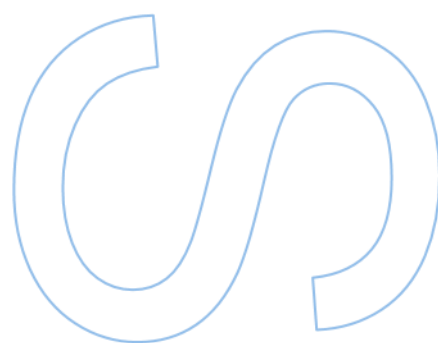
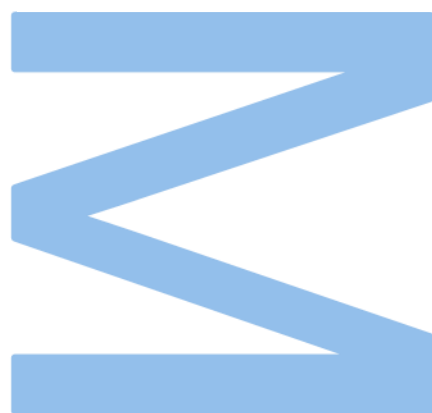


Avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras

Geraldo Magela Couto Oliveira

Mestrado em Ensino de Física e de Química
no 3.º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Departamento de Física e Astronomia
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto



Avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras

Geraldo Magela Couto Oliveira

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Física e de Química no 3.º ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário
Departamento de Física e Astronomia/Unidade de Ensino das Ciências
2024

Orientador

Marcelo Dumas Hahn, Professor Auxiliar Convidado, Faculdade
de Ciências da Universidade do Porto

Dedico este trabalho à Deus, a quem devo tudo o que sou e tudo o que tenho.

Agradecimentos

À DEUS que me deu entendimento e sabedoria para concluir mais uma etapa da minha vida.

Ao meu orientador e professor Marcelo Dumas Hahn e ao professor Paulo Simeão Carvalho. Sou grato pela orientação, críticas e sugestões sem os quais este trabalho não seria possível.

Às professoras, Cristina Alves e Luísa Teixeira e ao professor Fernando Correia, pelo auxílio e suporte fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha esposa Fanny, pelo amor e incentivo constante. Aos meus filhos, Maria Julia e Luigi, pelo amor, carinho e sorriso incondicionais que me motivam a continuar sempre em frente.

Aos meus pais, Dirceu e Terezinha, que sempre me apoiaram nos estudos e nas minhas escolhas, permitindo-me chegar onde cheguei. Às minhas irmãs, Cássia e Gabriela por estarem sempre ao meu lado.

À colega Sofia, pelo apoio, amizade e palavras de incentivo.

Resumo

Este relatório de estágio foi desenvolvido no contexto da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional, e apresenta um estudo sobre a utilização de recursos educativos inclusivos para alunos normovisuais, cegos e de baixa visão. Este estudo foi realizado na Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas que acolhe alunos cegos, de baixa visão e multideficiência que se encontram integrados com os alunos normovisuais. No início da investigação constatou-se que os estudantes cegos e de baixa visão não optaram pela oferta formativa de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. Os estudantes relataram que tiveram dificuldades de adaptação/inclusão nas disciplinas específicas dessa área no Ciclo Básico em virtude dos poucos materiais disponíveis para permitir que a inclusão ocorra de fato no contexto da sala de aula.

Nesta investigação avaliou-se de que forma os alunos do 8.º ano do 3.º Ciclo do Ensino Básico perceberam o conteúdo de ondas sonoras a partir da utilização de recursos educativos inclusivos. Durante as aulas sobre esse tema, foram apresentados aos alunos normovisuais e de baixa visão três recursos educativos desenvolvidos a partir da abordagem da Didática Multissensorial: uma maquete tátil, um modelo com mola *slinky* e um modelo impresso em papel Braille. Utilizou-se um inquérito por questionário para avaliar como os alunos perceberam a utilização desses recursos no contexto da sala de aula e se tais recursos facilitaram a sua aprendizagem sobre o assunto.

Os resultados obtidos foram avaliados e indicaram um alto grau de concordância com as questões apresentadas no questionário, indicando que a abordagem multissensorial, no caso estudado, se mostrou satisfatória. A partir desse estudo e dos seus resultados, este trabalho pode servir de motivação para realização de uma investigação mais abrangente, contemplando mais alunos cegos e de baixa visão e abordando outros conteúdos de Físico-Química.

Palavras-chave: ensino de Física, ensino inclusivo, ondas sonoras, recursos educativos inclusivos.

Abstract

This internship report was developed in the context of the Initiation to Professional Practice curricular unit and presents a study on the use of inclusive educational resources for sighted, blind and low vision students. This study was carried out at Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, which welcomes blind, low-vision and multi-disabled students who are integrated with sighted students. At the beginning of the research, it was found that blind and low vision students did not choose the Science and Technology educational offerings in Secondary Education. The students reported having difficulties with adaptation/inclusion in the specific subjects of this area in the Basic Cycle due to the few materials available to allow inclusion to truly occur in the classroom context.

In this investigation, we evaluated how 8th grade students of the 3rd Cycle of Basic Education perceived the content of sound waves through the use of inclusive educational resources. During the lessons on this topic, three educational resources developed from the Multisensory Didactics approach were presented to sighted and low vision students: a tactile model, a slinky spring model, and a printed Braille's paper model. A questionnaire survey was used to assess how students perceived the use of these resources in the classroom context and whether such resources facilitated their learning on the subject.

The results obtained were evaluated and indicated a high degree of agreement with the questions presented in the questionnaire, suggesting that the multisensory approach, in the studied case, proved to be satisfactory. Based on this study and its results, this work may serve as motivation for a more comprehensive investigation, involving more blind and low vision students and addressing other Physics and Chemistry content.

Keywords: inclusive education, inclusive educational resources, sound waves, teaching Physics.

Índice

Lista de Tabelas	vi
Lista de Gráficos.....	vii
Lista de Figuras	viii
Lista de Abreviaturas	ix
Introdução.....	1
1. Dossier de estágio	2
2. Enquadramento teórico.....	3
2.1. Educação inclusiva e o ensino de Físico-Química	3
2.2. Movimento ondulatório	5
2.3. Ondas sonoras	8
3. Enquadramento didático-curricular	10
3.1. 3.º Ciclo do Ensino Básico – 8.º ano.....	10
3.2. Ensino Secundário – 11.º ano.....	11
4. Prática em Terreno Escolar e Ensaio de Investigação	12
4.1. Questão e objetivo da investigação	12
4.2. Critérios para a elaboração dos recursos educativos inclusivos	12
4.2.1. Caracterização dos alunos cegos e de baixa visão	13
4.2.2. Metodologia para o desenvolvimento dos recursos educativos	13
4.2.3. Descrição dos recursos educativos desenvolvidos	14
4.3. Elaboração do questionário	16
4.4. Aplicação dos recursos educativos e do questionário.....	17
4.4.1. Descrição dos participantes.....	17
4.4.2. Descrição da implementação.....	17
4.5. Apresentação e análise dos resultados	18
5. Conclusões e considerações finais.....	28
6. Reflexão autocrítica e projetos futuros.....	29
Referências Bibliográficas	30

Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética da FCUP	33
Anexo 2 – Consentimento informado	34
Anexo 3 – Assentimento informado	35
Anexo 4 – Maquete tátil	36
Anexo 5 – Modelo com mola <i>slinky</i>	37
Anexo 6 – Modelo em papel Braille	38
Anexo 7 – Questionário	39
Anexo 8 – Respostas às questões 1 a 4 do questionário com escala Tipo- <i>Likert</i>	43
Anexo 9 – Respostas às questões 5.1 a 5.3 do questionário com escala Tipo- <i>Likert</i> ..	44
Anexo 10 – Respostas às questões 6 a 9 do questionário com escala Tipo- <i>Likert</i>	45
Anexo 11 – Teste não paramétrico de correlação de Tau-b de Kendall	46

Lista de Tabelas

Tabela 1 <i>Caracterização da amostra dos alunos participantes</i>	18
Tabela 2 <i>Correlações tau-b de Kendall entre as variáveis</i>	25
Tabela 3 <i>Respostas às questões 1 a 4 do questionário com escala Tipo-Likert</i>	43
Tabela 4 <i>Respostas às questões 5.1 a 5.3 do questionário com escala Tipo-Likert</i> ...	44
Tabela 5 <i>Respostas às questões 6 a 9 do questionário com escala Tipo-Likert</i>	45
Tabela 6 <i>Teste não paramétrico de correlação de tau-b de Kendall</i>	46

Lista de Gráficos

Gráfico 1 <i>Gráfico de barras das frequências relativas das questões 1 a 3.</i>	19
Gráfico 2 <i>Gráfico de barras das frequências relativas da questão 4.</i>	20
Gráfico 3 <i>Gráfico de barras das frequências relativas da questão 5.</i>	21
Gráfico 4 <i>Gráfico de barras das frequências relativas da questão 6.</i>	22
Gráfico 5 <i>Gráfico de barras das frequências relativas das questões 7 a 9.</i>	23

Lista de Figuras

Figura 1 Movimento ondulatório numa corda.	5
Figura 2 Exemplos de uma onda longitudinal à esquerda e uma onda transversal à direita numa mola slinky.	6
Figura 3 Caracterização de uma onda periódica.	7
Figura 4 Representação da onda sonora gerada por um altifalante.	8
Figura 5 Dinâmica da propagação de uma onda sonora.	9
Figura 6 Exemplos de lixas utilizadas	36
Figura 7 Maquete tátil: teste com diferentes tipos de lixas.....	36
Figura 8 Maquete tátil utilizada com os alunos	36
Figura 9 Mola slinky	37
Figura 10 Modelo com mola slinky	37
Figura 11 Modelo em papel Braille	38

Lista de Abreviaturas

DGE	DIREÇÃO-GERAL DA EDUCAÇÃO
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IPP	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
UNESCO	<i>UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION</i>
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO

Introdução

A Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas é uma referência no ensino de alunos cegos, de baixa visão e multideficiência. Esses alunos são integrados com os alunos normovisuais visando o seu desenvolvimento pessoal e cognitivo e a sua plena inserção social.

A partir dessas características da escola, foi feito um levantamento junto aos alunos cegos e de baixa visão no Ensino Secundário. Verificou-se que nenhum desses alunos optou pela oferta formativa de Ciências e de Tecnologia no Ensino Secundário. Esses alunos, em virtude das dificuldades inerentes das disciplinas específicas, tais como Física e Química, optaram pela oferta formativa do curso de Línguas e Humanidades.

Percebe-se então a necessidade de se pensar em formas de estimular esses alunos a optarem pela oferta formativa de Ciências e de Tecnologia. A partir das dificuldades que foram apresentadas pelos alunos cegos e de baixa visão em acompanhar as aulas de Físico-Química no Ciclo Básico, pensou-se em desenvolver um conjunto de recursos educativos que pudessem promover a inclusão, permitindo assim que os alunos cegos e de baixa visão possam ser estimulados e se interessem pelas disciplinas de ciências, dando continuidade em seus estudos na oferta formativa de Ciências e de Tecnologia no Ensino Secundário.

Os alunos cegos e de baixa visão do Ensino Secundário relataram dificuldades em acompanhar as aulas de Físico-Química no Ciclo Básico, inclusivamente, se ausentando das aulas em alguns momentos por não perceberem o conteúdo que estava a ser ensinado. Os recursos educativos “tradicionais” utilizados pelos professores, tais como, diapositivos, manuais escolares, simulações computacionais, vídeos, gráficos e tabelas, não auxiliam a percepção desses alunos nas disciplinas da área de Ciências e Tecnologia, o que faz com que esses alunos percam o interesse pela aprendizagem de Ciências (Anjos & Camargo, 2011).

A partir das dificuldades relatadas pelos alunos cegos e de baixa visão do Ensino Secundário, foi selecionado o tema “Produção e Propagação do Som e Ondas” da componente de Física do 3.º Ciclo do Ensino Básico que do 8.º ano (Direção Geral da Educação, 2018, p. 9). Uma vez definida a componente curricular que seria trabalhada com os alunos do Ciclo Básico, foram desenvolvidos três modelos de recursos educativos inclusivos.

1. Dossier de estágio

Este capítulo apresenta o Dossier de Estágio, que descreve as atividades que foram desenvolvidas na componente da Prática de Ensino Supervisionada (PES), integrante da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP).

O núcleo de estágio foi composto pela orientadora cooperante, professora Maria Fernanda Gomes Mendonça Martins Viegas, por mim e também pela professora estagiária Sofia Sousa. A orientação da IPP foi realizada por dois professores orientadores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), o Professor Doutor Marcelo Dumas Hahn e a Professora Doutora Carla Susana Lopes Morais.

As atividades da Prática de Ensino Supervisionada (PES), foram desenvolvidas com uma turma do 9.º ano e uma turma do 10.º ano. Além das regências e visitas de estudos, foram realizados outros projetos, os quais envolveram estudantes das diversas turmas e diferentes anos escolares do Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas.

O Dossier de Estágio com todas essas informações se encontra no seguinte website:

https://sigarra.up.pt/fcup/pt/conteudos_service.conteudos_cont?pct_id=674539&pv_cod=36Vk3McuBars

Destaco que este trabalho de investigação foi realizado com o apoio de mais duas professoras, as professoras Cristina Alves e Luísa Teixeira, do núcleo de Físico-Química da escola, por meio de três turmas do 8.º ano. Isso foi necessário para compatibilizar o domínio, Som, que foi escolhido como tema de investigação e que, no entanto, não está contemplado nas aprendizagens essenciais do 9.º e do 10.º ano.

2. Enquadramento teórico

Nesta secção apresenta-se o enquadramento teórico da educação inclusiva no ensino de Física e Química, com foco na apresentação do paradigma da Didática Multissensorial, seguido de uma breve apresentação dos conceitos relacionados ao movimento ondulatório e ondas sonoras.

2.1. Educação inclusiva e o ensino de Físico-Química

O Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho estabeleceu os princípios e as normas que garantem a inclusão, enquanto processo que visa responder à diversidade das necessidades e potencialidades de todos e de cada um dos alunos, através do aumento da participação nos processos de aprendizagem e na vida da comunidade educativa.

O conceito de educação inclusiva surgiu associado à educação dos alunos com necessidades educativas especiais, sendo um grupo que historicamente esteve sujeito ao insucesso e à exclusão escolar. Atualmente, este conceito é muito mais amplo, focando-se na qualidade da educação e nas mudanças necessárias nos contextos educativos para atender às necessidades de todos os alunos. (Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2011).

De acordo com a UNESCO:

A inclusão é vista como um processo de atender e de dar resposta à diversidade de necessidades de todos os alunos através de uma participação cada vez maior na aprendizagem, culturas e comunidades, e reduzir a exclusão da educação e dentro da educação. Isso envolve modificação de conteúdos, abordagens, estruturas e estratégias, com uma visão comum que abranja todas as crianças de um nível etário apropriado e a convicção de que educar todas as crianças é responsabilidade do sistema regular de ensino. (UNESCO, 2005, p. 10)

Assim, uma escola inclusiva tem como principal objetivo que todos os seus alunos possam aprender juntos, independente das suas dificuldades e diferenças. A escola deve responder às diferentes necessidades dos alunos, assegurando uma educação de qualidade a todos, utilizando para isso um currículo apropriado (Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2011).

Camargo (2022) utiliza três condições para avaliar a ocorrência de inclusão nos espaços sociais: a inclusão das pessoas com as suas múltiplas diferenças, a transformação dialética do meio e de seus membros e a participação efetiva de todos. Ele concluiu que no ensino de Física, os estudantes com deficiência visual estarão incluídos quando: estiverem presentes na atividade de ensino junto com seus colegas normovisuais, quando os recursos didáticos forem transformados e quando participarem efetivamente da atividade.

A Didática Multissensorial apresentada por Soler (1999), propõe uma metodologia para atender às diferentes necessidades dos alunos. Esta abordagem, apresenta como uma solução, utilizar todos os sentidos no ensino e na aprendizagem de Ciências. A multissensorialidade questiona o facto do ensino de Ciências ser focado em elementos puramente visuais, o que causa a perda de muitas informações não visuais, desmotivando os estudantes dessas disciplinas em especial os alunos cegos e de baixa visão. Nessa perspetiva, o tato, a audição, a visão, o paladar e o olfato passam a servir como meios de entrada para as informações essenciais aos estudantes (Anjos & Camargo, 2011; Fernandes et al., 2017; Ferreira et al., 2011).

Ainda, Camargo (2022) argumenta que as atividades de ensino possam ser desenvolvidas com base na Didática Multissensorial, através da transformação de experiências e maquetes. Com essas mudanças, o processo de ensino passa a utilizar a interação multissensorial dos fenómenos físicos a partir de materiais que permitem que as representações desses fenómenos sejam observadas por mais de uma via sensorial. Isto possibilita uma participação mais efetiva dos estudantes cegos/baixa visão nas aulas de Físico-Química.

Como exemplos de aplicação dessa metodologia, podem ser citados alguns trabalhos que utilizam a interação multissensorial no ensino de conteúdos de Físico-Química. Relativamente ao ensino de Física, Hanh et al. (2021), propõe uma atividade experimental de baixo custo usando Arduíno que permite que alunos normovisuais e cegos explorem juntos e compreendam características e propriedades da energia solar e de um painel fotovoltaico. No ensino de Química, Silva et al. (2021), desenvolveram um kit molecular para ser usado em aulas de Química tornando-as acessíveis para alunos com deficiência visual. O kit explora temas relacionados a ligações química, geometria molecular e estereoquímica, tornando-se uma alternativa de aprendizagem tanto para os alunos normovisuais como para os alunos cegos e de baixa visão.

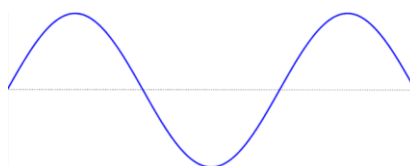
2.2. Movimento ondulatório

Uma onda é uma perturbação de um meio que se propaga no tempo e no espaço. É através do movimento ondulatório que percebemos o som que chega aos nossos ouvidos e a luz que chega aos nossos olhos. Uma onda pode transferir energia de uma fonte para um recetor sem a necessidade de transferência de matéria entre dois lugares.

Por exemplo, se uma pessoa segurar uma das extremidades de uma corda e mantiver a outra extremidade fixa numa parede e movimentar a sua extremidade da corda para cima e depois para baixo, provocará uma perturbação na corda. Essa perturbação deslocar-se-á ao longo da corda até alcançar a outra extremidade (Figura 1).

Figura 1

Movimento ondulatório numa corda.



Nota. Adaptado de *oPhysics: Interactive Physics Simulations. Standing Waves on Strings.* (<https://ophysics.com/waves6.html>). No domínio público.

A energia que a mão da pessoa transferiu para a corda propagar-se-á até a outra extremidade por meio da perturbação causada pelo movimento de subida e descida. Essa perturbação propaga-se pela corda sem transferir nenhuma parte da corda na direção da sua propagação. Dizemos assim, que houve transporte de energia sem transporte de matéria. A mão que faz o movimento vertical é a fonte e a corda é o meio de propagação dessa onda.

As ondas são classificadas quanto à sua natureza (mecânica ou eletromagnética) e a sua direção de vibração e propagação (transversal ou longitudinal). As ondas mecânicas precisam de um meio material para se propagar e não se propagam no vácuo. Exemplos de ondas mecânicas: ondas em cordas, ondas sonoras e ondas na água. Já as ondas eletromagnéticas, que são geradas por cargas elétricas, não precisam de um meio material para se propagar e se propagam no vácuo. Exemplos de ondas eletromagnéticas: ondas de rádio, raios-X e a luz visível. Nas ondas transversais as vibrações são perpendiculares à direção de propagação, como as ondas numa corda. Já nas ondas longitudinais as vibrações coincidem com a direção de propagação, como as ondas sonoras (Tipler & Mosca, 2014).

Uma onda transversal e uma onda longitudinal podem ser explicadas utilizando-se como exemplo uma mola *slinky*¹ estendida sobre uma superfície, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2

Exemplos de uma onda longitudinal à esquerda e uma onda transversal à direita numa mola slinky.



Nota. Velocidade de ondas transversais e longitudinais em uma mola *slinky*. CREF (Centro de Referência para o Ensino de Física) (<https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=velocidade-de-ondas-transversais-e-longitudinais-em-uma-mola-helicoidal>). No domínio público.

Uma onda longitudinal pode ser gerada ao empurrar e puxar a extremidade da mola *slinky* para frente e para trás, de forma rápida e repetida, numa direção paralela à mola. Nesse caso, o meio (mola) vibra paralelamente à direção de transferência da energia. Partes da mola ficam comprimidas, criando uma zona de compressão. Entre duas regiões adjacentes de compressão, há uma região onde a mola está distendida, chamada de zona de rarefação. Tanto a compressão quanto a rarefação se propagam na mesma direção ao longo da mola (Hewitt, 2015).

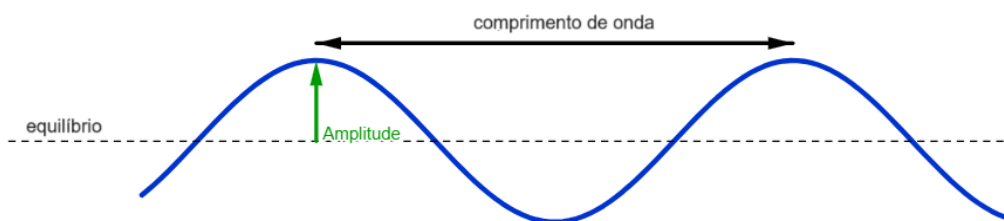
Para gerar uma onda transversal, basta movimentar também de forma repetida a extremidade livre da mola *slinky* para cima e para baixo. Nesse caso, o meio (mola) vibra perpendicularmente à direção de transferência da energia.

Quando a extremidade de uma corda esticada é movimentada para cima e para baixo de forma periódica, uma onda periódica é gerada. Para caracterizar uma onda periódica algumas de suas características devem ser definidas (Figura 3).

¹ Também conhecida como mola helicoidal.

Figura 3

Caracterização de uma onda periódica.



Nota. O eixo horizontal representa o comprimento de onda. Adaptado de *oPhysics: Interactive Physics Simulations. Longitudinal and Transverse Wave Basics*. (<https://ophysics.com/w6.html>). No domínio público.

A parte mais elevada é denominada crista da onda e a cavidade, que é a parte mais baixa entre duas cristas é chamada de vale. A amplitude da onda refere-se à distância entre o ponto médio da vibração, também chamado de posição de equilíbrio, e a parte mais alta (crista) ou mais baixa (vale) da onda. Assim, a amplitude é o afastamento máximo em relação ao ponto de equilíbrio. O comprimento de onda (λ) é a distância entre duas cristas ou dois vales consecutivos, ou mesmo a distância entre quaisquer dois pontos consecutivos em fase da onda (Figura 3). Já o comprimento de onda de uma onda longitudinal, é a distância entre compressões sucessivas ou, de forma equivalente, a distância entre rarefações sucessivas. O exemplo mais comum desse tipo de onda é o som propagando-se no ar. À medida que o som se propaga, as partículas de ar vibram para frente e para trás em torno de uma posição de equilíbrio (Hewitt, 2015).

O período (T) de uma onda é definido como o tempo necessário para que duas cristas ou dois vales consecutivos passem pelo mesmo ponto da corda, ou seja, o tempo que dura uma oscilação completa. Já a frequência (f) da onda será a mesma da fonte geradora, e é igual ao número de cristas ou de vales consecutivos que passam por um mesmo ponto da corda por unidade de tempo, que geralmente é um segundo. Durante um período T deste movimento a onda percorre a distância equivalente a um comprimento de onda, assim sua rapidez é dada por (Tipler & Mosca, 2014):

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f \quad (1), \text{ onde } T = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Essa equação pode ser utilizada para qualquer onda periódica, como o som, ondas na água, ondas numa corda e a luz visível.

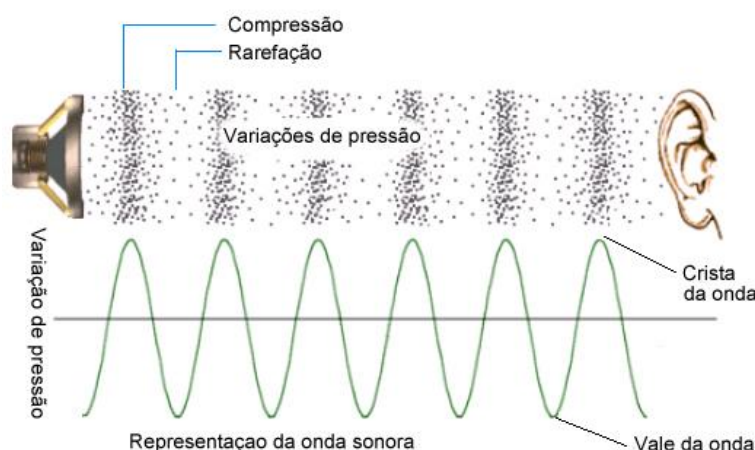
2.3. Ondas sonoras

Assim como as ondas longitudinais geradas na mola *slinky* (Figura 2), as ondas sonoras também são exemplos de ondas longitudinais. O som é uma onda mecânica, pois precisa de um meio material para se propagar. A maioria dos sons são ondas geradas por vibrações de objetos. No vácuo, não há matéria para ser comprimida ou expandida, o que impede a transmissão do som.

Os sons que se propagam no ar são produzidos por uma ampla variedade de vibrações. Por exemplo, considere o som emitido por um altifalante. O altifalante, feito de um cone de papel, vibra em sincronia com um sinal elétrico, fazendo com que as moléculas presentes no ar próximas ao altifalante oscilem com um movimento harmônico simples em torno das suas posições de equilíbrio (Hewitt, 2015) (Figura 4).

Figura 4

Representação da onda sonora gerada por um altifalante.



Nota. A Física e a Química. (<https://www.fg.pt/som/propagacao-do-som>). No domínio público.

Como resultado, o altifalante gera um padrão periódico de ar comprimido e rarefeito. As moléculas presentes no ar colidem com as suas vizinhas, fazendo-as oscilar, que por sua vez colidem com outras, e assim sucessivamente, propagando a onda sonora. Estes deslocamentos ocorrem ao longo da direção de propagação da onda e causam variações da densidade e da pressão do ar, formando zonas de alta e baixa pressão. As zonas de compressão correspondem às cristas, enquanto as zonas de rarefação representam os vales (Hewitt, 2015; Nussenzveig, 2014; Tipler & Mosca, 2014). Este mecanismo dinâmico de propagação da onda sonora pode ser resumido pelo ciclo a seguir, Figura 5.

Figura 5

Dinâmica da propagação de uma onda sonora.



Nota. Adaptado de Nussenzveig (2014).

3. Enquadramento didático-curricular

Este trabalho está alinhado com as aprendizagens essenciais do 8.º ano, no domínio Som e Subdomínio Produção e Propagação do Som e Ondas (Direção Geral da Educação, 2018a, p. 9). Os materiais que foram produzidos nesta investigação foram apresentados nas aulas de três turmas do 8.º ano, sendo utilizados por todos os alunos, o que permitiu a participação inclusiva dos alunos de baixa visão na atividade.

Apesar de não terem sido testados com os alunos do Ensino Secundário do 11.º ano, por não haver nenhum aluno cego ou de baixa visão a frequentar a componente específica de Física e Química A do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do ensino secundário, os recursos educativos que foram produzidos para auxiliar o ensino de ondas sonoras, se enquadram no domínio Ondas e eletromagnetismo do Subdomínio Sinais e ondas (Direção Geral da Educação, 2018b, p. 9), e podem futuramente ser utilizados neste nível de ensino.

3.1. 3.º Ciclo do Ensino Básico – 8.º ano

Domínio: Som

Subdomínio: Produção e Propagação do Som e Ondas

Aprendizagens essenciais:

- Concluir, numa atividade laboratorial (como, por exemplo, ondas produzidas na água, numa corda ou numa mola), que uma onda resulta da propagação de uma vibração, identificando a amplitude dessa vibração.
- Compreender que o som é produzido por vibrações de um material, identificando fontes sonoras.
- Reconhecer que o som é uma onda de pressão e necessita de um meio material para se propagar.
- Explicar a propagação do som e analisar tabelas de velocidade do som em diversos materiais (sólidos, líquidos e gases).
- Aplicar os conceitos de amplitude, período e frequência na análise de gráficos que mostrem a periodicidade temporal de uma grandeza física associada a um som puro.

3.2. Ensino Secundário – 11.º ano

Domínio: Ondas e eletromagnetismo

Subdomínio: Sinais e ondas

Aprendizagens essenciais:

- Interpretar, e caracterizar, fenómenos ondulatórios, salientando as ondas periódicas, distinguindo ondas transversais de longitudinais e ondas mecânicas de eletromagnéticas.
- Identificar o som como uma onda de pressão.

4. Prática em Terreno Escolar e Ensaio de Investigação

Este trabalho foi realizado em quatro etapas. A primeira etapa foi a definição de qual seria o tema e o ano em que os recursos educativos seriam testados. A segunda etapa foi o desenvolvimento do inquérito por questionário a ser aplicado aos alunos para verificar a perceção dos mesmos acerca da experiência que tiveram nas aulas com a metodologia da didática multissensorial. A terceira etapa foi a apresentação dos recursos e aplicação do questionário para os alunos durante as aulas. A última etapa foi a análise das respostas do inquérito acerca da perceção dos alunos.

4.1. Questão e objetivo da investigação

Este trabalho foi iniciado com o objetivo de responder à seguinte questão: Será que a utilização de recursos educativos inclusivos para o ensino do conceito de ondas sonoras no 8.º ano ajuda a melhorar a perceção dos alunos cegos/baixa visão e normovisuais na aprendizagem desse conteúdo? Assim, o principal objetivo dessa investigação foi investigar de que forma os alunos cegos/baixa visão e normovisuais do 8.º ano do Ciclo Básico avaliam os recursos educativos inclusivos desenvolvidos para auxiliá-los na aprendizagem do tema de ondas sonoras.

Para isso, foi utilizado um inquérito por questionário (Anexo 7) como instrumento para avaliar a perceção dos alunos sobre os recursos apresentados, bem como se esses recursos facilitaram sua aprendizagem sobre o assunto.

4.2. Critérios para a elaboração dos recursos educativos inclusivos

O Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas é um agrupamento de referência para alunos cegos e de baixa visão, com forte tradição na educação inclusiva (Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas, 2023a, 2023b). A partir dessas características o objetivo deste trabalho foi desenvolver e validar recursos que pudessem viabilizar a inclusão dos alunos cegos e de baixa visão, especificamente para a temática “propagação de ondas sonoras”. Então, na primeira fase dessa investigação procedeu-se à verificação da distribuição destes alunos nas turmas do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário do Agrupamento. Assim, foi feito um levantamento com o professor coordenador do Grupo de Recrutamento da Educação Especial de apoio educativo a crianças e jovens com cegueira ou baixa visão, Grupo

930. Com base nas informações fornecidas obteve-se a caracterização destes estudantes.

4.2.1. Caracterização dos alunos cegos e de baixa visão

Entre as turmas do 7.º ao 12.º ano a escola possui 16 alunos cegos e de baixa visão.

No 3.º Ciclo do Ensino Básico, são 9 alunos, distribuídos da seguinte maneira:

- 7.º ano: 3 alunos
- 8.º ano: 3 alunos
- 9.º ano: 3 alunos

No Ensino Secundário, são 7 alunos, onde 6 alunos estão a frequentar o 10.º ano e 1 aluno o 12.º ano. Cabe destacar que nenhum desses alunos optou pela oferta formativa do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, não havendo, portanto, nenhum aluno a cursar a disciplina de Física e Química A.

4.2.2. Metodologia para o desenvolvimento dos recursos educativos

De posse dessas informações, verificou-se que não seria possível testar materiais inclusivos de ensino de Física nas turmas do Ensino Secundário, uma vez que não havia alunos cegos e de baixa visão para avaliação. Constatou-se que estes estudantes não optaram pela oferta formativa do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias em virtude das dificuldades de adaptação/inclusão nas disciplinas específicas dessa área, tais como a Físico-Química.

Assim, foi feito um levantamento junto aos alunos cegos e de baixa visão do 10.º ano acerca das dificuldades que foram percebidas por eles na disciplina de Físico-Química do 3.º Ciclo do Ensino Básico. Objetivando-se, assim, desenvolver materiais que pudessem promover a inclusão dos alunos de Físico-Química e assim despertar o interesse para a área de Ciências. O tópico que foi definido pelos alunos cegos e de baixa visão como sendo um tema com dificuldade de compreensão foi “ondas sonoras”.

Tendo-se definido o tópico que seria abordado, partiu-se para o desenvolvimento dos recursos didáticos que seriam explorados junto aos estudantes. Assim, optou-se por desenvolver três recursos didáticos que permitissem um ensino inclusivo do tema de ondas sonoras.

Soler (1999) questiona o fato do ensino de Ciências possuir foco somente em elementos visuais. Em decorrência disso há muita perda de informações não-visuais, desmotivando os alunos cegos e de baixa visão nessas disciplinas. De acordo com Camargo (2022), para reverter esse quadro e permitir que o ensino de Física seja inclusivo é necessário que sejam garantidas três condições aos alunos cegos e de baixa visão:

1. participar das atividades de ensino junto com seus colegas normovisuais;
2. utilizar recursos didáticos adaptados;
3. participar efetivamente das atividades.

De acordo com a Didática Multissensorial (Camargo, 2022), a construção de atividades de ensino de Física deve levar em consideração a observação multissensorial de experimentos dos fenómenos físicos por meio de maquetes. Sendo definido como uma experiência, todo o material que permita a aproximação do observador com o fenómeno físico a ser estudado. Os recursos didáticos utilizados nessa abordagem são considerados multissensoriais quando permitem que a observação do fenómeno físico e de seus efeitos possam ser interpretadas por mais de uma via sensorial.

Camargo (2012) também considera importante que a formação dos professores possa envolver a construção de materiais capazes de estabelecer interfaces não visuais entre os fenómenos estudados e os alunos com e sem deficiência visual.

Portanto, tendo em conta o paradigma da Didática Multissensorial, os recursos educativos deste trabalho foram criados, de modo a permitir que os alunos cegos e de baixa visão participantes desta investigação tenham uma experiência multissensorial dos fenómenos físicos e das representações conceptuais do subdomínio: produção e propagação do som e ondas.

A partir dessas condições e de acordo com o paradigma da Didática Multissensorial, foram desenvolvidos três recursos didáticos adaptados para serem utilizados e testados nas aulas de ondas sonoras com foco na inclusão de todos os alunos, quer sejam os normovisuais, quer sejam os cegos e os de baixa visão.

4.2.3. Descrição dos recursos educativos desenvolvidos

Como mencionado na subsecção anterior foram criados três recursos educativos para ensinar como o som se propaga no ar. A seguir, segue uma breve descrição de cada um deles.

1. Maquete tátil

Este material (Anexo 4) foi desenvolvido para que os alunos percebam através de lixas de diferentes cores e texturas as zonas de compressão e rarefação criadas pela propagação de ondas sonoras. Para isso foram utilizados três tipos de lixas. Uma lixa mais grossa, de cor castanha, indicando zonas de compressão (crista da onda), uma lixa de textura intermédia, de cor preta, indicando zonas intermédias entre a compressão e a rarefação e uma lixa de textura mais fina, de cor amarela, indicando zonas de rarefação (vale da onda). Desse modo os estudantes podem perceber, seja através da visão ou do tato, as três representações de zonas associadas às densidades do ar com diferentes pressões. Esse material também permite aos alunos perceberem a periodicidade da onda, pois as lixas foram colocadas de modo a repetir o padrão da onda.

Durante a criação dessa maquete foram testadas diferentes texturas de lixas, de modo a se obter texturas que pudessem representar as três densidades diferentes. Os alunos e professores cegos e de baixa visão da escola participaram ativamente desse processo, indicando no final quais lixas estavam mais adequadas para representar as três diferentes zonas de pressão.

2. Modelo com mola *slinky*

Nesta maquete (Anexo 5) foi utilizada uma mola *slinky* para representar aos alunos que a onda sonora é uma onda longitudinal. Com este modelo, os alunos podem perceber tanto através da visão como através do tato, o modo como o som se propaga no ar, sendo a direção de propagação da onda a mesma que a da vibração. Também é possível perceber as zonas de compressão e de rarefação. Em três pontos da mola foram colocadas pequenas bolinhas para representar como as moléculas presentes no ar vibram em torno da sua posição de equilíbrio, originando as zonas de compressão (mola comprimida) e as zonas de rarefação (mola distendida).

3. Modelo em papel Braille

Este modelo impresso em papel Braille (Anexo 6), permite que os alunos percebam a propagação de uma onda sonora gerada por um altifalante. Nele, apresenta-se uma sequência de quatro impressões que representam as moléculas presentes no ar com diferentes densidades, o que é representado por pontos em relevo. A primeira impressão representa uma situação de equilíbrio em que todos os pontos encontram-se à pressão atmosférica local. Essa situação de equilíbrio é representada

pelos pontos picotados, impressos no papel. A segunda impressão representa o momento em que um altifalante é ligado, com os relevos da zona de compressão indicando a primeira crista da onda. A terceira impressão representa a sequência da onda, com a crista mais à direita, uma zona de equilíbrio e uma zona de rarefação à esquerda, o primeiro vale da onda. A quarta impressão representa uma onda completa, com a adição de mais uma zona de compressão à esquerda, o que permite ao estudante perceber a periodicidade da onda.

4.3. Elaboração do questionário

A segunda etapa da investigação se deu com a elaboração de um inquérito por questionário. O objetivo deste questionário foi avaliar a perceção e o impacto da experiência multissensorial que os alunos do 8º ano tiveram com os materiais educativos (seção 4.1.3) experimentados em contexto educacional formal.

Como este trabalho envolveu alunos, o questionário foi submetido a Comissão de Ética da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP) para garantir que o questionário obedecia aos princípios éticos determinados pela FCUP. Assim, foi emitido um parecer da Comissão de Ética da FCUP (Proc. CE2024/p149), disponível para consulta no Anexo 1. Além disso, foi enviado aos encarregados de educação o Consentimento Informado (Anexo 2) que deveria ser assinado pelo encarregado de educação a autorizar a participação do seu educando nesta investigação. Os alunos que obtiveram autorização dos respetivos encarregados de educação para participar no estudo, também assinaram o Assentimento Informado (Anexo 3) indicando que compreendiam e aceitavam participar deste estudo.

O questionário desenvolvido para os alunos do 8º ano encontra-se no Anexo 7, foi validado por um painel de especialistas. Nele, existem três blocos de questões que serão detalhados a seguir.

No primeiro bloco, as questões foram pensadas de modo a verificar a avaliação que os alunos tinham sobre o conceito de ondas sonoras e se os recursos inclusivos os ajudaram a perceber melhor esse conceito:

- Considero que já sabia o conceito de onda sonora.
- Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora.
- Considero que aprendi o conceito de onda sonora.

No segundo bloco, as questões foram pensadas sobre a maneira como eles interagiram e classificaram os recursos utilizados:

- Gostava de ter mais tempo para estudar com os recursos apresentados.
- Classifico cada recurso como.
- Considero que os recursos estão adequados.

No terceiro bloco, as questões foram pensadas sobre a experiência que tiveram numa aula utilizando esse tipo de recurso e se tais materiais seriam adequados para auxiliar alunos/colegas cegos ou com baixa visão:

- O uso dos recursos tornou as aulas mais interessantes.
- Gostava de ter mais aulas com este tipo de recursos.
- Percebo a importância desses recursos para alunos/colegas cegos ou com baixa visão.
- Tens sugestões para a melhoria dos recursos apresentados? Se sim, por favor indica-as.

4.4. Aplicação dos recursos educativos e do questionário

Para viabilizar esse trabalho foi necessária a colaboração de duas professoras do núcleo de Físico-Química da escola que lecionavam ao 8.º ano.

4.4.1. Descrição dos participantes

Foram três turmas do 8.º ano que participaram dessa investigação. Do total de 50 alunos matriculados nessas turmas, 42 responderam ao questionário. A primeira turma possuiu 18 alunos, com 2 alunos de baixa visão, sendo que um deles possui apenas 10% da visão. A segunda turma com 17 alunos sendo um aluno com baixa visão e a terceira turma com 15 alunos e nenhum estudante cego ou de baixa visão. Os alunos participantes desta investigação formam a amostra, considerada de conveniência.

4.4.2. Descrição da implementação

Os recursos educativos foram apresentados no dia 17/04/2024 para uma turma e no dia 30/04/2024 para as outras turmas. Nestas aulas foram feitas uma breve introdução do tópico de ondas sonoras. De seguida, os materiais foram distribuídos aos estudantes para que eles pudessem manusear e interagir com os mesmos. Nesse momento de interação foram introduzidos aos alunos os conceitos relacionados às ondas sonoras para que eles pudessem usar os recursos didáticos como material de apoio.

Ao final das explicações e após todos os alunos terem tido a oportunidade de interagir com os materiais inclusivos foi apresentado o questionário, que foi respondido no término da aula. O questionário foi administrado digitalmente e de forma anónima e não houve recolha do endereço eletrónico dos alunos participantes, sendo facultativo para os alunos que tiveram o consentimento dos encarregados de educação e assentiram a sua própria participação. O inquérito é constituído por questões acerca da perceção dos alunos sobre as suas aprendizagens e sobre os recursos educativos apresentados durante a aula.

4.5. Apresentação e análise dos resultados

O questionário, que foi utilizado para verificar de que forma os alunos avaliavam os recursos educativos inclusivos a eles apresentados durante a aula, foi respondido por 42 alunos do 8.º ano que participaram desse estudo (Tabela 1).

Tabela 1

Caracterização da amostra dos alunos participantes

Número de participantes	Género			Idade					
	Feminino	Masculino	Outro	12	13	14	15	16	17
42	47,6%	50,0%	2,4%	0,0%	35,7%	50,0%	11,9%	2,4%	0,0%

Os dados que foram recolhidos no questionário possuem uma escala de resposta tipo-Likert. Para tratar e analisar as informações obtidas utilizou-se os programas IBM SPSS *Statistics* (Versão 29) e o Microsoft Excel. Os dados foram organizados em gráficos e tabelas para serem apresentados e analisados nessa secção.

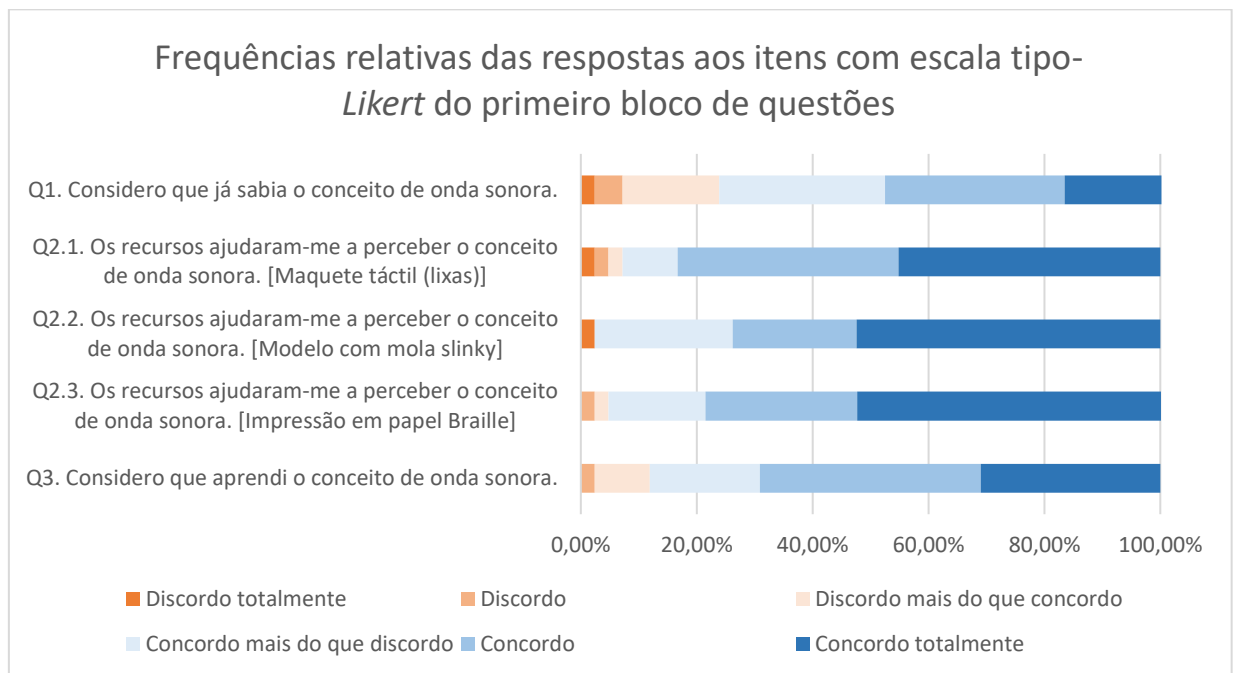
As duas primeiras perguntas visaram a caracterização dos participantes quanto ao género (feminino ou masculino) e à idade, incluindo uma opção para aqueles que preferissem não responder. De seguida, os alunos tiveram que indicar o seu nível de concordância com quinze afirmações. As opções de respostas foram organizadas em uma sequência ordinal de 1 a 6, indicando um grau de discordância ou concordância em relação as afirmações apresentadas.

Para avaliar o primeiro bloco de questões (Q1 a Q3), utilizou-se as opções de “discordo totalmente” a “concordo totalmente” numa escala de 1 a 6. A primeira questão verificou a perceção do aluno sobre o conceito de onda sonora. A segunda questão se

dividiu em três componentes, verificando se cada um dos três recursos o ajudou a perceber o conceito de onda sonora. A terceira questão verificou a percepção do aluno sobre o conceito de onda sonora após a utilização dos recursos inclusivos em sala de aula. As frequências relativas podem ser consultadas no Gráfico 1 e no Anexo 8.

Gráfico 1

Gráfico de barras das frequências relativas das questões 1 a 3.



Da análise dos dados do Gráfico 1 e do Anexo 8, observa-se que estes sugerem que os recursos educativos tiveram uma contribuição relevante acerca da percepção do aluno na sua aprendizagem de ondas sonoras. A variável “Q1. Considero que já sabia o conceito de onda sonora”, possuía 47,7 % dos alunos a indicar uma concordância elevada, entre o concordo e o concordo totalmente, tendo 23,9% dos alunos a apresentar algum grau de discordância.

Após a utilização dos recursos educativos, a variável “Q3. Considero que aprendi o conceito de onda sonora”, indica uma avaliação de 69,1% entre o concordo e o concordo totalmente, ou seja, pode-se inferir que os recursos educativos contribuíram para uma melhor compreensão dos alunos sobre o conceito de ondas sonoras, além de reduzir para 11,9% o número de alunos que apresentam algum grau de discordância.

Também é possível observar como os alunos percecionaram a utilização de cada um dos recursos educativos na aprendizagem desse tema. A variável “Q2.1. Os

recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Maquete tátil (lixas)]”, teve uma avaliação de 83,3% indicando uma concordância elevada (concordo e o concordo totalmente). A variável “Q2.2. Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Modelo com mola *slinky*]”, teve uma avaliação de 73,8% indicando uma concordância elevada (concordo e o concordo totalmente). A variável “Q2.3. Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Impressão em papel Braille]”, teve uma avaliação de 78,6% indicando uma concordância elevada (concordo e o concordo totalmente).

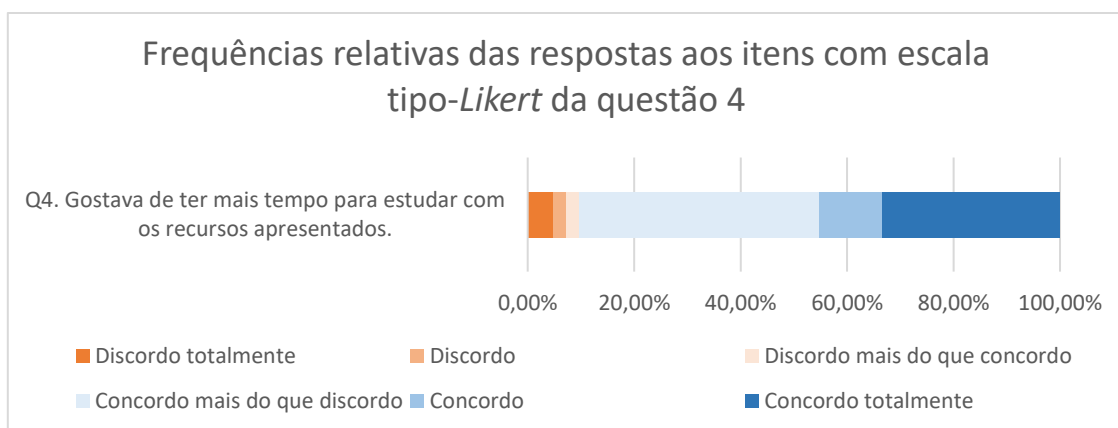
Numa análise geral, das variáveis Q2.1 a Q2.3 pode-se inferir que a utilização desses recursos teve um resultado positivo na mudança da percepção dos alunos sobre o entendimento do conceito de ondas sonoras, todos com uma concordância elevada (concordo e concordo totalmente) acima de 70%.

Para avaliar o segundo bloco de questões (Q4 a Q6), que procurou avaliar a maneira como eles interagiram e classificaram os recursos utilizados, utilizou-se as opções de “discordo totalmente” a “concordo totalmente” numa escala de 1 a 6.

A variável “Q4. Gostava de ter mais tempo para estudar com os recursos apresentados”, verificou se o tempo que eles tiveram contacto com os recursos foi suficiente para estudar. As frequências relativas podem ser consultadas no Gráfico 2 e no Anexo 8.

Gráfico 2

Gráfico de barras das frequências relativas da questão 4.



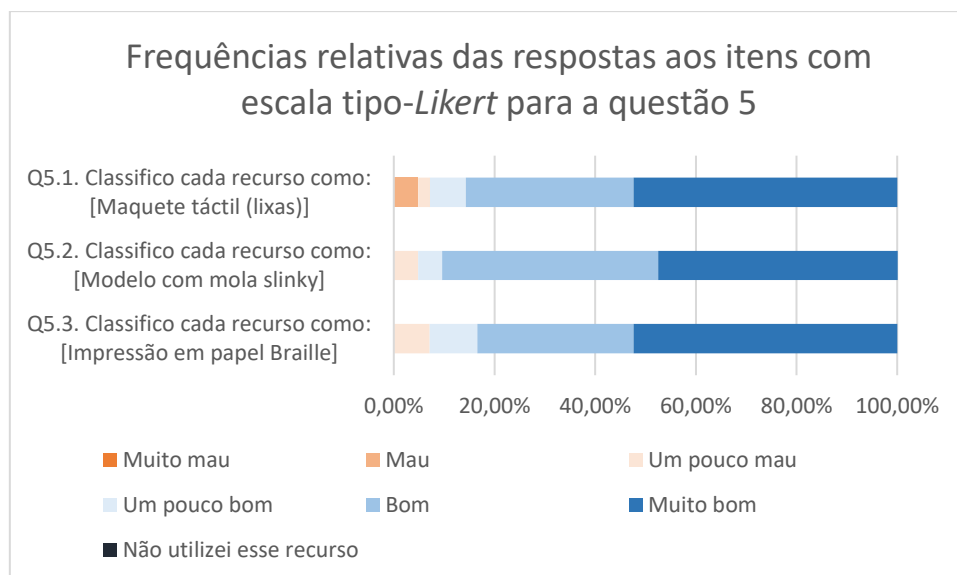
Verifica-se que com relação ao tempo que os alunos tiveram em sala de aula para estudar com os recursos, 33,3% concordaram totalmente, 11,9% concordaram e 45,2% concordaram mais do que discordaram. Estes resultados sugerem que o tempo de uma aula não foi suficiente o bastante para os alunos analisarem os recursos como

gostariam, indicando que mais aulas sobre ondas sonoras deveriam ser ministradas usando estes três materiais.

A variável “Q5. Classifico cada recurso como:”, foi dividida em três componentes, a fim de verificar como o aluno classifica cada um dos recursos educativos. Para essa avaliação optou-se pelas opções de “muito mau” a “muito bom” utilizando-se da mesma escala de 1 a 6. Foi adicionado um item de resposta a mais, “Não utilizei esse recurso”, para o caso do aluno não ter tido contacto com o material e assim responder de forma coerente à avaliação. As frequências relativas podem ser consultadas no Gráfico 3 e no Anexo 9.

Gráfico 3

Gráfico de barras das frequências relativas da questão 5.



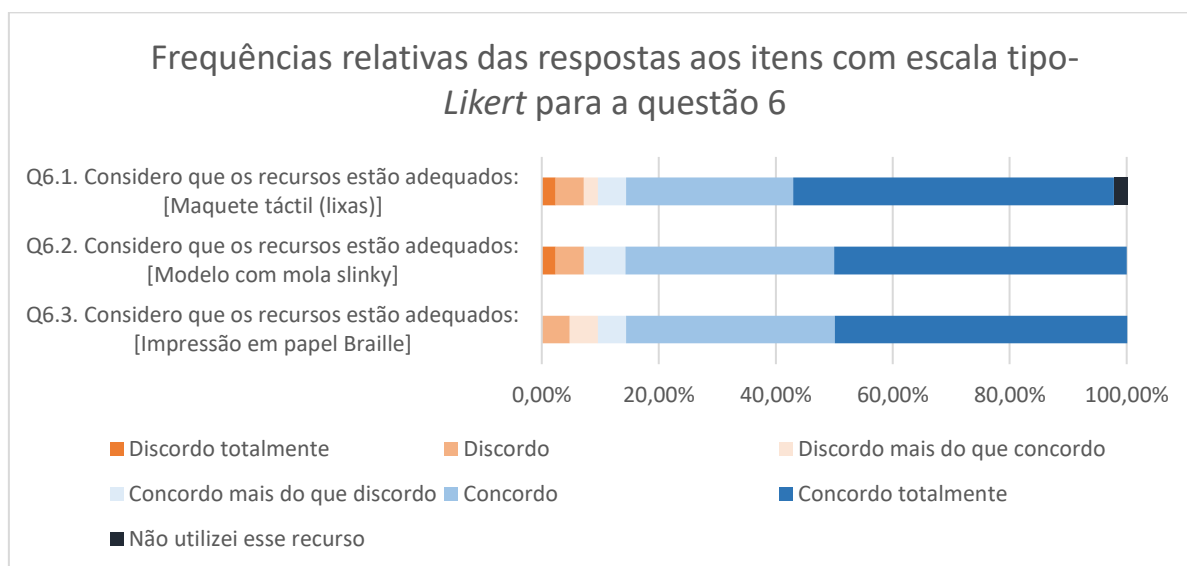
Verificando-se a classificação feita pelos alunos, a variável “Q5.1. Classifico cada recurso como: [Maquete tátil (lixas)]”, teve uma avaliação de 85,7% indicando uma concordância elevada (bom e o muito bom), e apenas 7,2% dos alunos expressaram algum grau de discordância. A variável “Q5.2. Classifico cada recurso como: [Modelo com mola *slinky*]”, teve uma avaliação de 90,5% indicando uma concordância muito elevada (bom e o muito bom), e apenas 4,8% dos alunos expressaram algum grau de discordância. A variável “Q5.3. Classifico cada recurso como: [Impressão em papel Braille]”, teve uma avaliação de 83,4% indicando uma concordância elevada (bom e o muito bom), e apenas 7,1% dos alunos expressaram algum grau de discordância.

Da análise das variáveis Q5.1 a Q5.3, pode-se concluir que os recursos foram bem avaliados, com o modelo de mola *slinky* a ser o melhor avaliado, sendo o que teve também a menor discordância dentre os três materiais.

A variável “Q6. Considero que os recursos estão adequados:”, assim como na variável Q5, também foi dividida em três componentes, a fim de verificar como o aluno avaliou a adequação de cada um dos recursos educativos. Para essa avaliação optou-se pelas opções de “discordo totalmente” a “concordo totalmente” também utilizando a mesma escala de 1 a 6. Também nesse caso, foi adicionado um item de resposta a mais, “não utilizei esse recurso”, para o caso do aluno não ter tido contacto com o material e assim responder de forma coerente à avaliação. As frequências relativas podem ser consultadas no Gráfico 4 e no Anexo 10.

Gráfico 4

Gráfico de barras das frequências relativas da questão 6.



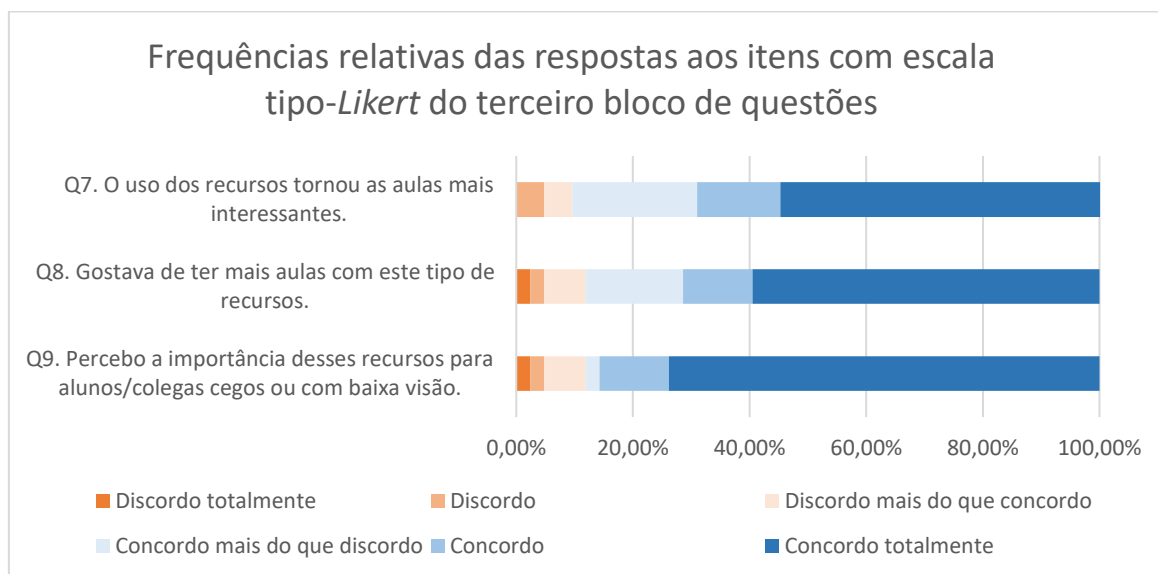
Verificando-se a classificação dada pelos alunos, a variável “Q6.1. Considero que os recursos estão adequados: [Maquete tátil (lixas)]”, teve uma avaliação de 83,4% indicando uma concordância elevada (concordo e o concordo totalmente), e apenas 9,6% dos alunos expressaram algum grau de discordância. A variável “6.2. Considero que os recursos estão adequados: [Modelo com mola *slinky*]”, teve uma avaliação de 85,7% indicando uma concordância muito elevada (concordo e o concordo totalmente), e apenas 7,2% dos alunos expressaram algum grau de discordância. A variável “Q6.3. Considero que os recursos estão adequados: [Impressão em papel Braille]”, teve uma avaliação de 85,7% indicando uma concordância elevada (concordo e o concordo totalmente), e apenas 9,6% dos alunos expressaram algum grau de discordância.

Ao analisar esse segundo bloco de questões, das variáveis Q4 a Q6, os resultados sugerem que os alunos tiveram uma boa aceitação dos materiais. As respostas da questão 4, sugerem que o professor pode utilizar mais aulas para apresentar estes materiais. Além disso, o alto índice da classificação assim como o baixo índice de discordância em relação aos recursos apresentados verificados nas questões 5 e 6, indicam que os materiais estão apropriados para auxiliar o professor no ensino de ondas sonoras no contexto de sala de aula.

Para avaliar o terceiro bloco de questões (Q7 a Q9), utilizou-se as opções de “discordo totalmente” a “concordo totalmente” na mesma escala de 1 a 6. Esse bloco de questões, procurou avaliar a percepção dos alunos sobre o uso dos recursos didáticos inclusivos em contexto de sala de aula. A sétima questão procurou avaliar se os recursos didáticos tornaram as aulas mais interessantes. A oitava questão, procurou verificar se os alunos se interessariam por aulas desse tipo, utilizando outros materiais inclusivos. Na nona questão procurou-se verificar se os alunos consideravam importante esse tipo de material inclusivo no ensino de alunos cegos e de baixa visão. As frequências relativas podem ser consultadas no Gráfico 5 e no Anexo 10.

Gráfico 5

Gráfico de barras das frequências relativas das questões 7 a 9.



Na variável “Q7. O uso dos recursos tornou as aulas mais interessantes.”, os alunos indicaram uma concordância de 69,1 %, entre o concordo e o concordo totalmente, tendo 9,6% dos alunos apresentado algum grau de discordância. Já na variável “Q8. Gostava de ter mais aulas com este tipo de recursos.”, 71,4% indicaram uma concordância elevada, tendo 11,9% dos alunos apresentado algum grau de

discordância. Na avaliação sobre a importância desse tipo de material para o ensino de alunos cegos/baixa visão, a variável “Q9. Percebo a importância desses recursos para alunos/colegas cegos ou com baixa visão.”, os alunos indicaram uma concordância de 85,7% e 11,9% de discordância.

Da análise das variáveis Q7 a Q9, sugere-se que os recursos educativos parecem tornar as aulas sobre o tema mais atrativas, mostrando-se um instrumento motivador no ensino de ondas sonoras tanto para os alunos normovisuais como para os alunos cegos/baixa visão. As respostas da variável Q9, indicam que os alunos participantes da investigação também avaliaram como importante esse tipo de instrumento no ensino de ondas sonoras para os seus colegas cegos/baixa visão.

Ao final do questionário, os participantes foram convidados a responder a uma pergunta aberta, opcional, solicitando sugestões para melhorar os recursos educativos apresentados. A seguir são apresentadas algumas dessas respostas, que corroboraram as avaliações positivas que os recursos educativos tiveram na amostra dos 42 alunos participantes.

Um aluno pediu para “apresentar mais matérias e que a aula dure mais”. Outro fez o comentário “achei o modelo com mola um pouco complexo, porém gostei de todos os modelos e acredito que a aula fica muito mais interessante e perceptível com os materiais usados.” Um outro aluno fez o seguinte comentário “mais possibilidades ou materiais para terem recursos melhores para a aprendizagem”. Um outro comentário sobre a diversidade dos recursos educativos: “podiam ter mais exemplos de maquetes e poderiam ser mais acessíveis.” Comentaram também sobre a importância dos recursos inclusivos para a aprendizagem dos colegas cegos/baixa visão: “gostei muito, tornou as aulas mais interessantes e pode ajudar os colegas cegos, adorei.”, “está muito bom e está ajudando muito as pessoas com deficiência visual.”, “tem de ter paciência para explicar e esperar a compreensão do aluno de baixa visão ou cegos com o material e a matéria.”

Essas afirmações sugerem que os recursos educativos foram adequados aos alunos do 8.º ano, ajudando a percepção do conceito de ondas sonoras, tanto dos alunos normovisuais como dos cegos/baixa visão, além de ter tornado as aulas sobre ondas sonoras mais atrativas e perceptíveis para todos. Além disso, demonstra o interesse dos participantes para que mais componentes curriculares possam ser ensinadas com esse tipo de recurso. Verifica-se também que os alunos normovisuais perceberam que os recursos educativos também podem ser úteis para os seus colegas cegos/baixa visão.

Para além de uma interpretação qualitativa dos dados obtidos, realizou-se também uma análise de correlação entre as afirmações presentes no questionário. Para definir o tipo de teste estatístico a ser utilizados é preciso saber o tipo de amostra que foi utilizada. Como nesta investigação foi utilizada uma amostra de conveniência, será utilizado o teste não paramétrico de tau-b de Kendall, que é uma técnica estatística usada para medir a associação entre duas variáveis. Os resultados de tau-b de Kendall podem variar de -1 a 1, sendo que um valor de 1 indica uma perfeita concordância, -1 indica uma perfeita discordância e 0 indica que não há correlação. (Guilford & Fruchter, 1978; Lewis, 2014).

No Anexo 11 são mostradas todas as correlações encontradas das variáveis de Q1 a Q9. Algumas correlações são apresentadas na Tabela 2 e discutidas em seguida.

Tabela 2

Correlações tau-b de Kendall entre as variáveis

			Q1	Q3	Q4	Q7	Q8	Q9
Q1	Considero que já sabia o conceito de onda sonora.	Coef. C.	-					
		p (2 extr.)	-					
		N	-					
Q3	Considero que aprendi o conceito de onda sonora.	Coef. C.	0,482**	-				
		p (2 extr.)	<0,001	-				
		N	42	-				
Q4	Gostava de ter mais tempo para estudar com os recursos apresentados.	Coef. C.	0,399**	0,487**	-			
		p (2 extr.)	0,001	<,001	-			
		N	42	42	-			
Q7	O uso dos recursos tornou as aulas mais interessantes.	Coef. C.	0,474**	0,652**	0,607**	-		
		p (2 extr.)	<0,001	<0,001	<0,001	-		
		N	42	42	42	-		
Q8	Gostava de ter mais aulas com este tipo de recursos.	Coef. C.	0,403**	0,655**	0,643**	0,873**	-	
		p (2 extr.)	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	
		N	42	42	42	42	-	
Q9	Percebo a importância desses recursos para alunos/colegas cegos ou com baixa visão.	Coef. C.	0,464**	0,491**	0,457**	0,666**	0,632**	-
		p (2 extr.)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-
		N	42	42	42	42	42	-

Coef. C. – coeficiente de correlação

p – significância

N – dimensão da amostra

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades),

* A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades),

Pode-se destacar que as correlações tau-b de Kendall, apresentaram uma correlação positiva e moderada entre as variáveis, Q1 e Q3 (coeficiente de correlação = 0,482, $p < 0,01$), Q3 e Q4 (coeficiente de correlação = 0,487, $p < 0,01$), Q3 e Q7 (coeficiente de correlação = 0,652, $p < 0,01$), Q3 e Q8 (coeficiente de correlação = 0,655, $p < 0,01$), Q3 e Q9 (coeficiente de correlação = 0,491, $p < 0,01$).

A avaliação da correlação entre as variáveis Q1 e Q3 sugere que os recursos educativos tiveram um impacto positivo na perceção da aprendizagem dos alunos sobre o tema de ondas sonoras. Além disso, os testes de correlações entre a variável Q3 e as variáveis Q4, Q7, Q8 e Q9 sugere que os recursos educativos tornaram as aulas mais interessantes, fomentou nos alunos o interesse em estudar outros conteúdos com este tipo de recurso educativo, despertando sua curiosidade para estudar com os outros sentidos para além da visão. Indica, ainda, que os alunos se interessaram em ter mais tempo de aula para interagir com esses recursos. E por último, indica que os alunos normovisuais perceberam a importância de se usar novos materiais educativos para os seus colegas cegos/baixa visão. Essas avaliações são importantes pois sugerem que os recursos apresentados estiveram adequados para auxiliar os alunos em contexto de sala de aula.

Finalizando, pode-se fazer uma avaliação geral da perceção dos alunos sobre os recursos educativos. O primeiro bloco de questões buscava verificar qual a avaliação que os alunos tinham sobre o conceito de ondas sonoras antes e depois da utilização dos recursos inclusivos, de modo a verificar se os recursos os ajudaram a perceber melhor esse conceito. Antes de utilizar os recursos educativos, 47,7 % dos alunos indicaram que sabiam o conceito de onda sonora, com um grau de concordância elevada, e 23,9% dos alunos apresentaram algum grau de discordância. Após a utilização dos recursos educativos, a avaliação de concordância passou para 69,1% e diminuiu para 11,9% os alunos que apresentaram algum grau de discordância. As correlações tau-b de Kendall, entre essas duas questões apresentaram uma correlação positiva e significativa (coeficiente de correlação = 0,482, $p < 0,01$). Assim, esses resultados sugerem que os recursos educativos ajudaram a melhorar a perceção dos alunos sobre o conceito de ondas sonoras.

Já o segundo bloco de questões procurou verificar a maneira como eles interagiram e como classificavam os recursos utilizados. Nessas questões, tanto a classificação, como a adequação dos recursos tiveram respostas com concordância elevada, todas acima de 80%. Além disso, os estudantes indicaram que gostariam de

ter mais aulas com os recursos. Essas respostas sugerem que os materiais foram adequados para discutir o conceito de ondas sonoras com os alunos.

Para o terceiro bloco de questões, foi avaliado se os alunos se interessam pela aula e se gostariam de ter mais aulas com esse tipo de recurso. Também foi questionado se os recursos estariam adequados para auxiliar alunos/colegas cegos ou com baixa visão. Todas as respostas desse bloco também indicavam grande concordância. Verificando as correlações tau-b de Kendall, observa-se também que apresentaram uma correlação positiva e significativa.

5. Conclusões e considerações finais

O objetivo desse trabalho foi avaliar a percepção que os alunos cegos e de baixa visão do 8.º ano tiveram dos recursos educativos inclusivos criados para os ajudar no ensino do conceito de ondas sonoras e que foram apresentados a eles durante uma aula de Físico-Química. Esses recursos foram produzidos de acordo com o paradigma da Didática Multissensorial, que é um método de ensino inclusivo que consiste em realizar aulas e produzir materiais didáticos que estimulam a utilização dos diversos sentidos. No ensino de Ciências, a multissensorialidade permite que mais estudantes participem das aulas à medida que recebem as informações dos fenómenos físicos e químicos estudados através dos diversos meios sensoriais (Camargo, 2022; Fernandes et al., 2017; Soler, 1999).

Para realizar essa avaliação foi elaborado um questionário, do qual participaram 42 alunos, de um grupo de alunos normovisuais e de baixa visão. Foram 15 perguntas no total, divididas em três blocos questões. A partir da análise das respostas do inquérito (secção 4.5), observou-se que com o uso de recursos multissensoriais, no caso específico dos recursos educativos criados para o ensino de ondas sonoras, a abordagem da Didática Multissensorial se mostrou satisfatória.

Apesar de ter sido verificada uma avaliação positiva por parte dos alunos nessa investigação, o tempo de estudo e a escolha da amostra, tiveram limitações. O tempo de investigação foi limitado pelo número de aulas que os alunos puderam ter contacto com os recursos educativos. No entanto, o desenvolvimento dos materiais contou com a participação de diversos professores e alunos cegos/baixa visão que foram sendo construídos ao longo de várias semanas, sempre tendo o respaldo e o retorno dos mesmos, o que foi ser verificado nas respostas do questionário, com um alto grau de concordância nas avaliações dos recursos educativos. Com relação a amostra de alunos pesquisados, havia um número muito pequeno de alunos com baixa visão se comparado com o número de alunos normovisuais. Assim, a partir desse estudo e dos seus resultados, este trabalho pode servir de motivação para realização de uma investigação mais abrangente, que contemple mais alunos cegos e de baixa visão. Estes são os principais beneficiários dos recursos educativos inclusivos e os que mais carecem e anseiam por materiais alternativos que tenham como características explorar os sentidos, permitindo assim sua plena participação nas aulas de Físico-Química.

6. Reflexão autocrítica e projetos futuros

Considero que este foi um trabalho muito enriquecedor. Neste trabalho, além da investigação, que buscou avaliar a perceção dos alunos sobre o conteúdo de ondas sonoras, também me envolvi com a construção dos materiais didáticos que foram usados durante as aulas. Para que isso fosse possível, interagi com os professores e os alunos ao longo de algumas semanas. Durante o período em que estive a desenvolver os materiais, os alunos e os professores mostraram-se sempre interessados e dispostos a ajudar. À medida que os materiais ficavam prontos, eram apresentados e a partir do retorno que recebia, os recursos iam sendo aperfeiçoados até ficarem prontos para o uso em sala de aula.

Avalio como importante este tipo de trabalho, pois percebi o impacto positivo que a disponibilidade de materiais inclusivos tem sobre o aprendizado e a autoestima dos alunos cegos e de baixa visão. Inclusive, isso foi uma das motivações deste trabalho de investigação, produzir e avaliar materiais que pudessem aumentar a inclusão de alunos cegos/baixa visão em um tema que tiveram dificuldade de aprendizagem. Observou-se, em conversas com os alunos, que pelas dificuldades de aprendizado de Físico-Química no Ciclo Básico, eles acabam por não seguir seus estudos nas áreas de Ciência e de Tecnologia. Assim, concluo, que o convívio e a oportunidade de trabalhar com esse perfil de alunos e professores serão importantes para a minha prática profissional.

Acredito que esse seja um importante passo de uma longa jornada na carreira da docência, a experiência que tive nessa investigação, irá com certeza ajudar-me nos desafios que encontrarei ao longo da carreira, abrindo portas para que projetos educativos possam contribuir para minimizar as dificuldades de aprendizagem dos alunos.

Referências Bibliográficas

- Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas. (2023a). *Projeto Educativo 2022-2026*.
Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas.
https://site.aerfreitas.pt/documentos/agrupamento/documentos/Proj_Educ.pdf
- Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas. (2023b). *Projeto Educativo 2022-2026*.
Anexos. Agrupamento de Escolas Rodrigues de Freitas.
https://site.aerfreitas.pt/documentos/agrupamento/documentos/Proj_Educ_Anexos.pdf
- Anjos, P. T. A., & Camargo, E. P. (2011). Didática Multissensorial: algumas considerações. 2.º Encontro sobre Divulgação e Ensino de Ciências. São Paulo, Brasil.
- Camargo, E. P. (2012). *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física*. Editora Unesp.
- Camargo, E. P. (2022). *Ensino de física multissensorial*. Encontrografia Editora.
- Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho. (2018).
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/EEspecial/dl_54_2018.pdf
- Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. (2011). *Educação Inclusiva e Educação Especial. Indicadores-chave para o desenvolvimento das escolas: um guia para diretores*. Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/EEspecial/guia_diretor_16_9_net.pdf
- Direção Geral da Educação. (2018a). *Aprendizagens Essenciais – Articulação com o Perfil dos Alunos, 8.º ano, 3.º ciclo do Ensino Básico, Físico-Química*. Direção Geral de Educação.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/fisico-quimica_3c_8a_ff.pdf

- Direção Geral da Educação. (2018b). *Aprendizagens Essenciais – Articulação com o Perfil dos Alunos, 11.º ano, Ensino Secundário, Física e Química A. Direção Geral de Educação*.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_fq_a.pdf
- Fernandes, T. C., Hussein, F. R. G. S., & Domingues, R. C. P. R. (2017). Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*, 39(2), 195-203.
<http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160076>
- Ferreira, D. S., Camargo, E. P. & Santos, J. A. (2012). A didática multissensorial das ciências como metodologia para o ensino de física e a inclusão de pessoas com deficiência. *Anais do sciencult*, 3(1), 49-55.
- Guilford, J. P., & Fruchter, B. (1978). *Fundamental statistics in psychology and education*. (6th ed.). McGraw-Hill.
- Hewitt, P. G. (2015). *Física conceitual* (12.^a ed.). (T. F. Ricci, Trad.) Bookman.
- Hahn, M., Cruz, F., Carvalho, P. S., Ferreira, V., Marques, F., & Macieira, C. (2021). Adapting a solar photovoltaic panel experiment for blind students. *Physics Education*, 56(3), 035023. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abe9bf>
- Lewis, S. E. (2014). An introduction to nonparametric statistics in chemistry education research. In Bunce, D. M. & Cole, R. S. (Eds.). *Tools of chemistry education research* (pp.115–133). American Chemical Society. 10.1021/bk-2014-1166.ch007
- Nussenzveig, H. M. (2018). *Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor* (Vol. 2). Editora Blucher.
- oPhysics: Interactive Physics Simulations. *Longitudinal and Transverse Wave Basics*. Acesso em: 18/06/2024. <https://ophysics.com/w6.html>
- oPhysics: Interactive Physics Simulations. *Standing Waves on Strings*. Acesso em: 18/06/2024. <https://ophysics.com/waves6.html>

- Silva, G. P., Foques, F. D. F., Filietaz, M. R. P., & Pilissao, C. Kit molecular inclusivo para deficientes visuais no ensino de estruturas tridimensionais. (2023). *Química Nova na Escola*, 45(3), 205-215. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160336>
- Soler, M. A. (1999). *Didáctica multissensorial de las ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Ediciones Paidós Ibérica.
- Tipler, P. A. & Mosca, G. (2014). *Física para cientistas e engenheiros*, Volume 1. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda.
- UNESCO. (2005). *Orientações para a Inclusão: Garantindo o Acesso à Educação para Todos*. UNESCO, Paris.

Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética da FCUP



Parecer

Ref.: Proc. CE2024/p149

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Geraldo Magela Couto Oliveira no âmbito do estudo intitulado “Avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras no ensino da Física de 8.º ano”, a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse estudo, uma vez que estão garantidos o anonimato para fora da equipa, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos bem como o assentimento informado dos alunos participantes no referido projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2 de maio de 2024

O Presidente da Comissão de Ética

Assinado por: **João José de Faria Graça Afonso Lima**
Num. de Identificação: 07103810
Data: 2024.05.02 17:42:15+01'00'

Anexo 2 – Consentimento informado

CONSENTIMENTO INFORMADO – Atividade: Avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras no ensino da Física de 8.º ano

Consentimento informado

No âmbito de uma Investigação em Ensino da Física, será aplicado um questionário, anónimo, a alunos da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, no Porto, estando assegurados o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos. O Professor-estagiário Geraldo Magela Couto Oliveira é o responsável pela elaboração do referido questionário, sendo que os dados resultantes da participação dos alunos servirão para avaliar o impacto/perceção dos alunos sobre a avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras no ensino da Física de 8.º ano.

Nenhum aluno será beneficiado ou prejudicado por aceitar ou recusar participar no estudo e em qualquer momento do processo, se algum aluno sentir que deseja alterar a decisão tomada, poderá fazê-lo.

Agradecemos a colaboração do seu (sua) educando (a) e a sua pelo que solicitamos uma declaração de autorização para os devidos efeitos (ver abaixo p. f.).

_____, encarregado (a) de educação do (a) aluno (a) _____ para os devidos e legais efeitos, declara autorizar, graciosamente, a participação do seu (sua) educando (a) em estudo da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, o que inclui a resposta, de forma anónima, a questionários.

Assinatura

Anexo 3 – Assentimento informado

ASSENTIMENTO informado – Atividade: Avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras no ensino da Física de 8.º ano

Assentimento informado

No âmbito de uma Investigação em Ensino da Física, será aplicado um questionário, anónimo, a alunos da Escola Básica e Secundária Rodrigues de Freitas, no Porto, estando assegurados o anonimato e a confidencialidade dos dados recolhidos. O Professor-estagiário Geraldo Magela Couto Oliveira é o responsável pela elaboração do referido questionário, sendo que os dados resultantes da participação dos alunos servirão para avaliar o impacto/perceção dos alunos sobre a avaliação de recursos educativos inclusivos para o ensino de ondas sonoras no ensino da Física de 8.º ano.

Nenhum aluno será beneficiado ou prejudicado por aceitar ou recusar participar no estudo e em qualquer momento do processo, se algum aluno sentir que deseja alterar a decisão tomada, poderá fazê-lo.

Agradecemos a sua colaboração!

Eu (aluno/a), _____ (Nome),
li, compreendo e aceito participar no estudo segundo as condições acima mencionadas.

Assinatura

Anexo 4 – Maquete táctil

Figura 6

Exemplos de lixas utilizadas



Figura 7

Maquete táctil: teste com diferentes tipos de lixas



Figura 8

Maquete táctil utilizada com os alunos



Anexo 5 – Modelo com mola *slinky*

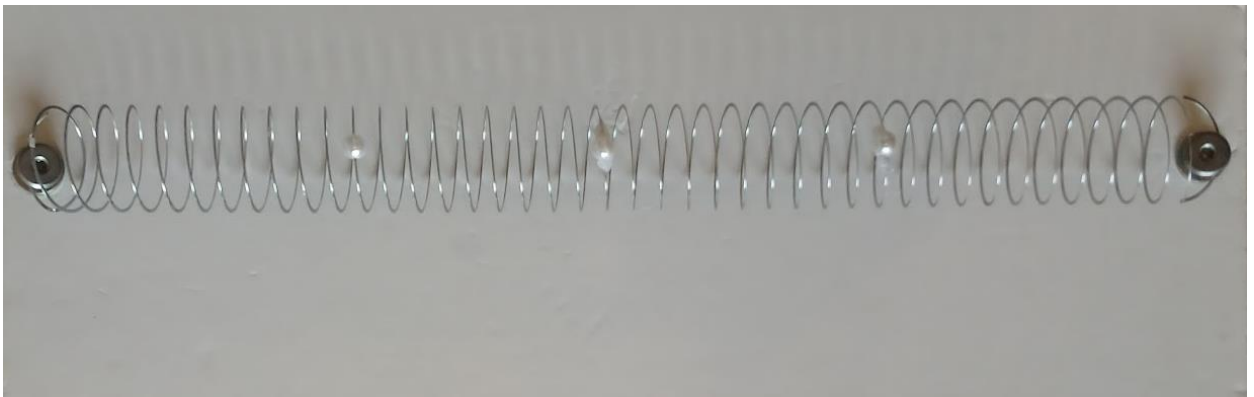
Figura 9

Mola slinky



Figura 10

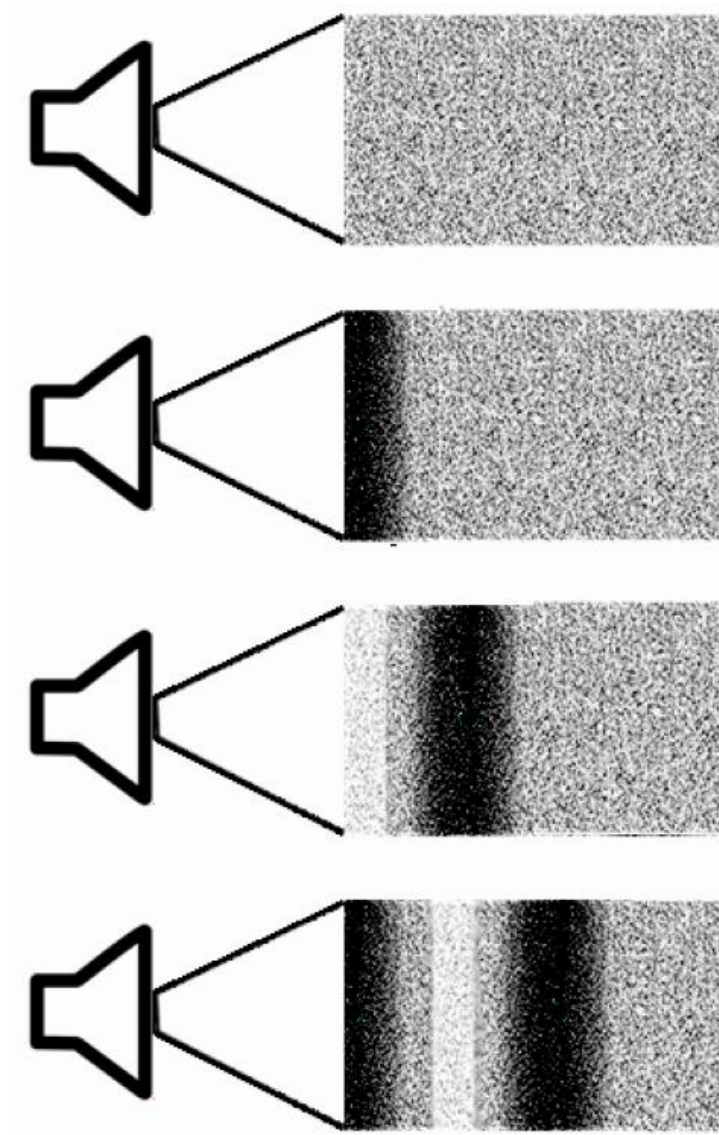
Modelo com mola slinky



Anexo 6 – Modelo em papel Braille

Figura 11

Modelo em papel Braille



Anexo 7 – Questionário

(aplicado aos alunos através do GoogleForms)

Questionário

Lê atentamente as perguntas e as afirmações e seleciona a opção com que mais te identificas. Nas questões com respostas em termos de concordância/discordância, responde de acordo com a escala indicada na própria questão. Este questionário é anónimo e pode ser interrompido a qualquer momento. Responder ou não às questões não influencia de qualquer forma na avaliação do aluno.

magela@gmail.com [Mudar de conta](#)

 Não partilhado

*** Indica uma pergunta obrigatória**

Género *

☐ Feminino

☐ Masculino

☐ Outro

☐ Prefiro não responder

Idade *

☐ 12

☐ 13

☐ 14

☐ 15

☐ 16

☐ 17

Classifico cada recurso como: *

	Não utilizei este recurso	Muito mau	Mau	Um pouco mau	Um pouco bom	Bom	Muito bom
Maquete táctil (lixas)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Modelo com mola slinky	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Impressão em papel Braille	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Considero que os recursos estão adequados: *

	Não utilizei este recurso	Discordo totalmente	Discordo	Discordo mais do que concordo	Concordo mais do que discordo	Concordo	Concordo totalmente
Maquete táctil (lixas)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Modelo com mola slinky	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Impressão em papel Braille	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

O uso dos recursos tornou as aulas mais interessantes. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente



Gostava de ter mais aulas com este tipo de recursos. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Percebo a importância desses recursos para alunos/colegas cegos ou com baixa visão. *

	1	2	3	4	5	6	
Discordo totalmente	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Concordo totalmente

Tens sugestões para a melhoria dos recursos apresentados? Se sim, por favor indica-as.

A sua resposta

Enviar

Limpar formulário

Anexo 8 – Respostas às questões 1 a 4 do questionário com escala Tipo-*Likert*

Tabela 3

*Respostas às questões 1 a 4 do questionário com escala Tipo-*Likert**

		Frequência					
		Discordo totalmente*	Discordo*	Discordo mais do que concordo*	Concordo mais do que discordo*	Concordo*	Concordo totalmente*
Q1	Considero que já sabia o conceito de onda sonora.	2,4%	4,8%	16,7%	28,6%	31,0%	16,7%
Q2.1	Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Maquete tátil (lixas)]	2,4%	2,4%	2,4%	9,5%	38,1%	45,2%
Q2.2	Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Modelo com mola <i>slinky</i>]	2,4%	0,0%	0,0%	23,8%	21,4%	52,4%
Q2.3	Os recursos ajudaram-me a perceber o conceito de onda sonora. [Impressão em papel Braille]	0,0%	2,4%	2,4%	16,7%	26,2%	52,4%
Q3	Considero que aprendi o conceito de onda sonora.	0,0%	2,4%	9,5%	19,0%	38,1%	31,0%
Q4	Gostava de ter mais tempo para estudar com os recursos apresentados.	4,8%	2,4%	2,4%	45,2%	11,9%	33,3%

NOTAS: A dimensão da amostra é de 42 participantes

*Correspondência numérica da Escala do tipo *Likert*:

1 – Discordo totalmente; 2 – Discordo; 3 – Discordo mais do que concordo;

4 – Concordo mais do que discordo; 5 – Concordo; 6 – Concordo totalmente.

Anexo 9 – Respostas às questões 5.1 a 5.3 do questionário com escala Tipo-*Likert*

Tabela 4

*Respostas às questões 5.1 a 5.3 do questionário com escala Tipo-*Likert**

		Frequência					
		Muito mau*	Mau*	Um pouco mau*	Um pouco bom*	Bom*	Muito bom*
Q5.1	Classifico cada recurso como: [Maquete tátil (lixas)]	0,0%	4,8%	2,4%	7,1%	33,3%	52,4%
Q5.2	Classifico cada recurso como: [Modelo com mola <i>slinky</i>]	0,0%	0,0%	4,8%	4,8%	42,9%	47,6%
Q5.3	Classifico cada recurso como: [Impressão em papel Braille]	0,0%	0,0%	7,1%	9,5%	31,0%	52,4%

NOTAS: A dimensão da amostra é de 42 participantes
 *Correspondência numérica da Escala do tipo *Likert*:
 1 – Muito mau; 2 – Mau; 3 – Um pouco mau;
 4 – Um pouco bom; 5 – Bom; 6 – Muito bom.

Anexo 10 – Respostas às questões 6 a 9 do questionário com escala Tipo-*Likert*

Tabela 5

*Respostas às questões 6 a 9 do questionário com escala Tipo-*Likert**

		Frequência					
		Discordo totalmente*	Discordo*	Discordo mais do que concordo*	Concordo mais do que discordo*	Concordo*	Concordo totalmente*
Q6.1	Considero que os recursos estão adequados: [Maquete tátil (lixas)]	2,4%	4,8%	2,4%	4,8%	28,6%	54,8%
Q6.2	Considero que os recursos estão adequados: [Modelo com mola <i>slinky</i>]	2,4%	4,8%	0,0%	7,1%	35,7%	50,0%
Q6.3	Considero que os recursos estão adequados: [Impressão em papel Braille]	0,0%	4,8%	4,8%	4,8%	35,7%	50,0%
Q7	O uso dos recursos tornou as aulas mais interessantes.	0,0%	4,8%	4,8%	21,4%	14,3%	54,8%
Q8	Gostava de ter mais aulas com este tipo de recursos.	2,4%	2,4%	7,1%	16,7%	11,9%	59,5%
Q9	Percebo a importância desses recursos para alunos/colegas cegos ou com baixa visão.	2,4%	2,4%	7,1%	2,4%	11,9%	73,8%

NOTAS: A dimensão da amostra é de 42 participantes

*Correspondência numérica da Escala do tipo *Likert*:

1 – Discordo totalmente; 2 – Discordo; 3 – Discordo mais do que concordo;

4 – Concordo mais do que discordo; 5 – Concordo; 6 – Concordo totalmente.

Anexo 11 – Teste não paramétrico de correlação de tau-b de Kendall

Tabela 6

Teste não paramétrico de correlação de Tau-b de Kendall

	Q1	Q2.1	Q2.2	Q2.3	Q3	Q4	Q5.1	Q5.2	Q5.3	Q6.1	Q6.2	Q6.3	Q7	Q8	Q9
Coef. C.	-														
Q1 <i>p</i> (2 extr.)	-														
N	-														
Coef. C.	0,339**	-													
Q2.1 <i>p</i> (2 extr.)	0,005	-													
N	42	-													
Coef. C.	0,189	0,442**	-												
Q2.2 <i>p</i> (2 extr.)	0,078	<,001	-												
N	42	42	-												
Coef. C.	0,185	0,506**	0,606**	-											
Q2.3 <i>p</i> (2 extr.)	0,082	<,001	<,001	-											
N	42	42	42	-											
Coef. C.	0,482**	0,492**	0,485**	0,293*	-										
Q3 <i>p</i> (2 extr.)	<,001	<,001	<,001	0,015	-										
N	42	42	42	42	-										
Coef. C.	0,399**	0,493**	0,333**	0,408**	0,487**	-									
Q4 <i>p</i> (2 extr.)	0,001	<,001	0,008	0,001	<,001	-									
N	42	42	42	42	42	-									
Coef. C.	0,333**	0,735**	0,400**	0,338**	0,478**	0,462**	-								
Q5.1 <i>p</i> (2 extr.)	0,006	<,001	0,002	0,008	<,001	<,001	-								
N	42	42	42	42	42	42	-								
Coef. C.	0,127	0,345**	0,793**	0,471**	0,493**	0,352**	0,491**	-							
Q5.2 <i>p</i> (2 extr.)	0,175	0,007	<,001	<,001	<,001	0,006	<,001	-							
N	42	42	42	42	42	42	42	-							
Coef. C.	0,288*	0,362**	0,518**	0,605**	0,388**	0,299*	0,627**	0,616**	-						
Q5.3 <i>p</i> (2 extr.)	0,016	0,005	<,001	<,001	0,002	0,015	<,001	<,001	-						
N	42	42	42	42	42	42	42	42	-						
Coef. C.	0,267*	0,719**	0,377**	0,260*	0,417**	0,385**	0,804**	0,411**	0,464**	-					
Q6.1 <i>p</i> (2 extr.)	0,022	<,001	0,003	0,03	0,001	0,002	<,001	0,002	<,001	-					
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-					
Coef. C.	0,098	0,441**	0,640**	0,433**	0,382**	0,388**	0,548**	0,643**	0,525**	0,699**	-				
Q6.2 <i>p</i> (2 extr.)	0,233	<,001	<,001	<,001	0,003	0,002	<,001	<,001	<,001	<,001	-				
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-				
Coef. C.	0,231*	0,414**	0,511**	0,572**	0,370**	0,285*	0,547**	0,557**	0,810**	0,624**	0,702**	-			
Q6.3 <i>p</i> (2 extr.)	0,042	0,002	<,001	<,001	0,003	0,019	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	-			
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-			
Coef. C.	0,474**	0,529**	0,447**	0,417**	0,652**	0,607**	0,556**	0,448**	0,517**	0,493**	0,469**	0,557**	-		
Q7 <i>p</i> (2 extr.)	<,001	<,001	<,001	0,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	-		
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-		
Coef. C.	0,403**	0,545**	0,535**	0,465**	0,655**	0,643**	0,569**	0,499**	0,488**	0,472**	0,552**	0,523**	0,873**	-	
Q8 <i>p</i> (2 extr.)	0,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	<,001	-	
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-	
Coef. C.	0,464**	0,443**	0,305*	0,334**	0,491**	0,457**	0,418**	0,310*	0,382**	0,411**	0,342**	0,390**	0,666**	0,632**	-
Q9 <i>p</i> (2 extr.)	<,001	<,001	0,015	0,009	<,001	<,001	0,002	0,015	0,003	0,002	0,008	0,003	<,001	<,001	-
N	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	-

Coef. C. – coeficiente de correlação

p – significância

N – dimensão da amostra

** A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades),

* A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades),