e misturas a nível molecular. Os recursos didáticos foram apresentados a alunos visuais e normovisuais que atestaram a eficiência do mesmo no aprendizado dos conteúdos propostos.



Figura 9. Kit didático para ensino de conteúdos sobre misturas. Fonte: Resende Filho (2009).

GONÇALVES, F.P. (2013) indo um pouco mais além, realizou um experimento sobre misturas utilizando-se de um procedimento cromatográfico para separar as cores de canetas hidrocores. Entretanto, por se tratar de um experimento com cor, o aluno não podia observar o surgimento do cromatograma. Foi utilizado, então, alto relevo para que o mesmo compreendesse o que estava ocorrendo, como mostra a Figura 10.

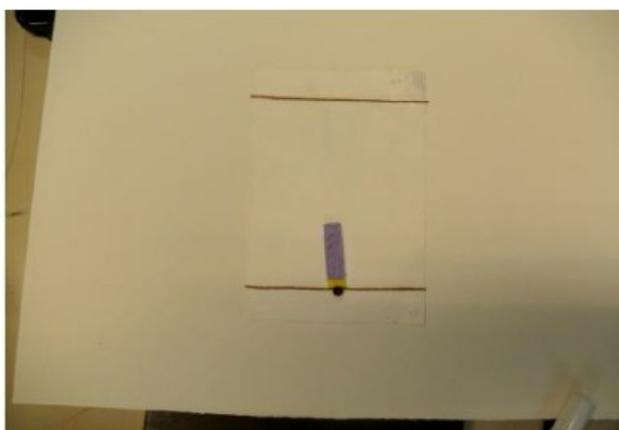


Figura 10. Construção de cromatograma em alto relevo. Fonte: Gonçalves (2013).

BERTALLI (2010) ao discutir a forma de ensino de geometria molecular em aulas de química observou que os modelos são normalmente tratados de

forma bidimensional dificultando o aprendizado não apenas por alunos visuais quanto por normovisuais. Neste sentido ela propõe um modelo atômico alternativo que se utiliza de massa de biscuit e palitos de plástico, como mostra a Figura 11.

Os modelos elaborados foram aplicados ao ensino de conceitos relacionados ao conteúdo de geometria molecular e isomeria geométrica para uma turma do 3º ano de nível médio com alunos visuais e normovisuais e mostraram-se eficientes no aprendizado destes conceitos.

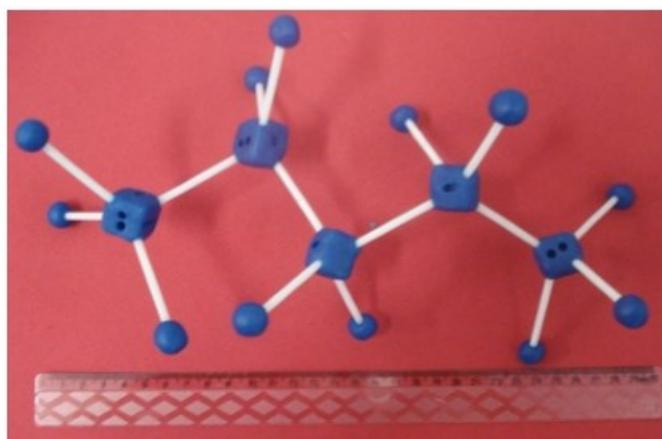


Figura 11. Modelo de massas de biscuit e palitos de plástico utilizado para ensino de geometria molecular. Fonte: Bertalli (2010).

Silva e colaboradores (2010) discutiram a dificuldade de recursos experimentais para aulas de Química para deficientes visuais. Em seu trabalho, ela desenvolveu um kit didático e experimental inclusivo para a determinação de CO_2 em concentrações de 380 ppmv (Figura 12). O experimento se baseia no bombeamento de CO_2 para um recipiente contendo Ba(OH)_2 e na filtração à vácuo do precipitado de BaCO_3 produzido. O kit que pode ser utilizado tanto por alunos surdos quanto deficientes visuais foi aplicado para o ensino de química de alunos de graduação e de nível médio. O kit é acompanhado de um manual explicativo para a adequada aplicação pelo professor ou tutor.

Pode-se observar que esforços têm sido realizados para auxiliar no aprendizado em Química por alunos cegos ou de baixa visão. Entretanto, não foram encontrados trabalhos que apresentassem o aluno DV realizando

medidas de massas e volumes em laboratório e estas são as atividades mais básicas e representativas da Química experimental.



Figura 12. Kit para análise de CO₂. Fonte: SILVA, 2010.

Também, a maior parte dos trabalhos descritos se referem a atividades em sala de aula (aulas teóricas) ou aulas experimentais nas quais a atuação do aluno visual é bastante limitada. Normalmente, atividades simples como medidas de volumes, de massas e transferência de líquidos não são desenvolvidas pelo aluno não vidente pois os instrumentos existentes são adequados para normovisuais. Nas aulas que envolvem estas atividades o aluno não participa ativamente ficando, na maioria das vezes, anotando dados ou ouvindo as discussões dos colegas.

Neste sentido, desenvolver instrumentos que permitam a atuação plena do aluno em atividades experimentais que exijam medidas de massas e volumes é essencial não apenas para permitir o pleno desenvolvimento cognitivo do mesmo em Química mas para mostrar que os alunos DV são tão capazes de aprender quanto os alunos normovisuais.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos consistiram em realizar as seguintes etapas:

1. Avaliar uma balança mecânica adaptada para possibilitar a pesagem por pessoas com deficiência visual;

2. Criar um método de pesagem de sólidos e líquidos para deficientes visuais;
3. Criar uma metodologia para preparo de soluções para deficientes visuais.

Estas atividades foram realizadas em um laboratório de um curso de licenciatura em Química de nível superior de uma instituição pública de ensino de nível médio, técnico e tecnológico da rede federal de educação, contendo 11 alunos, sendo um deles portador de baixa visão (o autor deste trabalho). Ficou a cargo deste aluno, avaliar a balança e preparar os procedimentos de medida de sólidos, líquidos e soluções. Os outros alunos utilizaram a balança de forma normal.

Os encontros foram realizados dentro do espaço acadêmico proporcionado pelo componente curricular Prática Profissional, onde os alunos devem desenvolver projetos para a melhoria da qualidade de ensino de Química.

4.1. Parte Experimental

Balança Adaptada

Uma balança mecânica de escala tríplice modelo Marte foi adaptada para uso por deficientes visuais. A Figura 13 apresenta a balança adaptada com detalhe para escala de 10g.



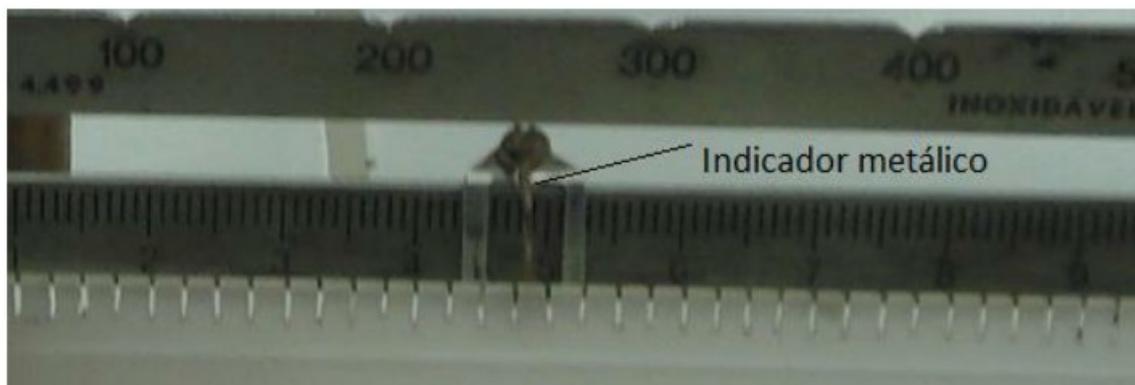


Figura 13. Acima, balança de escala tríplice adaptada para uso por deficientes visuais. Abaixo, detalhes da escala de acrílico com o indicador metálico de posição.

Na balança de tríplice escala usada, duas das três escalas apresentam sulcos onde os pesos são encaixados. Estas marcas facilitam a adaptação dos pesos na escala e conseqüentemente facilitam a leitura por alunos com ou sem problemas de visão. São as escalas de 0 a 500g com divisões de escala de 100g, e de 0 a 100g, com divisões de escala de 10g, ambas com 11 encaixes (o zero é marcado). Entretanto, a escala de 10g, dividida em 100 partes de 0,1g, com precisão de $\pm 0,05g$ não apresentava encaixes para pesos e sim uma escala com um peso deslizante e onde a leitura é realizada visualmente pela contagem direta das subdivisões que o peso percorreu na realização da medida. Esta leitura não é possível de ser realizada por deficientes visuais. Assim, para permitir que as leituras fossem realizadas por deficientes visuais, uma quarta escala para medidas de até 10g foi adaptada à balança.

A nova escala construída em acrílico apresentava 40 dentes, cada um representando 0,25g e permitindo leituras com precisão de $\pm 0,125g$ (meio dente). Também um indicador metálico deslizante foi adaptado à escala metálica de 10g da balança. Assim, ao se deslocar o peso pela escala metálica, o indicador metálico se desloca entre os dentes permitindo que o DV conte o número deles durante a pesagem. Cada 10 dentes equivale a 2,5g. Ao indicador de nível da balança, foi adaptado um circuito acionado por contato elétrico que emite um sinal sonoro para indicar que a medida desejada foi atingida, como mostra a Figura 14. O dispositivo sonoro é um *buzzer* de 3v

alocado dentro da pequena caixa de madeira e alimentado por uma pequena bateria de lítio de 3V.



Figura 14. Ligações elétricas para a sinalização sonora de fim de pesagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A balança adaptada foi utilizada para pesagens de sólidos e líquidos. Para a medida de massas de sólidos foram realizadas pesagens de vidrarias de laboratório como apresentado na Figura 15. Como pode-se observar na figura, o indicador metálico da escala adaptada é deslocado manualmente pelo aluno. Durante este procedimento ele consegue contar os dentes da escala.



Figura 15. Pesagem de um béquer de 500 mL por aluno DV.

É importante informar que não existem relatos na literatura de alunos DVs realizando medidas de pesagem em laboratório com autonomia. Para facilitar a contagem dos dentes da escala de 10g pelo aluno DV, foi desenvolvido uma ponteira metálica (Figura 16), que foi descartada pelo aluno. Ele achou mais eficaz deslocar manualmente o indicador metálico sobre os dentes da escala de acrílico.



Figura 16. Ponteira metálica para contagem de dentes na escala adaptada que foi descartada pelo aluno DV.

Após a pesagem de alguns materiais, a seguinte metodologia de pesagem de sólidos foi elaborada.

Metodologia de Pesagem de Sólidos

1. Colocar os pesos das escalas em sua marca zero;
2. Colocar o objeto a ser pesado sobre o prato;
3. Deslocar o peso da escala de 500g (divisões de escala de 100g) para o primeiro encaixe equivalente a 100g. Se não houver sinal sonoro, prosseguir deslocando o peso. Quando houver sinal sonoro, significa que o peso da escala excedeu a massa do material pesado. Retornar então o peso da escala para a posição anterior e o sinal sonoro cessa. Anote o peso;
4. Deslocar o peso da escala de 100g (divisões de escala de 10g) para a primeira posição, que indica 10g. Se não houver sinal sonoro, continue deslocando o peso até o surgimento do mesmo. Caso o sinal sonoro apareça, retornar o peso da escala para a posição anterior. O sinal sonoro desaparece. Anote o peso;
5. Deslocar o peso da escala adaptada de 10g que apresenta 40 dentes, cada um representando 0,25g. Desloque o peso e conte o número de dentes em cada deslocamento, utilizando o indicador metálico preso à escala. Quando o peso igualar o peso do objeto o braço da balança emitirá um som intermitente devido à sua oscilação. Pare a pesagem. Anote o número de dentes até o indicador metálico. Multiplique o valor por 0,25g. Anote o peso.
6. Calcular o peso do objeto somando as três massas.

Para medir volumes de líquidos a balança adaptada também é utilizada. Esta medida, entretanto, é realizada de modo indireto utilizando-se a fórmula da densidade:

$$V = \text{massa/densidade}$$

Na maior parte das vezes, a água destilada é o líquido utilizado em experimentos de Química e sua densidade é bem conhecida, sendo 1gmL. A densidade varia com a temperatura mas para a maioria dos experimentos de laboratório, esta variação não é significativa. A Figura 17 apresenta o aluno DV realizando a pesagem de água destilada utilizando a pisseta e a balança adaptada.



Figura 17. Medida da massa de água para posterior determinação do volume através da densidade.

Para a transferência do líquido para o béquer não existem maiores dificuldades. Apenas é necessário se certificar de que o bico da saída do líquido do recipiente de transferência se encontra dentro do béquer. Para tanto, basta um toque dos dedos entre o bico do recipiente e o béquer, como se observa na Figura 16. Assim, a metodologia para medidas de volume foi realizada como a seguir.

Metodologia de Medidas de Volumes de Líquidos

Considere-se que se deseja medir um volume V de um líquido. O procedimento é o seguinte:

1. Determine a densidade do líquido do qual se deseja medir o volume;
2. Sabendo o volume V que se deseja medir, calcule a massa a ser pesada, usando a fórmula da densidade: $m=d.V$;
3. Pesem um béquer com volume suficiente para conter o líquido. Manter o béquer na balança;
4. Somar ao peso do béquer, o peso do líquido calculado;
5. Deslocar os pesos das escalas da balança para marcar a massa total ($m_{\text{Béquer}} + m_v$). A balança então emite sinal sonoro contínuo;
6. Com uma pisseta o deficiente visual adiciona água ao béquer até que o sinal sonoro fique oscilante, indicando que o volume foi medido;
7. Caso seja adicionado um excesso de líquido, identificado se o sinal sonoro desaparecer, realizar um dos seguintes procedimentos:

- a. Deslocar os pesos das escalas da balança e realizar a medida real da massa adicionada de líquido;
- b. Retirar o excesso de líquido com uma pipeta e repetir a adição de líquido com mais cuidado, por exemplo usando um conta-gotas.

Com a possibilidade de medir massas de sólidos e volumes de líquidos de forma autônoma é possível para o aluno DV realizar o preparo de soluções.

Em química, as soluções são normalmente preparadas utilizando-se como unidade de concentração a quantidade de matéria (n) por volume (V):

$$M = n/V$$

O problema neste caso é que não há como determinar a massa do solvente a ser pesado na balança adaptada pois não se conhece a densidade da solução. Assim, em vez de se utilizar o preparo de soluções em concentração de mol por volume, se utilizou o preparo de soluções em quantidade de matéria do soluto (n) por massa de solvente (m_2), denominada de molalidade (W).

$$W = n/m_2$$

Considerando-se esta mudança, é possível para o aluno DV preparar soluções utilizando-se da balança adaptada. Neste caso, ele só precisa medir a massa do soluto e a massa do solvente, e misturar um com o outro.

A Figura 18 apresenta o preparo de uma solução de hidróxido de sódio pelo aluno DV, utilizando a balança adaptada.



Figura 18. Preparo de solução de hidróxido de sódio pelo aluno DV.

O procedimento exigiu a pesagem do béquer, depois a pesagem da massa de solvente (água destilada) e, posteriormente a pesagem do soluto. A metodologia de preparo de soluções foi elaborada como a seguir:

Metodologia para Preparo de Soluções

1. Calculam-se as massas de água e soluto a serem misturados;
2. Pesa-se a quantidade de água necessária como descrito na seção anterior;
3. Pesada a água, ajustam-se os pesos da balança para o total a ser pesado (massa de béquer + massa de água + massa do soluto). Surge um som contínuo.
4. Adicionar o sólido ao béquer com água até surgir um som sutil e descontínuo, indicando oscilação dos braços da balança em torno do peso desejado. A pesagem é finalizada.
5. Caso o peso do sólido ultrapasse o peso desejado (o que é sinalizado pela ausência de som), deslocam-se os pesos das escalas da balança para medir a massa real adicionada e corrigir a concentração para o valor real.

Soluções salinas também foram preparadas como treino antes do preparo da solução de hidróxido de sódio. É importante lembrar que as aulas foram de nível médio e a precisão das medidas não era analítica pois se utilizava uma balança grosseira, com precisão na casa de gramas. Desta forma a higroscopia da solução de hidróxido de sódio não era problema.

O desenvolvimento das metodologias para pesagem foi apenas um dos aspectos importantes do trabalho realizado. Outros aspectos tão ou mais importantes do que o desenvolvimento da prática são os seguintes:

1. Quebra de paradigmas relativos à crença de que o aluno DV não pode executar tarefas sozinho, que não pode aprender: até o momento de desenvolvimento deste trabalho, o aluno DV não participava efetivamente dos experimentos, ficando normalmente isolado ouvindo as discussões dos colegas e anotando dados. A partir do desenvolvimento deste trabalho, o

aluno DV passou a ser o centro das atenções pois realizava as tarefas e fornecia os dados;

2. Formação de professores: como as atividades foram realizadas em uma turma de alunos de licenciatura, o próprio envolvimento da turma para solucionar problemas relativos ao ensino do aluno DV influenciou na percepção de que eles podem, sim, ensinar a alunos DVs.
3. Melhoria na autoestima do aluno DV: como as práticas foram realizadas pelo próprio aluno, o mesmo passou a se sentir independente e perceber que, em nenhum sentido ele poderia ou deveria se sentir inferior aos outros alunos. Ele passou a se sentir incluso no grupo pois poderia compreender melhor a prática e discutir com os colegas formas melhores de realiza-las.

Assim, com o presente trabalho, foi possível desenvolver metodologias para pesagens de sólidos e medidas de volumes de líquidos que permitiram a um aluno DV:

1. Preparar soluções;
2. Ter autonomia para elaborar seus próprios dados e realizar suas próprias conclusões;
3. Melhorar a autoestima;
4. Quebrar paradigmas quanto ao ensino experimental de alunos DVs.

Torna-se fácil afirmar que ainda continuam existindo muitos obstáculos e o maior deles, sem dúvidas é a desinformação da população, que por sua vez ocasiona o afastamento dos deficientes do exercício pleno da cidadania. O sujeito com deficiência visual pode e deve participar de forma ativa em espaços da vida social e inclusive na vida escolar, porém algumas barreiras ainda são encontradas para se concluir perfeitamente esta inclusão.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Química experimental para alunos com deficiência visual (DV) apresenta desafios com os quais os professores de Química têm que lidar e aprender a superar ou minimizar. Um destes desafios é o desenvolvimento de metodologias para aulas práticas de Química onde o aluno DV possa gozar de autonomia na execução de experimentos. Para tanto, é necessário permitir que os alunos DVs possam realizar experimentos de forma independente coletando eles mesmos os resultados das práticas de modo a tomar suas próprias conclusões acerca dos experimentos realizados. Neste trabalho, metodologias para a pesagem de sólidos e medidas de volumes de líquidos foi elaborada utilizando-se uma balança adaptada de modo a permitir que alunos DVs possam realizar experimentos com certa autonomia, em laboratório. Com o apoio da balança adaptada foi possível que um aluno DV pudesse determinar massa de sólidos, volumes de líquidos e preparar soluções, algo ainda não verificado na literatura. Além de realizar os experimentos o trabalho proporcionou a queda de paradigmas relativos ao aprendizado de alunos DVs e permitiu uma inclusão real do aluno DV na turma, demonstrado para os futuros professores de Química que eles podem lidar com alunos especiais de forma igualitária. Ainda é um desafio e muito trabalho ainda deve ser realizado.

REFERÊNCIAS

BERTALLI, J. G. Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2010.

BRASIL, Decreto Federal nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Art. 4, inciso III – Cartilha da inclusão dos direitos das pessoas com deficiência. Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília.

BRASIL. Ministério da Educação. Grafia Química Braille para uso no Brasil: versão preliminar/ Secretaria da Educação Especial. Brasília: MEC; SEESP, 2002.

CANEJO, Elizabeth. Apostila - Introdução ao Sistema Braille. FAETEC - Fundação de Apoio à Escola Técnica. Governo do Estado do Rio de Janeiro Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação.2005.

COSTA, Valdelúcia Alves da. Experiências pela Educação – Para quê? Formação e Inclusão na perspectiva da Teoria Crítica. Revista Educação Especial, v.26, n. 46, p. 245-260. Santa Maria. maio/ago. 2013. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial>>.

GONÇALVES, Fabio Peres. Química Nova na Escola. Vol. 35, N° 1. FEVEREIRO de 2013.

RESENDE FILHO, J. B. M. Avaliação do Nível de Conhecimento dos Alunos do Ensino Médio da cidade de João Pessoa com Deficiência Visual sobre as Grafias Química e Matemática Braille. Revista Educação Especial, v.26, n. 46, p. 367-384. Santa Maria. maio/ago. 2013. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/revistaeducacaoespecial>>.

RESENDE FILHO, J. B. M. Um kit didático de substâncias e misturas voltado para o ensino inclusivo. 49^o CBQ. Porto Alegre. RS. Outubro de 2009.

SILVA, Rosângela da. Kit Experimental para Análise de CO₂ Visando à Inclusão de Deficientes Visuais. Química nova na escola. São Paulo. Vol. 37, N° 1, p. 4-10, 2015.

VARGAS, Gárdia Maria Santos de. A inclusão no ensino superior: a experiência da disciplina Prática Pedagógica. Ponto de Vista, Florianópolis, n. 8, p. 131-138, 2006.

APÊNDICE

Um Pequeno Relato de Minha Experiência

O aluno cego ou deficiente visual (DV) ao longo da caminhada escolar depara-se com diversas dificuldades. Comigo não foi diferente e se iniciou no ensino médio com um professor de química. Este, ao se deparar comigo, um estudante deficiente visual, perguntou, para que todos ouvissem, o que eu estava fazendo ali, que aquela sala de aula era para pessoas “normais” e que um aluno com DV deveria estar em uma escola especial para “cegos”. Ainda falou que esse aluno não conseguiria acompanhar os outros alunos “normais”.

Depois desse fato, o ano prosseguiu e eu era apenas lembrado pelos professores em momentos de provas, que era o momento em que eles pediam a um colega para executar a prova “com o aluno DV”.

Quando conclui o ensino médio, para que meus pais não ficassem “no meu pé”, inscrevi-me no Enem e, para minha surpresa, fui aprovado no curso de licenciatura em química. Fiquei muito feliz, mas apreensivo com o que poderia encontrar à frente, pois o curso era na área de exatas e teria muitos cálculos além da parte prática.

Entretanto, matriculei-me e segui em frente. Durante a graduação em Licenciatura em Química foi quando comecei a ouvir falar de inclusão de pessoas com deficiências em salas de ensino regular e nas universidades.

Encontrei diversas dificuldades ao longo do curso, mais a maior foi no início das aulas experimentais. Eu era mais uma vez um agente passivo nas atividades de laboratório, sendo a maioria das vezes o aluno que anotava os resultados.

Quando o professor da disciplina de Prática Profissional lançou a proposta para a turma de desenvolver metodologias de uso de alguns instrumentos que ele adaptou e criou para a inclusão de estudantes DVs em aulas experimentais, a turma, inclusive eu, aceitou a proposta de projeto. Dentre os instrumentos apresentados eu me apaixonei pela balança pois sabia que com ela passaria de um agente passivo nas aulas experimentais para um agente ativo capaz de realizar minhas próprias medidas e verificar resultados,

mesmo que fossem atividades simples como medidas de pesos de sólidos e líquidos e determinação de volumes de líquidos. Com estas medidas eu já poderia preparar soluções e realizar reações entre substâncias, como nas titulações.

A partir das aulas adaptadas pude me sentir em um nível de igualdade com os outros colegas de turma, pude sentir as sensações simples e complexas de um laboratório de química. Foi o maior estímulo para que eu pudesse continuar e concluir o curso.

Como estudante DV encontrei muitas barreiras, sofri preconceitos, pensei até em desistir por diversas vezes por não me sentir incluído nem igual a todos. E com este gesto mínimo do professor eu pude perceber que no caminho da inclusão encontraria pessoas que poderiam criar obstáculos e até certo ponto dificultar a minha caminhada, mas que também, encontraria pessoas dispostas ajudar e gerar novas possibilidades de caminhos.