

# O diagrama de Gowin potencializando as atividades experimentais em eventos científicos

## The Gowin diagram improvement of experimental activities at scientific events

Lucas Antonio Xavier <sup>1\*</sup>, Fernando José Luna <sup>1</sup>, Breno Rodrigues Segatto <sup>2</sup>, Laércio Ferracioli <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). Av. Alberto Lamego, 2000, Parque Califórnia, CEP: 28013-602 - Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Av. Fernando Ferrari 514 - CEP 29075-910 - Goiabeiras, Vitória, ES, Brasil.

\*E-mail: [lucas.perobas@gmail.com](mailto:lucas.perobas@gmail.com)

Recibido el 12 de octubre de 2023 | Aceptado el 18 de noviembre de 2023

### Resumo

É apresentado produto educacional<sup>1</sup> resultante do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física realizado na Universidade Federal do Espírito Santo. O objetivo é mostrar os usos do diagrama de Gowin no contexto de atividades experimentais para subsidiar os educandos participantes de eventos científicos. A escola Professora Filomena Quitiba da rede estadual do estado do Espírito Santo foi local para articular a proposição da heurística de Gowin, também conhecido como diagrama V devido ao seu formato. O estudo foi qualitativo, de caráter exploratório e interpretativo em função dos dados coletados e avaliados. Os participantes da pesquisa foram alunos do ensino médio organizados em grupos para a participação em feiras de ciências. Os resultados foram satisfatórios com a inserção do diagrama nas atividades experimentais de física. Os educandos compreenderam o potencial do diagrama de Gowin durante as atividades. Conclui-se que os usos do diagrama de Gowin se apresenta de forma didática para a percepção do método científico e uma necessidade na educação básica.

**Palavras chave:** Diagrama de Gowin; Experimento de Física; Feira de Ciências.

### Abstract

An educational product resulting from the National Professional Master's Degree in Physics Teaching carried out at the Federal University of Espírito Santo is presented. The aim is to show the uses of the Gowin diagram in the context of experimental activities to support students participating in scientific events. The Professora Filomena Quitiba school of the state network of the state of Espírito Santo was the place to articulate the proposition of the Gowin heuristic, also known as the V-diagram due to its format. The study was qualitative, exploratory and interpretive in terms of the data collected and evaluated. The research participants were high school students organized into groups to participate in science fairs. The results were satisfactory with the insertion of the diagram in the experimental physics activities. The students understood the potential of the Gowin diagram during the activities. It is concluded that the uses of the Gowin diagram for the perception of the scientific method and a need in basic education are presented in a didactic way.

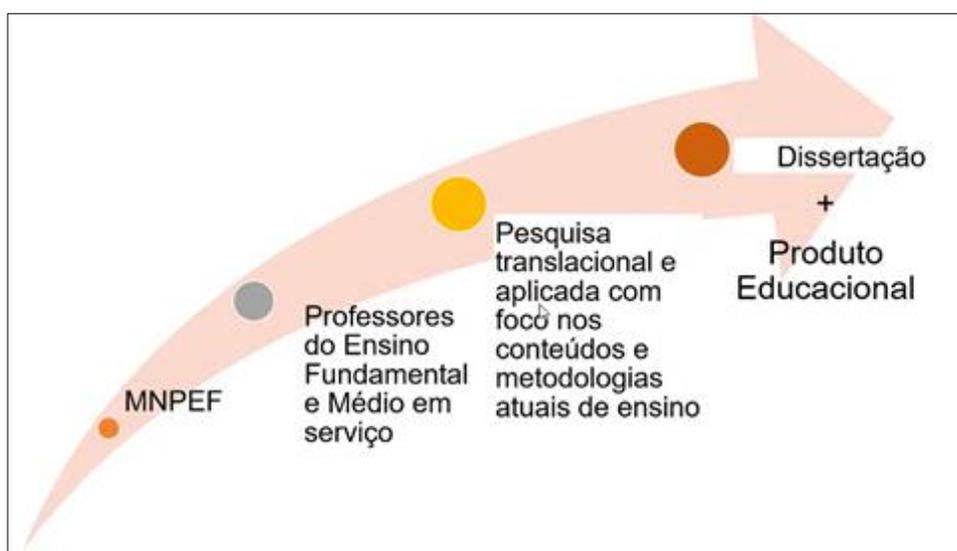
**Keywords:** Gowin diagram; Physics Experiment; Science Fair.

<sup>1</sup> <http://repositorio.ufes.br/handle/10/10797> (Apêndice B, p. 124)

## I. INTRODUÇÃO

O ensino da física vem passando por algumas mudanças devido a implementação da reforma curricular. Em função disso a prática pedagógica precisa ser repensada. Para um ensino de melhor qualidade, o docente deve adotar metodologias para deixar o educando em condições de estar conectado às demandas da sociedade do século XXI. Nesse viés, práticas experimentais e participação em eventos científicos como feira de ciências se mostra uma alternativa complementar de ensino na disciplina de física.

Este artigo é um recorte do produto educacional produzido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) realizado na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). O MNPEF possibilita os docentes de física com uma formação mais qualificada para o trabalho na educação básica. Pois, durante a formação há novas aprendizagens de metodologias e teorias. Além da escrita do texto dissertativo há a produção de um produto educacional, que deve ser aplicado de forma recorrente na escola, conforme ilustra a figura 1.



**FIGURA 1.** O mestrado profissional como estratégia para melhorar o ensino da ciência Física na educação básica. Além da escrita da dissertação, há necessidade de um produto educacional. Fonte: Física ao Vivo – O MNPEF e o potencial transformador do ensino de Física no país. Live quinzenal proferida em junho de 2023 pela cientista Iramaia J. de Paulo <https://www.youtube.com/live/OLOv5HqcasA?feature=share>

Para isso, a formação recebida durante o curso do mestrado profissional potencializa a estruturação de materiais de apoio ao ensino e aprendizagem da física, que é um campo da ciência de grande valor para a sociedade. Paula (2011) afirma que:

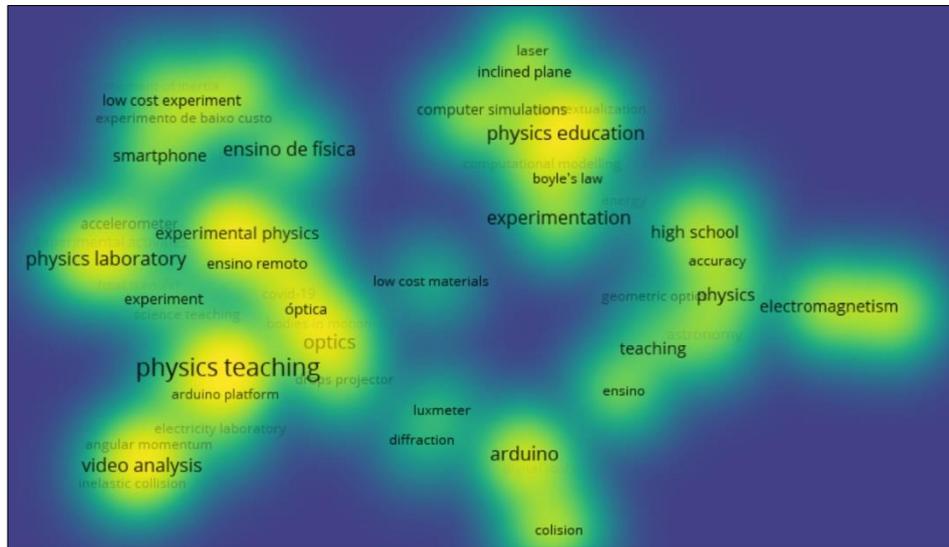
*Aprender e ensinar ciências são empreendimentos de alta complexidade. Isso porque, quando aprendemos ciências, estamos nos apropriando de uma nova cultura. No caso das ciências naturais, entre outros aspectos, essa nova cultura caracteriza-se pela adoção de um conjunto específico de modos, às vezes incomuns, de perguntar, investigar, interpretar, compreender e elaborar respostas para questões relacionadas às características de fenômenos que ocorrem na natureza (Paula, 2011, p. 194).*

Nesse contexto, para abordar a etapa de elaboração de projetos para a feira de ciências com atividades experimentais, professor e educando, deve seguir ações que promova melhor compreensão do conteúdo da física.

Por outro lado, ao realizar uma pesquisa devemos verificar como estão as publicações de experimentos de física? Nessa perspectiva, métodos sistemáticos são fundamentais para a revisão de literatura, pois, facilitam o trabalho dos “pesquisadores no levantamento do estado da arte, cujo encaminhamento exige identificação, coleta, seleção, avaliação dos resultados, análise e relatório de um conjunto de trabalhos sobre diferentes questões de pesquisa” (Coelho, 2023). Assim foi realizada uma busca na base de dados Scopus por intermédio do Portal Periódicos Capes. Os termos adotados foram “*physics AND experiment*”, sendo encontrados 130.947 documentos. Foi aplicado os filtros encontrados nesta base, física e astronomia, energia, multidisciplinar, recorte temporal de 2012 a 2023 e artigos somente em português. Dessa forma, o número de artigos ficou reduzidos a 95 documentos. São documentos de afiliações de diversas instituições públicas em sua maioria como pode ser visto na figura 2. Inclusive os artigos são quase todos da Revista Brasileira de Ensino de Física.



Semelhantermente, as informações relacionadas a figura 3 podem ser analisadas em termos de rede de visualização de densidade, conforme ilustra a figura 4. Quanto maior o brilho da cor amarela e maior o tamanho do círculo, o que significa maior frequência do termo. Também significa que várias pesquisas sobre o termo foram realizadas. De forma inversa, menor o tamanho do círculo e menor intensidade da cor amarela mostra baixo índice de estudos relacionados.



**FIGURA 4.** Visualização de densidade - 173 itens conectados. Fonte: VOSviewer 2023.

A heurística de Gowin, se apresenta como prática sistêmica para desempacotar o conhecimento. O termo "*heurística*" vem da palavra grega "*heurisko*", significando "*eu descobri*". A heurística pode ser "*entendida como o estudo dos métodos e das abordagens que são usados na descoberta e na solução de problemas*" (French, 2009, p. 31). Em um estudo feito por Milena; Munford; Fernandes (2023), de 2008 a 2021 foi concluído que as práticas epistêmicas têm o potencial para o campo da educação em ciências no Brasil com indicações de novas direções de pesquisa. As autoras apontam para as oportunidades de novos membros à comunidade produtora de conhecimento.

Almeida; Silva et al, (2019) desenvolveram um estudo a partir da construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual. O trabalho experimental baseou-se no uso de materiais acessíveis e de baixo custo. Os participantes foram 11 pessoas pertencentes à Associação de Deficientes Visuais da Cidade do Crato que foram visitar a mostra científica na 15ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, na cidade de Juazeiro do Norte, no estado do Ceará. Os resultados foram proveitos para pessoas que apresentam problemas de visão. Os participantes entenderam a noção de localização e distribuição dos planetas no Sistema Solar. Houve boa interação com o público que sugeriram adequações ao experimento de física. Por exemplo, ter legendas em braille. Como sugestões a maquete pode ser replicada com facilidade e demonstrou ser um bom recurso didático, capaz de transmitir conceitos relevantes sobre o nosso Sistema Solar e temas transversais ao assunto.

Esse trabalho de 2019 comunga com o mapeamento a partir de dissertações e teses realizado pelos autores Souza, Rosa e Darroz (2022) sobre ensinar física para alunos com deficiência visual. Os autores mostraram "*que a troca e o diálogo entre alunos videntes e alunos com deficiência visual é fundamental para a realização das atividades*" (Souza, Rosa e Darroz, 2022).

De forma semelhante, os autores Almeida e Silva (2015) desenvolveram um trabalho com objetivo de discutir experimentos dentro da oficina "Aerodinâmica de bolas" para apresentar conceitos da física, como princípios de Bernoulli e Magnus. Os autores exploraram brevemente os experimentos de como foram desenvolvidos e expostos na exposição temática "*Ciência do Esporte*". Posteriormente, otimizaram a construção e montagem da "*bola flutuante*" com diversos materiais de baixo custo. Os participantes fora os visitantes do museu de ciências Espaço Ciência Viva, principalmente alunos da educação básica. Os resultados foram bons ao contemplar o princípio de Bernoulli e o efeito Magnus na fundamentação teórica no experimento. O projeto "*Ciência do Esporte*", com os experimentos "*bola flutuante*" e "*bola de futebol*" versus "*bola de futebol americano*" tem aplicações em diferentes níveis escolares.

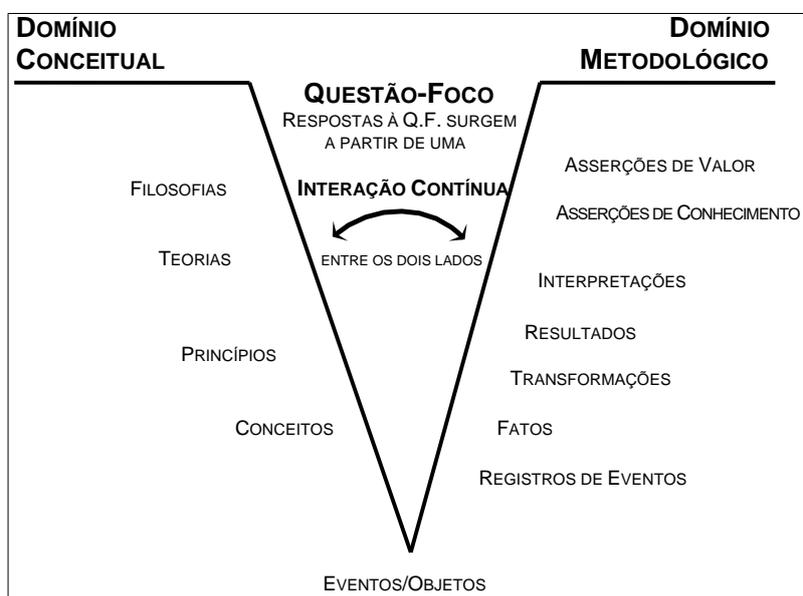
Nesse viés é explorado o diagrama de Gowin nas atividades experimentais, pois o mesmo ajuda a entender as tarefas propostas no contexto de eventos científicos. Entretanto, o objetivo é capacitar os alunos para a estruturação e mediação de seus experimentos para a feira de ciências.

## II. APORTE TEÓRICO

A fim de melhorar o ensino e aprendizagem, o filósofo da ciência Dixie Bob Gowin (1981), propôs uma alternativa para maior percepção dos afazeres nas aulas de ciências ao perceber as dificuldades dos estudantes. A alternativa encontrada foi sintetizar em um diagrama em formato de V os elementos do método científico, “*facilita a construção do conhecimento sobre filosofia e metodologia de forma integrada*” (Fox, 2007). Esse novo instrumento possibilita detalhar a estrutura do conhecimento clarifica as ideias diante da atividade experimental (Novak e Gowin, 1984, p. 71). O diagrama de Gowin é composto de quatro elementos principais que se desdobra em outros itens que são relevantes no processo da atividade experimental conforme pode ser observado na figura 5. No entanto, Moreira (2012) mostra que o instrumento:

*... é útil porque mostra claramente a produção de conhecimentos como resultante da interação entre dois domínios, um teórico-conceitual e outro metodológico, para responder questões, que são formuladas envolvendo esses dois domínios, a respeito de eventos ou objetos de estudo sobre os quais convergem tais domínios (Moreira, 2012, p. 3-12).*

Nessa perspectiva, o educando precisa ter em mente a necessidade de saber a explicação teórica, o pensar do seu experimento, assim como da parte metodológica, o saber fazer.



**FIGURA 5.** O diagrama de Gowin. Fonte: Novak e Gowin (1984, p. 3)

Esse entendimento no processo de investigação como um instrumento metodológico norteia na análise e interpretação e avaliação de dados da atividade experimental (Ferracioli, 2005). O diagrama de Gowin foi escolhido para melhor compreensão do trabalho desenvolvido para a participação de feira de ciências. Pois, os dois lados do diagrama de Gowin, o pensar do lado esquerdo com o fazer do lado direito, em interação contínua requer atenção. Ferracioli (2005), mostra que:

*O caminhar por este lado do pensar está intrinsecamente atrelado ao lado do fazer a pesquisa. Dessa forma, uma vez observado o evento, localizado na base do ‘V’, seguindo pelo lado direito, são feitos os registros dos eventos, que são as anotações das observações: não há pesquisa sem registro das observações. A avaliação dos registros dos eventos, verificando sua validade (confiança) os transforma em fatos, que constituem a base de dados da pesquisa. (Ferracioli, 2005).*

Sua adoção como proposição metodológica potencializa o trabalho experimental de física, pois mimetiza o método científico.

A inserção do diagrama em evento científico como a feira de ciências é um espaço estratégico para socializar conhecimentos produzidos pelos alunos. De acordo com as diretrizes do Ministério da Educação, as feiras de ciências:

*... são eventos sociais, científicos e culturais realizados nas escolas ou na comunidade com a intenção de, durante a apresentação dos estudantes, oportunizar um diálogo com os visitantes, constituindo-se na oportunidade de discussão sobre os conhecimentos, metodologias de pesquisa e criatividade dos alunos em todos os aspectos referentes à exibição de trabalhos (Brasil, 2006, p. 20).*

Sendo assim oportuno explorar o diagrama como metodologia para fortalecer o processo de ensino e aprendizagem da física através da experimentação.

Primordialmente é recomendável que o professor de física da educação básica adote os critérios de Gowin e Alvarez (2005) para avaliar os elementos constitutivos do diagrama de Gowin, segundo Novak e Gowin (1984, p. 125), a princípio funcionam de forma normativa para estabelecer os critérios de valor. Uma boa porção de conhecimento deverá incluir todos os elementos do “Vê”, ilustrar como é que esses elementos se ligam entre si, e ser coerente, compreensiva e significativa.

Nesse ínterim, são apresentadas as tabelas de I a X com seus respectivos valores e parâmetros de avaliação.

**TABELA I.** Critério de Avaliação para a *Questão – Foco*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Questão-foco</i> é identificada
1	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, mas não inclui o <i>Evento</i> OU o lado Conceitual do V.
2	Uma <i>Questão-foco</i> é identificada, inclui conceitos, mas não sugere o <i>Evento</i> OU o <i>Evento</i> errado é identificado.
3	Uma <i>Questão-foco</i> clara é identificada, inclui conceitos para serem usados e diretamente relacionados com o <i>Evento</i> .

**TABELA II.** Critério de Avaliação para a *Teoria*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Teoria</i> é identificada.
1	Uma <i>Teoria</i> é identificada, mas não relaciona o Domínio Conceitual do V ou com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .
2	Uma <i>Teoria</i> relevante é identificada e relaciona o Domínio Conceitual do V com a <i>Questão-foco</i> e o <i>Evento</i> .

**TABELA III.** Critério de Avaliação para os *Princípios*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Princípio ou Lei são identificados.
1	Princípios são identificados e são relevantes com a Teoria.

**TABELA IV.** Critério de Avaliação para os *Conceitos*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Conceito</i> é identificado
1	<i>Conceitos</i> são identificados, mas não estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .
2	<i>Conceitos</i> são identificados e estão relacionados com a <i>Questão-foco</i> e/ou os <i>Eventos</i> .

**TABELA V.** Critério de Avaliação para *O que você espera como Resultado deste Experimento?* Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma expectativa é identificada.
1	Expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .
2	Expectativas são identificadas e estão relacionadas com a <i>Questão-foco</i> e/ou ao <i>Evento</i> .

**TABELA VI.** Critério de Avaliação para o *Evento*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum <i>Evento</i> é identificado.
1	O <i>Evento</i> é identificado, mas é inconsistente com a <i>Questão-foco</i> .
2	O <i>Evento</i> é identificado e é consistente com a <i>Questão-foco</i>

**TABELA VII.** Critério de Avaliação para os *Registro/Dados*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum Registro é identificado.
1	Registros são identificados, mas são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> ou com o <i>Evento</i> .
2	Registros são identificados para o <i>Evento</i> e são consistentes com a <i>Questão-foco</i> .

**TABELA VIII.** Critério de Avaliação para as *Transformações*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Transformação</i> é identificada.
1	<i>Transformações</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> e com os Dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .
2	<i>Transformações</i> são consistentes com a <i>Questão-foco</i> e os dados coletados a partir dos <i>Registros</i> .

**TABELA IX.** Critério de Avaliação para as *Conclusões e Justificativas*. Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhuma <i>Conclusão</i> é identificada.
1	<i>Conclusões</i> são inconsistentes com a <i>Questão-foco</i> .
2	<i>Conclusões</i> são derivadas dos <i>Registros e Transformações</i> .
3	As <i>Conclusões</i> são consistentes com os dados coletados nos <i>Registros</i> e representados nas <i>Transformações</i> .
4	As <i>Conclusões</i> contêm os componentes de 3 e conduz/sugere para uma nova <i>Questão-foco</i>

**TABELA X.** Critério de Avaliação para: *O Resultado encontrado coincide com o que você esperava?* Fonte: Gowin e Alvarez, 2005.

Valor	Parâmetro de Avaliação
0	Nenhum resultado é identificado.
1	Resultado é identificado, mas NÃO está relacionado com a <i>Questão-foco e/ou o Evento</i> .
2	Resultado é identificado e está relacionado com a <i>Questão-foco e/ou o Evento</i> .

### III. ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa, de natureza aplicada, “*objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais*” (Gerhardt e Silveira, 2009, p. 35). No entanto, objetiva gerar conhecimentos para aplicar à solução da problemática levantada, explicação dos alunos em feiras de ciências.

Quanto à abordagem do problema, a pesquisa será qualitativa “*começa com pressupostos e o uso de estruturas interpretativas/teóricas que informam o estudo dos problemas da pesquisa, abordando os significados que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano*” (Creswell, 2014, p. 50).

Para responder ao objetivo foi adotado a abordagem exploratória ao proporcionar familiaridade com o problema de pesquisa (Souza; Da Rosa; Darroz, 2010). Entretanto, foi realizada oficinas do diagrama de Gowin com seus elementos.

Nesse caminho, a base epistemológica da pesquisa ancorou-se no paradigma sociocrítico, pois, “*o objetivo é promover as transformações sociais e dar respostas a problemas específicos presentes nas comunidades, mas com a participação de seus membros*” (Campoy Aranda, 2016, p. 397).

Inclusive para a pesquisa foi escolhida uma unidade escolar localizada no município de Piúma, região sul do Estado do Espírito Santo pertencente à rede estadual. A opção pela região sul capixaba se fez pela carência local em pesquisa. Para a amostra foram selecionados alunos do ensino médio da primeira a terceira série de uma população de 482 estudantes. Sampieri et al (2006, p. 236), mostram que “[...] *o subgrupo da população, a partir da qual são recolhidos os dados, que deve ser representativo dessa população*”. Dessa forma, obtivemos 18 grupos com 90 alunos.

Portanto, o local de pesquisa foi a Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Professora Filomena Quitiba, situada na cidade de Piúma, Estado do Espírito Santo, Brasil. Uma das ações pedagógicas da escola é a Feira de Ciências Carcília de Matos Rezende que vem sendo realizada desde de 1983.

O instrumento da coleta de dados foi o diagrama de Gowin e a técnica, o corpus de análise, as fichas do diagrama preenchidas. O objetivo da coleta de dados é proporcionar um entendimento maior sobre os significados e as experiências das pessoas (Sampieri et al, 2013, p. 38).

A partir do exposto, a pesquisa foi organizada em aulas, conforme quadro I.

**QUADRO I.** Planejamento da proposta de trabalho

<b>1ª Aula</b>	Objetivo	1ª Oficina: apresentar o Método Científico
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula Expositiva com <i>Datashow</i>
	Descrição	Aula explicando o que é e como trabalhar com o Método Científico

<b>2ª Aula</b>	Objetivo	2ª Oficina: Apresentar o diagrama V
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula expositiva com <i>Datashow</i>
	Descrição	Aula explicando o que é e como trabalhar com o diagrama V
<b>3ª Aula</b>	Objetivo	Entrega da proposta do experimento para cada grupo formado
	Duração	Hora/Aula: 55 minutos
	Formato	Aula explicativa sistematizada
	Descrição	Os grupos com seus experimentos iniciaram o preenchimento do diagrama V. A continuidade desta atividade se deu durante um mês no contra turno e nos horários de planejamento do pesquisador.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do percurso metodológico explicitados serão apresentados os resultados da análise das fichas do diagrama de Gowin. Entretanto, para melhor entendimento dos elementos do diagrama foram realizadas duas oficinas com auxílio de *Datashow*. A primeira oficina abordou o método científico, conforme ilustrado no quadro II.

**QUADRO II.** Temas explorados na oficina sobre o método científico

Temáticas	Etapas
Teoria Científica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poder explicativo</li> <li>• Precisa dizer porque algo acontece, e não apenas o que acontece...</li> <li>• Resultado precisa ser validado...</li> </ul>
Método Científico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O que é Ciência? O que chamamos de conhecimento científico?</li> <li>• Visão idealizada: Problema → Hipótese → Experimento → Refutação/Não refutação → Problema</li> </ul>
Método Científico em cinco partes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação: Entender seu objeto de estudo.</li> <li>• Hipótese: Formular uma hipótese a partir da análise dos dados.</li> <li>• Previsões: Hipótese para prever os resultados de novas observações.</li> <li>• Experimento: Desenvolver experimentos para testar suas previsões.</li> <li>• Teoria: Construir uma teoria que explica fenômenos.</li> </ul>
Método científico na prática	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hipóteses precisam ser refutáveis</li> <li>• Os experimentos precisam ser reprodutíveis</li> <li>• Os resultados precisam ser comunicados</li> <li>• Os métodos e resultados precisam ser criticados</li> </ul>
Tipo de Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nem toda pesquisa é feita da mesma forma, os métodos são diversos.</li> </ul>
O método da Física	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulação do problema</li> <li>• Observação e experimentação</li> <li>• Interpretação e formulação de hipóteses</li> <li>• Teste da interpretação</li> </ul>

Durante a oficina foi abordado o início do processo do método iniciado por René Descartes (1596-1650) e Francis Bacon (1561-1626) até a contemporaneidade com o advento das comunidades científicas, maneira de como se faz ciência hoje. Gil (1999, p. 8) situa o método científico como um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para atingir o conhecimento. Não há um método único, mas a comunidade científica segue um padrão, que seja reprodutível, baseado na matemática e com aspectos de renovação. Lakatos e Marconi (2007) ao abordarem sobre o método científico afirmam que “não é exclusiva da ciência, por outro lado, não há ciência sem o emprego de métodos científicos”. O sucesso que a humanidade alcançou em termos de conhecimento foi graças a adoção de um padrão sistematizado de pesquisa. Nessa perspectiva, González (2023) ao abordar sobre os achados do telescópio espacial da NASA, James Webb, após um ano de sua existência, mostrou os desafios encontrados pela ciência. Assim falou sobre o método científico:

*... inventar uma teoria ou várias para explicar o que nos rodeia e tentar provar que são falsas. Se conseguirmos, teremos que encontrar outra explicação (ou, mais frequentemente, complementar a existente). Se não conseguirmos invalidar a interpretação dos dados, podemos afirmar que estamos mais próximos da verdade. Ou que não fomos inteligentes e imaginativos o suficiente; careceríamos de conhecimento, então, para saber invalidar a teoria (González, 2023).*

A segunda oficina explorou os elementos que constituem o diagrama de Gowin, conforme quadro 3.

**QUADRO III.** Elementos explorados durante a oficina do diagrama de Gowin

Temáticas	Diagrama V
David Bob Gowin	Criador do Diagrama. Os alunos saíam das aulas experimentais sem entender o que haviam feito, o porquê do protocolo experimental ...
Partes do Diagrama V	- Instrumento metacognitivo - Foi dividido em 4 partes: Eventos, Questão(ões) - foco, Domínio Conceitual e Domínio Metodológico
Vértice: Eventos	Acontecimentos ou fenômenos de estudo (experimento)
Centro: Questão-Foco	Pergunta da pesquisa relacionada ao evento.
Questão(ões)-Foco	É a pergunta que informa sobre o ponto central da pesquisa. Problema (Porque?). Determina o objetivo geral e específico do trabalho a ser estudado, ela direciona o estudo, o que será pesquisado (Para que?)
Evento	Representa a origem da produção do conhecimento para responder a Questão-Foco. Metodologia (Como?)
Lado esquerdo: Domínio Conceitual - <b>Pensar</b>	Filosofias, Teorias, Princípios e os Conceitos que permite elaborar a Questão-foco para dá sentido à experimentação
Filosofia	São as visões de mundo ... objetivo geral e específicos (Para que?)
Teoria	Conjunto ordenado de princípios e conceitos para a produção do conhecimento. - Hipóteses (talvez porque) - Fundamentação teórica (quem garante?) - Metodologia (como?) - Referências (quem garante?)
Princípios	Relação entre conceitos que guiam e orientam a pesquisa. - Fundamentação teórica (quem garante?) - Referências (quem garante?)
Conceitos	Regularidades percebidas em Eventos. - Fundamentação teórica (quem garante?) - Referências (quem garante?)
Lado direito: Domínio Metodológico - <b>Fazer</b>	Registro de Eventos, Fatos, Transformação, Resultados, Interpretação, Asserções de Conhecimento (juízos cognitivos) e Asserções de Valor acerca da pesquisa
Registros/Dados/Fatos	Observações efetuadas sobre os Eventos e catalogados e posteriormente atribuímos como fatos. Metodologia (como?) Resultados
Transformações	Análise dos registros: tabelas, gráficos, mapas, estatística, correlações registros. Metodologia (como?)
Asserções de Conhecimento	Conclusões a partir das análises dos dados que respondem à questão (ões) - foco e leva ao resultado do estudo
Asserções de valor	Significância e utilidade acerca do valor da pesquisa baseados nas asserções de conhecimento. Conclusões
Próxima etapa da escrituração do Diagrama V	Agendamento dos <i>feedbacks</i> aos grupos da Feira de Ciências embasado no formato construtivista
Arthur Schopenhauer, sobre os cientistas que foram ridicularizados por suas propostas e descobertas Galileu Galilei, Giordano Bruno	"Toda verdade passa por três estágios: No primeiro, ela é ridicularizada; no segundo, é rejeitada com violência e, no terceiro, é aceita como evidente por si própria"
Perspectiva	O Diagrama V possibilita amenizar a problemática apresentada!

De fato, o diagrama de Gowin é uma mimetização do método científico. Seu formato didático do pensar e do fazer facilita entender, por exemplo, uma atividade experimental. Essas atividades têm como finalidade *“realizar ações voltadas para a formação humana, para a construção de conhecimentos e melhorias dos processos definidos como problemas a serem solucionados”* (Nascimento y Ventura, 2017).

Após realizadas as atividades de oficinas foi iniciado o uso do diagrama de Gowin. Este instrumento heurístico elaborado por Gowin aponta um caminho de inculcação da sistematização do conhecimento. De acordo com Viventin e Santos (2008):

... uma vez que pode ser utilizado pelo aluno, recomenda-se que, em um primeiro momento o professor auxilie o preenchimento do diagrama, juntamente com os alunos. Ao estarem familiarizados com o diagrama V, os alunos podem ter autonomia durante o seu preenchimento, cabendo ao professor apenas supervisionar a atividade para que as ideias possam ser melhoradas (Viventin y Santos, 2008).

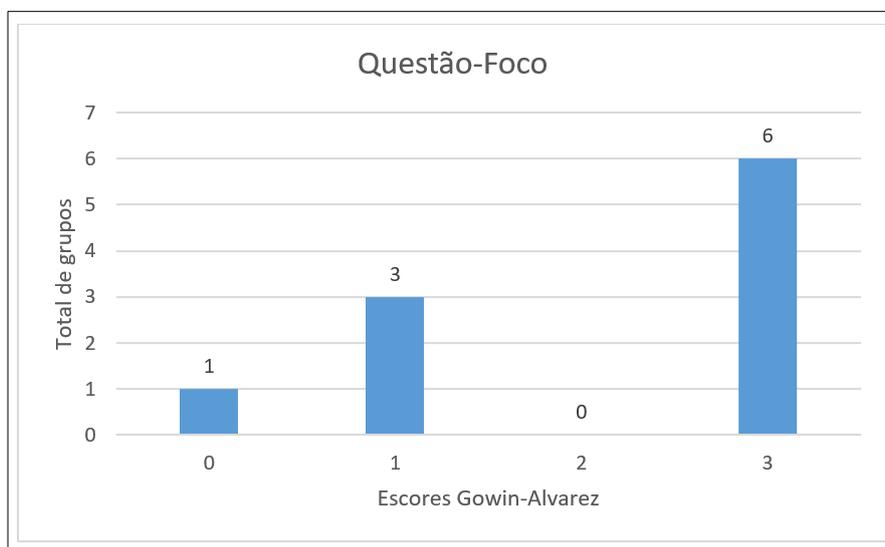
Após um recorte, o quadro 4 traz a relação de dez trabalhos experimentais. As fichas dos diagramas tiveram o seu preenchimento iniciado a partir do domínio conceitual em direção ao domínio metodológico caracterizando assim, o método dedutivo. Ferracioli (2005) diz que:

*Iniciando pelo lado do domínio conceitual ou lado do pensar a pesquisa, pode-se caracterizar esse procedimento como análogo ao método hipotético-dedutivo. Esse lado representa toda a postura filosófica e teórica assumida pelo pesquisador, na qual ele se baseia para observar o mundo ao seu redor. A partir daí, através da metodologia científica escolhida, representada pelo lado do domínio metodológico, chega-se às respostas da questão básica para verificar ou não as predições feitas inicialmente (Ferracioli, 2005).*

**QUADRO IV.** Temas dos 10 trabalhos estruturados para avaliação

Grupos	Trabalhos mediados pelo Diagrama V
1	- Pressão, pressão atmosférica e densidade
2	- Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal
3	- Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias
4	- O Teorema de Arquimedes – empuxo
5	- Stand Up ecológico
6	- O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi
7	- Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades
8	- Primeira Lei de Ohm em operação
9	- Circuito série e paralelo: uma abordagem experimental
10	- A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica

Para a análise das fichas do diagrama de Gowin foi adotado os critérios da escala de Alvarez e Gowin. A figura 6 ilustra os resultados para o item Questão-Foco, conforme os critérios da tabela 1.



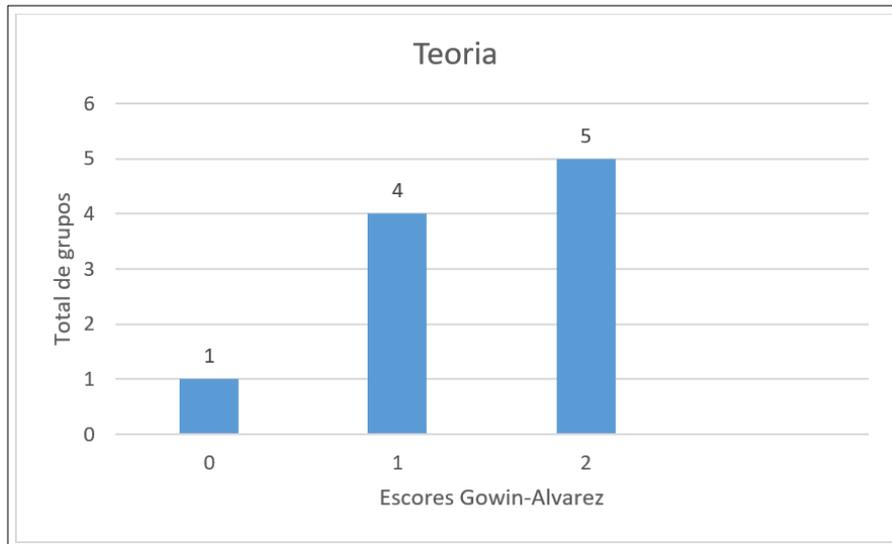
**FIGURA 6.** Questão-Foco dos diagramas.

Apenas um grupo não apresentou a questão-foco. Três grupos conseguiram elaborá-la, mas não inclui o Evento ou o lado *Conceitual* do V. Os demais grupos apresentaram a Questão-Foco, incluiu conceitos relacionados com o *Evento*. Este item tem grande importância no diagrama, pois é a partir da questão-foco que o trabalho faz todo sentido.

O lado esquerdo da ficha fica os elementos do pensar. Então, considerando os elementos teóricos iniciamos com o item *Teoria*, seis grupos tiveram mais facilidade (figura 7).

O grupo ‘Stand Up ecológico’ não fez boa relação do experimento com a *Teoria* (tabela 2). Outro grupo ‘Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias’ foi certo na *Teoria*, mas não relaciona o *Domínio Conceitual* do diagrama de Gowin com a *Questão-foco* e o *Evento*. É com a prática que os alunos irão aprender e ter fluência com o diagrama. Segundo Cappelletto (2009):

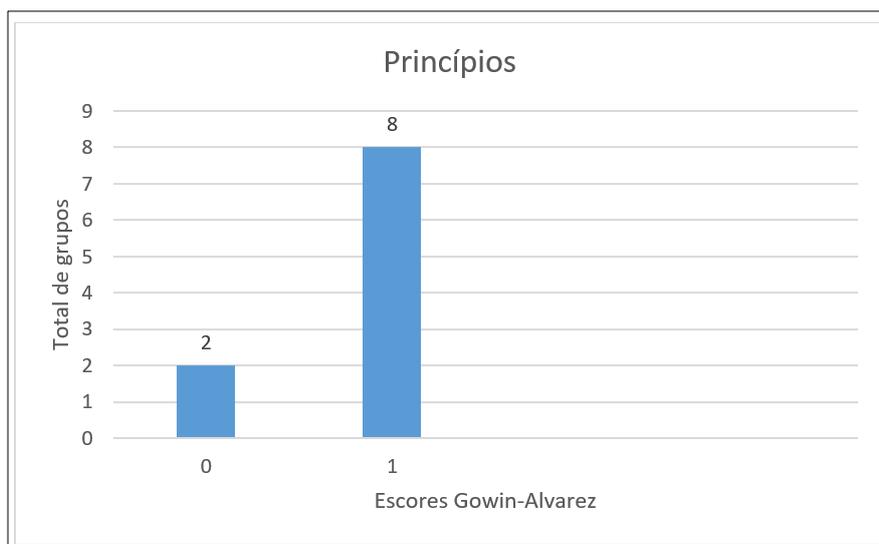
*... o Vê não é o fim em si mesmo, é apenas um instrumento, um meio de modificar a visão de ciência tradicionalmente veiculada nas aulas experimentais. A estratégia é mais ampla que o instrumento, não se resume a ele. Por isso é que, para nós, mais importante do que acertar um ou outro item do Vê, é compreender sua estrutura, sua dinâmica, a inter-relação entre suas partes* (Cappelletto, 2009, p. 139).



**FIGURA 7.** Teoria nos diagramas.

Além de atividades experimentais, o diagrama de Gowin pode ser utilizado em diversas tarefas. Nossos alunos treinaram primeiramente com as questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) para se familiarizar com os elementos constitutivos da heurística. O ENEM é uma prova importante para os alunos brasileiros, pois é a partir do desempenho nessa avaliação que os alunos podem ingressar nas universidades públicas.

A figura 8 relacionada a dois grupos, ‘Pressão, pressão atmosférica e densidade’ e ‘A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica’, nenhum *Princípio* ou *Lei* são identificados, conforme tabela 3. Os outros oito grupos tiveram mais facilidade neste item, do diagrama.



**FIGURA 8.** Princípios nos diagramas.

O item *Conceitos*, ilustrado na figura 9 retrata para dois grupos, 'A Física no Enem: Fontes de geração de energia elétrica' e 'Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades', que os *Conceitos* são identificados (tabela 4), mas não estão relacionados com a *Questão-foco* e/ou os *Eventos*. O grupo 'Stand Up ecológico', nenhum *Conceito* é identificado, o grupo fez o experimento com garrafas pets em tamanho real, chamou atenção na feira de ciências. Mas, tiveram dificuldades durante a apresentação ao serem arguição pelos avaliadores. Os integrantes perceberam a importância de relacionar a explicação do experimento com os aspectos da teoria, princípios e conceitos envolvidos no trabalho.

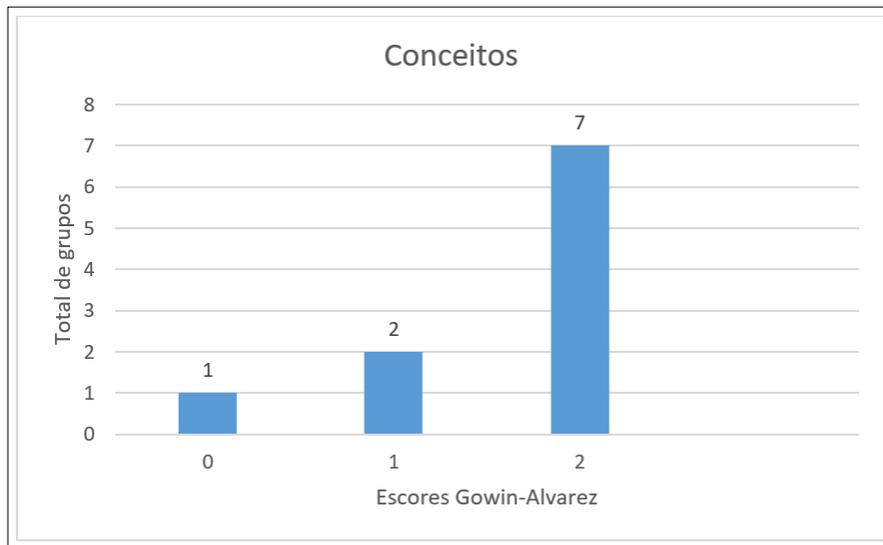


FIGURA 9. *Conceitos* nos diagramas.

Para o elemento contido no diagrama: *O que você Espera como Resultado deste Experimento*, item que não consta nos critérios de Gowin e Alvarez, pois o diagrama de Gowin foi adaptado para as tarefas propostas realizadas na escola. Portanto, fizemos importação de Batistella (2007) citado por Prado (2015), para poder realizar a avaliação (tabela 5) deste item no diagrama. A figura 10 mostra que, seis grupos conseguiram apontar expectativas do experimento, relacionadas com a *Questão-foco* e/ou ao *Evento*, outros quatro grupos, as expectativas são identificadas, mas não estão relacionadas com a *Questão-foco* e/ou ao *Evento*.

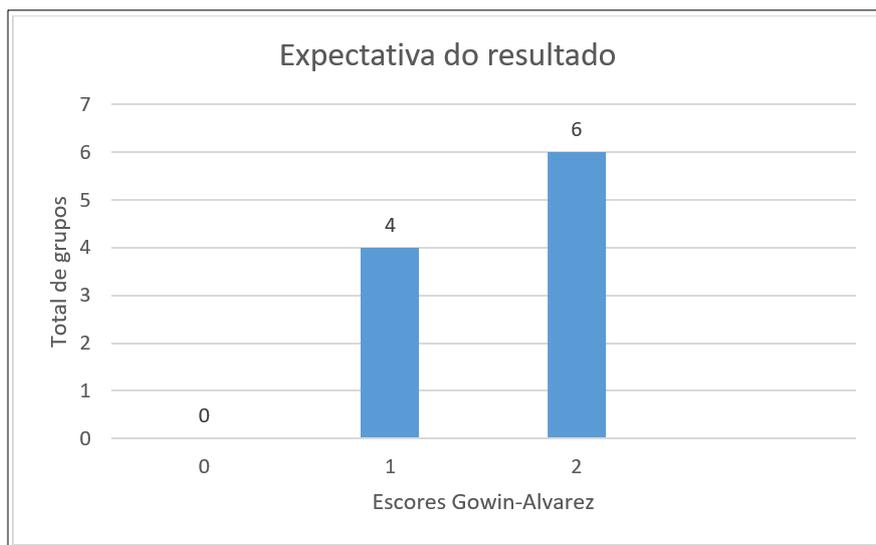
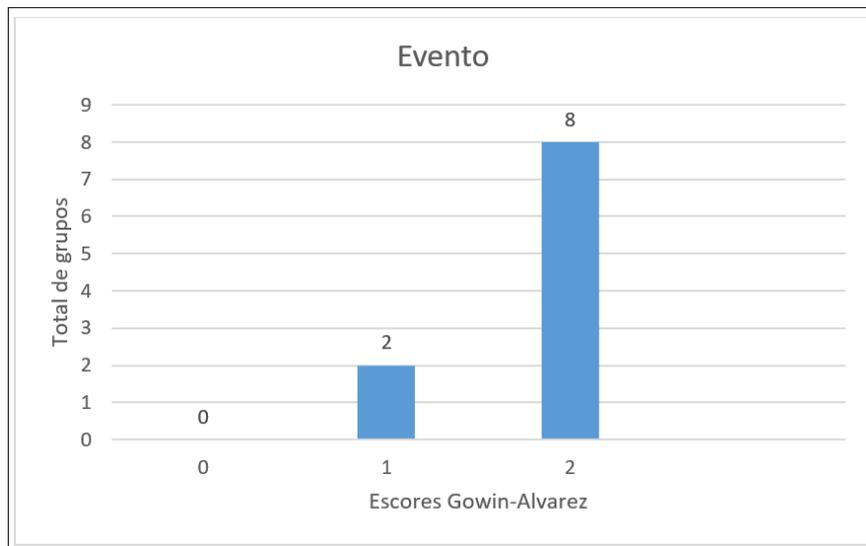


FIGURA 10. Expectativa do resultado do experimento.

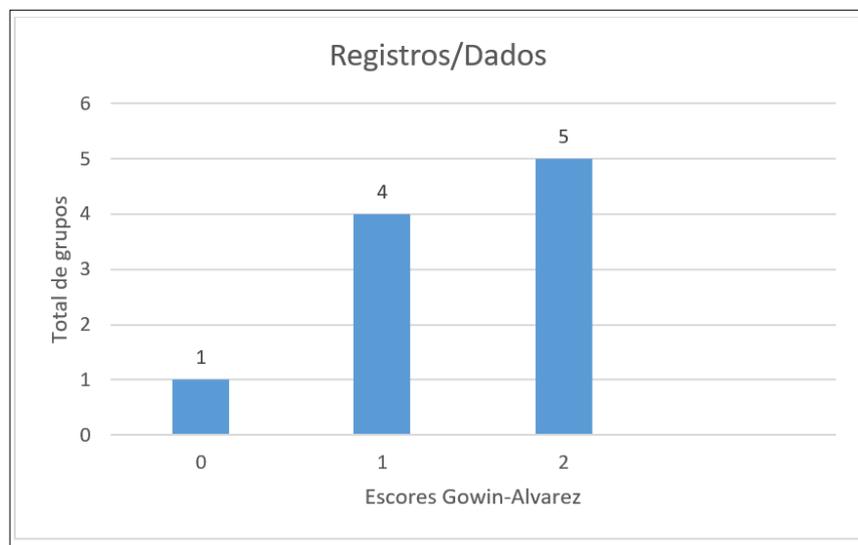
A figura 11 traz a informações sobre o *Evento*, somente dois grupos tiveram dificuldades, conseguem parcialmente identificá-lo, conforme tabela 6, mas é inconsistente com a *Questão-foco*. Os outros grupos, no caso 80%, conseguiram

fazer o *Evento* e relacioná-lo com *Questão-foco*. É uma parte importante do diagrama, pois é a partir do evento que é formulado a *Questão-foco(ões)*.



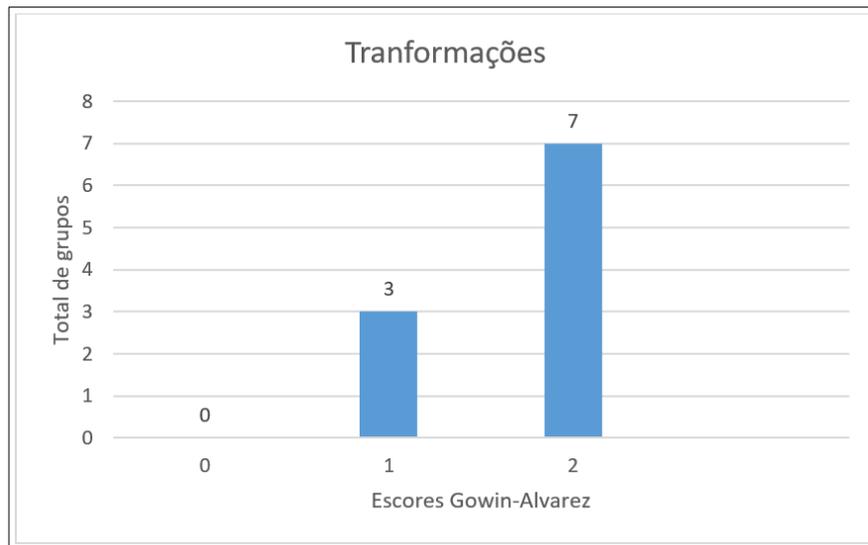
**FIGURA 11.** *Evento* nos diagramas

O item *Registros/Dados* (figura 12) não foi identificado no trabalho ‘Prensa hidráulica: multiplicadora de força de Pascal’, conforme tabela 7. Outros grupos (40%) apresentaram *Registros/Dados*, mas inconsistentes com a *Questão-foco* ou com o *Evento*. E para os demais grupos (50%) relacionaram o *Evento* e a *Questão-Foco*. A relação dos elementos do diagrama de Gowin direciona para uma visão aprofundada da atividade experimental. Portanto, uma boa porção de conhecimento deverá incluir todos os elementos do diagrama, ilustrar como é que esses elementos se ligam entre si, e ser coerente, compreensiva e significativa (Novak e Gowin, 1984, p. 125).



**FIGURA 12.** *Registro/Dados* nos diagramas.

Nas fichas dos diagramas em *Transformações*, os alunos apresentaram bom desempenho, 70% dos grupos conseguiram transformar os dados em consonância com a *Questão-Foco* (figura 13). Os demais grupos (30%) tiveram dificuldades ao comparar com a tabela 8. Os *registros* foram incompletos e as *Transformações* incoerentes com a *Questão-Foco*.



**FIGURA 13.** Transformações nos diagramas.

O item *Conclusões e Justificativas*, ilustrado na figura 14, traz bons resultados ao observar os critérios da tabela 9. O grupo ‘*Stand Up ecológico*’, foi o único que não apresentou a conclusão na ficha do diagrama. A maioria dos grupos apresentaram *Conclusões*, mas para 20% dos grupos tinha algumas inconsistentes com a *Questão-foco*. Outros 40% dos grupos apresentam *Conclusões* consistentes com os dados coletados nos *Registros* e representados nas *Transformações*. Dois grupos, ‘*O Teorema de Arquimedes – empuxo*’ e ‘*Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades*’, que representam 20% trazem as *Conclusões*, que contêm os componentes com os dados coletados nos *Registros* e representados nas *Transformações* e sugerem novas *Questão (ões)-foco*. Para trabalhar com o diagrama de Gowin é preciso tempo para obter resultados satisfatórios.



**FIGURA 14.** Conclusões e Justificativas nos diagramas.

Para o item *Resultado encontrado coincide com o que você esperava?* (figura 15) analisado a partir da tabela 10, a resposta foi positiva para 90% dos grupos. Sendo que 30% dos grupos mostraram seus *Resultados*, mas NÃO está relacionado com a *Questão-Foco e/ou o Evento*. Os outros 60% o *Resultado* é identificado e está relacionado com a *Questão-Foco e/ou o Evento*.

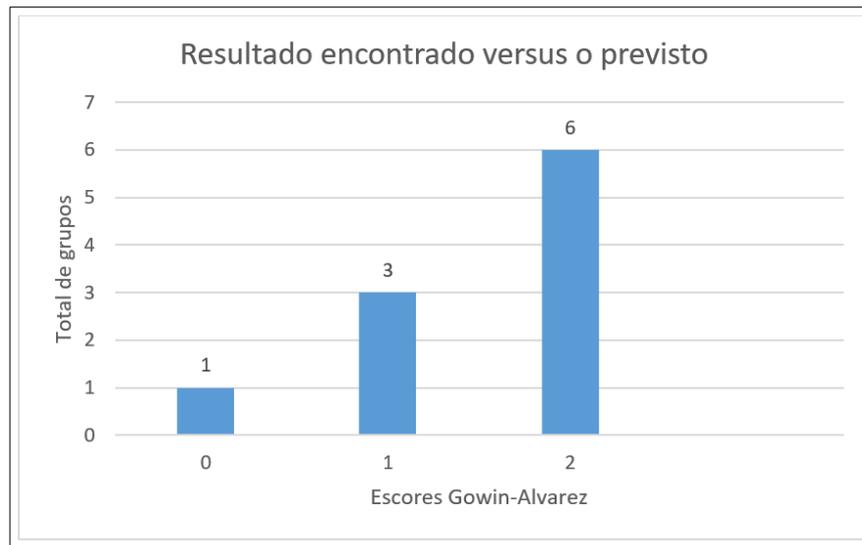


FIGURA 15. Resultado encontrado versus o esperado nos diagramas.

Outro grupo ‘Vasos comunicantes para determinar a densidade de substâncias’ fizeram a demonstração do teorema de Stevin e obtiveram a expressão que relaciona a densidade ( $d$ ) e a altura ( $h$ ) do fluido dentro do tubo em U. O Grupo 6 ‘O Teorema Bernoulli e tubo de Venturi’, ilustrado na figura 16, também fizeram uma demonstração por meio da equação de Bernoulli até obter a expressão matemática da velocidade com que o fluido deva sair do tubo de Venturi. Para obtenção da expressão o orientador, professor de física, ajudou os integrantes do grupo, pois o livro didático traz somente a equação de Bernoulli para estudar o escoamento de um fluido.



FIGURA 16. Tubo de Venturi e Carro Flettner (feito Magnus). Fonte: Própria dos autores.

Ainda em relação a figura 16, o grupo com o trabalho ‘Futebol: um esporte reduzindo as desigualdades’ realizou duas atividades. A primeira relacionada a aerodinâmica da bola de futebol, ilustrada no diagrama de Gowin da figura 17 e a segunda sobre o movimento de um carrinho sem pilha. Ambos experimentos foram explorados conceitos da hidrodinâmica, por exemplo, o efeito Magnus para propulsionar o carrinho feito de material pet. Esta segunda atividade contou com a colaboração dos colegas do mestrado. Pois, na escola os alunos estavam obtendo resultados insatisfatórios com o experimento. Então o experimento foi levado para o programa de mestrado da UFES e com a ajuda dos colegas mestrandos e professor da disciplina “Atividades Experimentais para o Ensino Médio e Fundamental”, foi possível acertar o experimento. Assim, ao levar o diagrama de Gowin do experimento dos alunos e relatar as dificuldades encontradas na escola, foi obtido informações de como realizar o experimento de Flettner usando o vento para

propulsão do carro. As informações foram valiosas como o posicionamento do ventilador que deveria ter ficado inicialmente na posição perpendicular à direção do movimento do carrinho e a questão do atrito do chão com as rodas do carrinho, e, também, entre as peças do pequeno veículo.

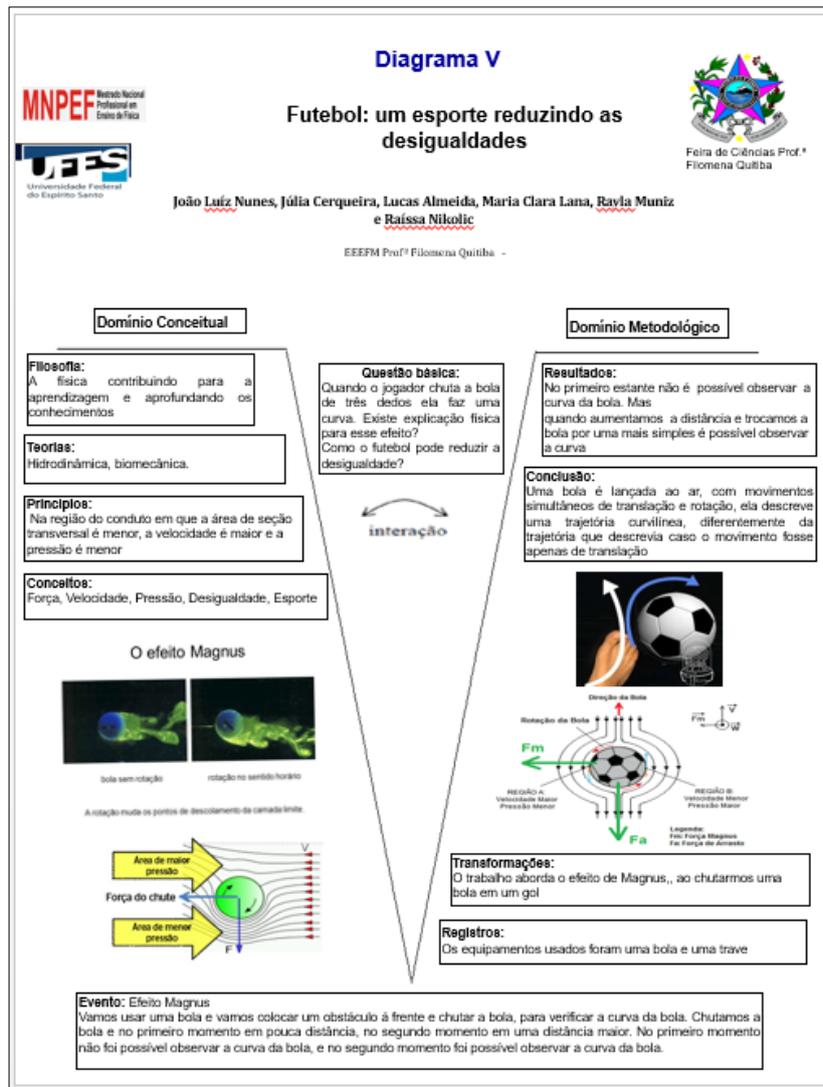


FIGURA 17. Futebol - um esporte reduzindo as desigualdades. Fonte: Própria dos autores.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos realizados anualmente na feira de ciências da escola têm como prática os usos de relatório. Ao inserir a heurística de Gowin os alunos se depararam com alguns obstáculos proporcionado ao desconhecimento do método científico. Com a inserção do diagrama de Gowin no evento científico da escola as coisas começaram a mudar de forma substancial. Agora os alunos veem a importância de partir de uma problemática (porquê?), estruturar os objetivos (o para quê?). Os experimentos devem contemplar o lado esquerdo do diagrama de Gowin, o pensar (quem garante?), da atividade experimental, e, não somente abordar o lado direito do diagrama, o fazer (como?), no caso a metodologia para chegar aos resultados (asserções de conhecimento e de valor).

O diagrama de Gowin utilizado como produto educacional no mestrado se mostrou viável, pois deixou os integrantes dos grupos em condições de ter melhor desempenho em suas apresentações em eventos científicos. Ferracioli (2005) pontua que é necessário bom planejamento, boa técnica, amostra, instrumento de coleta de dados e critérios de análise. O produto educacional vem sendo utilizado pelos alunos e professores para a participação da Feira de

Ciências Gênios de Multigêneros +Cultura +Arte<sup>2</sup> organizada pela escola estadual Antônio José Peixoto Miguel (Serra/ES), que consta em edital como um dos critérios para submissão de projetos científicos. Portanto, a iniciativa da criação do Mestrado Profissional em Ensino de Física pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) estar proporcionando melhorias na prática pedagógica percebida nos resultados adquiridos pelos alunos envolvidos nas atividades experimentais, tanto em espaço formal, quanto não formal. Afinal, o docente tem agora em mãos esta opção pedagógica para engajar seus alunos na cultura científica.

Enfim, em uma perspectiva futura, considera-se que a heurística de Gowin, na dialogia com a heurística de Toulmin no ensino da física, ficará potente nas escolas públicas da educação básica. O Modelo de argumentação de Toulmin possui grande potencial para o ensino da Física, uma vez que, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) em sua competência geral de número 7 afirma que o educando deve "... argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias ...". Além de ser útil em atividades experimentais, o diagrama de Gowin e o modelo de argumentação de Toulmin podem ser utilizados para trabalhar a história das ciências através de episódios históricos.

## AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU), devido ao programa Pró-Docência Stricto Sensu (CEFOPE). À CAPES devido ao Programa de Apoio à Pós-graduação (PROAP). Ao Prof. Dr. Rodrigo Dias Pereira por sua contribuição na elucidação de questões da atividade experimental. Aos árbitros e editores do periódico científico *Revista de Enseñanza de la Física* pôr darem contribuições valiosas para a qualidade do artigo.

## REFERENCIAS

Almeida, M. S., Castro, J. N., Cruz, W. T., & Almeida, R. Q. (2019). Construção de uma maquete do sistema solar com controle de temperatura para alunos com deficiência visual. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42, e20190098.

Almeida, B. S. G., Silva, R. C. (2015). Aerodinâmica de bolas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37, 3505-1-3505-9.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (2006). *Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica* Fenaceb. Brasília, DF.

Brasil. (2018). Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 28 de maio de 2023.

Campoy Aranda, T. (2016). *Metodología de la Investigación científica*. Ciudad del Este: Escuela de Posgrado, Universidad Nacional del Este.

Cappelletto, E. (2009). O Vê de Gowin conectando teoria e experimentação em Física Geral: questões didáticas, metodológicas e epistemológicas relevantes ao processo. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

Coelho, I. M. W. da S. (2023). Métodos sistemáticos de revisão de literatura científica: apontamentos para o desenvolvimento e publicação de pesquisas educacionais. *Educitec - Revista De Estudos E Pesquisas Sobre Ensino Tecnológico*, 9, e216523. <https://doi.org/10.31417/educitec.v9.2165>

Creswell, J. (2014). *Investigação qualitativa e projeto de pesquisa* [recurso eletrônico]: escolhendo entre cinco abordagens, tradução: Sandra Mallmann da Rosa, revisão técnica: Dirceu da Silva. (3. ed.). Porto Alegre: Penso.

Ferracioli, L. (2005). O 'V' Epistemológico como instrumento metodológico para o processo de investigação. *Revista Didática Sistemica*, 1, 106-125. Disponível em, <https://repositorio.furg.br/handle/1/577>. Acesso em 09 março 2023.

French, S. (2009). *Ciência: conceitos-chave em filosofia*. Artmed Editor

<sup>2</sup> <https://www.geniosdemultigeneros.org/> e <https://www.geniosdemultigeneros.org/edital/>

- Fox, R. (2007). Gowin's knowledge vee and the integration of philosophy and methodology: A case study. *Journal of Geography in Higher Education*, 31(2), 269-284.
- Gerhardt, T. y Silveira, D. (Orgs.). (2009). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Gil, A. (2022). *Metodologia da pesquisa científica*. (4.ª ed.). São Paulo: Atlas.
- Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Ithaca: Cornell University Press.
- Gowin, D., Alvarez, M. (2005). *The Art Educating with V Diagrams*. New York: Cambridge University Press.
- González, P. G. P., (2023, 11 de julho). Os pequenos pontos vermelhos, as enigmáticas galáxias descobertas por 'James Webb'. El País (online). Seção Vazio Cósmico.
- Lakatos, E. M., Marconi, M. A., (2007). *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Atlas.
- Milena, L. M., Munford, D., e Fernandes, P. C. (2023). O construto de práticas epistêmicas em pesquisas brasileiras em educação em ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, 28(1), 227-259.
- Moreira, M., (2007). Diagramas V e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educación Científica*, 6(2), 3-12.
- Nascimento, S. S., Ventura, Paulo C. S. (2017). *Projetos escolares para feiras de ciências*. Belo Horizonte, MG: Rolimã.
- Novak, J., Gowin, D., (1984). *Aprender a Aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Paula, H., Garcia Alves, E., Mateurs, A. L. (2011). *Quântica para iniciantes: investigações e projetos*. Belo Horizonte: UFMG.
- Sampieri, H., Collado, C., Lucio, M. (2006). *Metodologia de Pesquisa* (4.ª ed.). México: McGraw-Hill.
- Sampieri, R., Collado, C., e Lucio, P. (2013). *Metodologia de Pesquisa* (5.ª ed.). AMGH.
- Souza, C., Carlos, Lôbo Castelano, K. e Castro Manhães, F. (2014). *Manual para elaboração de tese/dissertação: documento eletrônico e impresso*. Campos dos Goytacazes, RJ: UENF/CCH/PPGCL.
- Souza, N. A., Da Rosa, C. T. W., Darroz, L. M. (2022). O ensinar física para alunos com deficiência visual: possibilidades didáticas a partir das teses e dissertações nacionais. *REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino*, 6(1), 199-227.
- Vicentin, J., Santos, S. A. (2015). Ciências: o ensino do conceito de pressão a partir de uma abordagem integradora, com o apoio de mapas conceituais, diagramas adi (atividades demonstrativo-interativas) e experimentos alternativos no 9º ano do ensino fundamental. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 5(1), 75-100.