

---

## O sentido atribuído a conceitos da Física: a dimensão conotativa da aprendizagem conceitual analisada na perspectiva da Teoria Social Cognitiva<sup>+</sup>\*

---

Matheus Henrique Thomas Becker<sup>1</sup>

Doutorando em Ensino de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Leonardo Albuquerque Heidemann<sup>1</sup>

Nathan Willig Lima<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre – RS

### Resumo

*O sentido dos conceitos, algo que vai além das suas definições, abrangendo conotações e julgamentos de valor, costuma ser negligenciado no ensino de Física. Procurando aprofundar a compreensão dessa dimensão da aprendizagem, investigamos, neste estudo, sentidos atribuídos a conceitos da física. Como contexto da investigação, analisamos os sentidos atribuídos ao modelo de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e à Noção de Conservação de grandezas (NC) por sete estudantes de uma disciplina introdutória de licenciatura em Física. Utilizamos como referencial teórico a Teoria Social Cognitiva de Bandura, considerando a atribuição de sentido um ato intencional, característico da agência humana. Como referencial metodológico, nos inspiramos na pesquisa de Franco et al. (2023), recorrendo a mecanismos da autorregulação para categorizar as respostas de estudantes a dois questionários, e inferimos os sentidos atribuídos por meio de análises de similitude. Além disso, a partir de dados coletados com entrevistas, investigamos os impactos de outras dimensões da agência humana – intencionalidade, antecipação e autorreflexão – na construção de tais sentidos. Inferimos dois sentidos para cada tópico: no caso do modelo de MRUV, os*

---

<sup>+</sup>The sense attributed to physics concepts: the connotative dimension of conceptual learning analyzed from the perspective of Social Cognitive Theory

<sup>\*</sup> Recebido: 31 de julho de 2024.

Aceito: 27 de junho de 2025.

<sup>1</sup> E-mails: matheusthomasbecker@gmail.com; leonardo.h@ufrgs.br; nathan.lima@ufrgs.br

*sentidos diferiram no grau de utilidade desse construto, enquanto no caso da NC, os sentidos diferiram no grau de valor holístico. Constatamos ainda que os sentidos atribuídos pelos estudantes identificados nas entrevistas costumam ser mais abrangentes do que os inferidos nas análises de similitude das respostas aos questionários, contendo tanto aspectos salientes quanto latentes. Também identificamos que a intencionalidade e a antecipação, dois elementos da agência humana, impactam fortemente na elaboração desses sentidos, ao passo que a autorreflexão em diferentes situações influencia na maneira com que tais sentidos são enunciados pelos estudantes.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem Conceitual; Sentido; Agência Humana.*

### **Abstract**

*The sense of concepts, which extends beyond their definitions to encompass connotations and value judgments, is often neglected in the teaching of physics. Seeking to deepen the understanding of this dimension of learning, we investigated, in this study, the senses attributed to physics concepts. In particular, we chose to investigate the senses attributed to the model of Uniformly Accelerated Rectilinear Motion (MRUV) and the Notion of Conservation (NC) by seven students from an introductory Physics teaching course. We employed Bandura's Social Cognitive Theory as our theoretical framework, considering the attribution of sense as an intentional act, characteristic of human agency. As a methodological framework, we were inspired by the research of Franco et al. (2023), using self-regulation mechanisms to categorize students' responses to two questionnaires, and inferred the attributed senses through similarity analyses. Additionally, from data collected through interviews, we investigated the impacts of other dimensions of human agency — intentionality, forethought, and self-reflection — on the construction of such senses. We inferred two senses for each topic: in the case of the MRUV model, the senses differed in the degree of utility of this construct, while in the case of the NC, the senses differed in the degree of holistic value. We also found that the senses attributed by the students identified in the interviews tend to be more comprehensive than those inferred in the similarity analyses of the questionnaire responses, containing both salient and latent aspects. Furthermore, we identified that intentionality and forethought, two elements of human agency, strongly impact the elaboration of these senses, while self-reflection in different situations influences the way these senses are articulated by the students.*

**Keywords:** *Conceptual Learning; Sense; Human Agency.*

## **I. Introdução**

Casos em que estudantes demonstram habilidade em resolver problemas, inclusive com alta aptidão, mas não conseguem compreender por que e para que os conhecimentos são mobilizados, ou mesmo porque existem, são comuns na prática de professores de Física. Esses estudantes não constroem uma razão de ser para os conceitos, tendo dificuldades para conectá-los em uma rede conceitual ampla. “Por quê?” e “para quê?” são as perguntas que precisam ser feitas e respondidas para que alguém atribua sentido ao conhecimento. Isso constitui uma dimensão da aprendizagem significativamente menos explorada na literatura do que, por exemplo, a aprendizagem conceitual para a resolução de problemas (Ince, 2018) ou o papel da compreensão matemática no ensino e aprendizagem da Física (Kim, 2018). Ainda que abordem temas importantes para o enfrentamento de problemas da Física, as pesquisas da área costumam negligenciar um elemento inerente à experiência humana: a busca por sentido para as situações vivenciadas e para o conhecimento.

Entretanto, a noção de “sentido” é polissêmica na literatura educacional. Vygotski considera o sentido como a “dinâmica dos significados”, ou seja, a soma de todos os fatos psicológicos que a palavra desperta na consciência (Vigotski, 2000, apud Ashbar, 2014). Em contraste, Leontiev propõe que o sentido é aquilo que conecta a ação do indivíduo com o motivo dessa ação (Duarte, 2004). Já Vergnaud propõe que o sentido é uma relação pessoal do indivíduo com um conjunto de situações e seus significantes (Heusy *et al.*, 2022). Para esse autor, um estudante atribui sentido a um conceito quando se apropria de um conjunto de situações em que ele é mobilizado. Em outras palavras, Vergnaud argumenta que “as situações dão sentido aos conceitos”.

Essas conceituações sugerem que o sentido é uma dimensão pessoal, subjetiva e conotativa da aprendizagem. Desse modo, a noção de *sensemaking*, área de pesquisa alinhada à construção de significado, pode ser ampliada (Zhao; Schuchardt, 2021). Por exemplo, Odden & Russ (2019) identificam o *sensemaking* como a construção de “autoexplicações” que conectam formalismo, experiência e pensamento intuitivo/crítico. Contribuindo com essa perspectiva, consideramos a atribuição de sentido uma faceta do *sensemaking* mais próxima do último aspecto. Portanto, ao nos referirmos a um conceito/construto da Física, entendemos o sentido atribuído a ele como um pensamento além da sua definição. O sentido de um conceito abrange sua dimensão conotativa (Abbagano, 2007), transcende o significado e leva em consideração aspectos subjetivos e julgamentos de valor.

O sentido, enquanto aspecto pessoal e conotativo, é capaz de influenciar nos cursos de ação de um sujeito perante seus estudos. Por exemplo, o estudo de Franco *et al.* (2024) constatou que os sentidos atribuídos por estudantes a experiências de reprovação têm correlação estatisticamente significativa com as intenções de persistência em cursos de graduação em Física. Já no contexto de ensino de conceitos, costuma ser frustrante para um estudante, por

exemplo, aprender o modelo de MRUV, seja suas definições, equações e gráficos subjacentes, sem entender em que situações é pertinente mobilizá-lo. Nesses casos, é comum estudantes admitirem que o MRUV “serve para ir bem numa avaliação”, o que pode culminar em desinteresse ou em evasão.

Se, por um lado, Vergnaud propõe que as situações dão sentido ao conhecimento, por outro, podemos dizer que esse processo não se restringe às situações. As pessoas apresentam motivações prévias e, portanto, cada estudante reage de maneira diferente às situações que enfrenta. Na perspectiva da Teoria Social Cognitiva (TSC) de Bandura, esses objetivos pessoais, baseados em um sistema de valores e de identidade pessoal, também conferem propósito às atividades que o sujeito vivencia (Bandura, 2008). Por exemplo, uma pessoa pode ter a intenção de aprender para melhorar sua performance em avaliações, ser diplomado e aprovado em provas de concursos. Outro estudante pode ter outra intenção, almejando ser um pesquisador em Física. Com base nisso, a primeira pessoa pode considerar a conservação da energia, por exemplo, como uma “ferramenta para resolver exercícios”; enquanto isso, o aspirante a pesquisador pode considerar esse conceito numa perspectiva mais ampla, do tipo: “a conservação de energia é um princípio unificador da Física”.

Nessa perspectiva, aprender um conceito é, em parte, um ato intencional, característico da agência humana (Bandura, 2008). As diferentes facetas dessa agência são, então, essenciais para que uma pessoa atribua e incorpore determinado sentido para suas experiências e para os conceitos que aprende. Pioneiramente, Franco *et al.* (2023) estudaram o sentido das experiências de reprovação sob a lente da autorregulação, um processo particular da agência humana no qual um sujeito monitora e regula seu comportamento no enfrentamento de uma situação, para atingir um objetivo.

Entretanto, de acordo com Bandura (2008), a agência humana pressupõe não somente a atividade autorregulatória, mas outras três facetas interrelacionadas. Uma delas é a intencionalidade, isto é, os objetivos e motivações primárias que guiam os cursos de ação de um sujeito. Perante uma situação particular, a agência humana demanda antecipações, ou seja, a projeção de expectativas de resultado com base nas experiências prévias. É com isso em mente que, então, o sujeito performa a autorregulação, visando seus objetivos de aprendizagem. Por fim, a agência humana é reciclada a partir da capacidade de autorreflexão dos indivíduos, momento em que são capazes de criticamente refletir sobre suas intencionalidades e objetivos e, com isso, atualizar seus cursos de ação.

Partindo da metodologia de Franco *et al.* (2023), Becker *et al.* (2024) propuseram a análise de mecanismos autorregulatórios para identificação de sentidos atribuídos a conceitos de Física. Surgem, entretanto, questões metodológicas a serem consideradas: i. Qual é a estabilidade dos sentidos apresentados nesses instrumentos? ii. O fato de serem coletados em atividades de aula pelo professor sofre do problema de direcionalidade (os alunos podem responder o que imaginam ser o que o professor quer)? iii. A autorregulação é suficiente para inferir os sentidos atribuídos? Buscando amenizar as lacunas dos estudos anteriores, no presente

trabalho, propomos um estudo sobre o sentido atribuído a conceitos da Física. Acrescentamos uma etapa de entrevista com participantes, de forma a investigar as potencialidades e limitações dos instrumentos utilizados (a dizer, o questionário e a análise similitude). Com isso, incorporamos à análise de mecanismos autorregulatórios as demais dimensões da agência humana na perspectiva da TSC – intencionalidade, antecipação e autorreflexão. A partir do estudo do impacto dessas facetas na atribuição de sentido, almejamos aprofundar a incipiente discussão sobre esta dimensão do sentido na aprendizagem.

Para responder às questões propostas, investigamos os sentidos atribuídos a dois tópicos de Mecânica em uma disciplina introdutória de um curso formal de Licenciatura em Física, a saber, o modelo de Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) e a Noção de Conservação de Grandezas (NC). Estruturamos este estudo em torno das seguintes questões de pesquisa:

- i. Quais são os sentidos atribuídos ao modelo de MRUV e à NC por estudantes ingressantes num curso de licenciatura em Física?
- ii. Quais são as condições e restrições para o uso da análise de processos da agência humana para a inferência dos sentidos atribuídos por estudantes para um conceito/noção? Qual é a relação entre os sentidos inferidos e os sentidos manifestados com esses aspectos da agência humana?

## **II. Referencial teórico: as dimensões da agência humana na Teoria Social Cognitiva de Bandura**

A ideia de atribuir sentido para uma experiência ou conceito não decorre somente de problemáticas da prática docente em física, como a dificuldade de estudantes construírem uma razão de ser ao conhecimento estudado. Como dito, proposições teóricas de autores como Vergnaud (2012), Vygotsky (2000) e Bandura (1991) contribuem para a difusão da concepção de que existe uma dimensão pessoal e conotativa da aprendizagem, responsável por conferir propósito às atividades e aos conhecimentos apreendidos. Em particular, Vergnaud (2012) sugere que o sentido, ou a razão de ser do conhecimento, é conferida através do domínio de um conjunto de situações. Entretanto, Bandura (2008) ressalta que existem aspectos inerentes à ação humana, numa relação entre cognição, comportamento e ambiente, que impactam diretamente na maneira com que os indivíduos reagem às situações enfrentadas.

Na perspectiva da Teoria Social Cognitiva (TSC) de Bandura (2008), a agência humana se refere às ações e comportamentos humanos com intenção, ou seja, aquilo que pessoas fazem com algum objetivo em mente. Sob essa visão, a atribuição de sentido pode ser entendida como um elemento da agência humana marcado pela tentativa de reequilíbrio da estrutura cognitiva de um sujeito diante de uma situação nova, com o objetivo de construir um “por que” e “para que” da mobilização de um determinado conceito naquela situação, ou da experiência em si.

A agência humana engloba quatro processos interrelacionados, a saber: intencionalidade, antecipação, autorregulação e autorreflexão. Esses processos representam os elementos da cognição, que se relaciona com o comportamento e o ambiente. Em outras palavras, segundo a TSC, o comportamento não é estritamente determinado pelo ambiente, mas é mutuamente impactado pela cognição e o ambiente, e vice-versa. A seguir, descrevemos cada um dos processos da agência humana, com maior ênfase na autorregulação.

Uma pessoa que quebra um copo sobre uma mesa ao ser empurrada não seria considerada o agente do evento na perspectiva da TSC. A agência humana envolve intencionalidade, ou seja, motivações pessoais, culturais ou situacionais. São agentes, por exemplo, uma pessoa que se matricula em disciplinas sobre Cálculo Diferencial, durante semestres, porque tem a intenção de se graduar em Física, ou que concorre a bolsas de iniciação científica porque almeja ser um pesquisador em Física. A intencionalidade é, portanto, uma representação de um curso de ação futuro (Bandura, 2008), transpassando as expectativas e se tornando um compromisso proativo com a sua realização. Com isso, a seletividade é um fator impactante nas ações e pensamentos de um sujeito, uma vez que, devido às suas intencionalidades, o sujeito seletivamente priorizará certos aspectos, tornando mais prováveis algumas ações em detrimento de outras.

Além das intenções, os indivíduos também realizam antecipações ou o “pensamento antecipatório” (Bandura, 2008). De acordo com Bandura, os futuros imaginados servem como guias e motivadores atuais do comportamento. Nesse sentido, a antecipação se refere à capacidade de um indivíduo de prever resultados e consequências de suas ações, direcionando seu comportamento presente (Franco *et al.*, 2023). O pensamento antecipatório recorre à experiência prévia do sujeito, na relação entre eventos em que observou o resultado de suas ações ou de outros indivíduos (Bandura, 1986). Um aluno que teve um mal resultado em uma prova porque não se preparou adequadamente pode antecipar que o mesmo ocorrerá numa próxima prova se ele não se preparar. Com isso, pode alterar seus hábitos de estudo com base nessa expectativa de resultado.

Entretanto, não são somente resultados externos que impactam nas antecipações. Padrões pessoais e julgamentos de valor individuais ou culturais, associados às intencionalidades do sujeito, também podem auxiliar na projeção de expectativas desejáveis de resultados. No caso dos conceitos da Física, por exemplo, pode-se dispor da expectativa de aprender um conteúdo para que ele seja um recurso para a construção de explicações para eventos do cotidiano. Em contraste, é possível que o estudante tenha a expectativa de usar um conceito/teoria apenas para a aprovação em exames ou avaliações didáticas.

Com base nas antecipações, os sujeitos regulam seu próprio comportamento visando as expectativas de resultado que anseiam. Em outras palavras, realizam a autorregulação. Nesse processo cognitivo, os indivíduos avaliam e julgam os novos conhecimentos e/ou experiências, reagindo e refletindo perante elas. É uma espécie de reorganização do pensamento estimulada por uma situação nova (Odden; Russ, 2019). Mesmo em situações similares, cada indivíduo

reage de modo diferente, dependendo de padrões pessoais, isto é, da maneira como a pessoa julga e avalia a si mesmo perante uma situação, levando em conta suas intencionalidades e antecipações.

O mecanismo autorregulatório opera por meio de três subfunções interrelacionadas (Bandura, 1991; 2008). Essas subfunções exigem a ativação cognitiva do sujeito e seus graus de complexidade impactam no processo autorregulatório como um todo. Na medida em que indivíduos sofisticam seu mecanismo autorregulatório, também expandem seu conhecimento e suas competências cognitivas (Zimmermann, 1989). A primeira subfunção, a auto-observação, consiste na capacidade do indivíduo de monitorar seu próprio comportamento, etapa onde projeta os desafios que imagina que enfrentará diante duma situação nova, influenciados por suas experiências prévias e padrões pessoais (antecipações). A autoavaliação envolve a capacidade do indivíduo de avaliar seu próprio comportamento, momento em que identifica os desafios que efetivamente enfrentou e quais deles foram determinantes no seu desempenho (subelemento denominado atribuições causais), além de ser a etapa na qual atribui uma importância, a partir de sua avaliação, para as situações que enfrentou e os conceitos que mobilizou (subelemento denominado importância atribuída). Por fim, a autorreação consiste na capacidade do indivíduo de reagir às suas experiências e pensamentos, expressando sentimentos e atualizando seus cursos de ação com intuito de atingir seus objetivos.

Mecanismos autorregulatórios já foram articulados em diferentes áreas, por exemplo, no ensino de Física (Stewart *et al.*, 2016; Maison *et al.*, 2019) e de Matemática (Semensato *et al.*, 2023). Nessas pesquisas, a autorregulação é atrelada ao desenvolvimento de hábitos e estratégias de estudo, bem como às crenças de autoeficácia de estudantes e o comportamento, embarcados no que é denominado de “autorregulação da aprendizagem” (Polydoro *et al.*, 2015; Frison, 2016; Bilhalba, 2019; Flumihan; Murgo, 2019; Semensato *et al.*, 2023).

A Fig. 1 exemplifica um processo de autorregulação da aprendizagem. No exemplo, diante de uma situação nova de resolução de um problema aberto (Fig. 1A), o sujeito executa processos autorregulatórios (Figura 1B), impactados por suas intencionalidades e antecipações (Fig. 1A), autorreagindo e autorrefletindo sobre seu processo, o que pode envolver a mediação docente ou com colegas. O estudante auto-observa quando projeta os desafios a superar na situação, nesse exemplo, e traçar uma estratégia de resolução para o problema. Se autoavalia na medida em que identifica os fatores determinantes da sua performance, como o grau de dificuldade do problema e a revisão de conteúdos. Por fim, autorreflete (Fig. 1C) ao expressar sentimentos sobre o processo e definir ações futuras, que podem atualizar (ou não) suas intencionalidades gerais ou antecipações em situações similares no futuro.

Nessa perspectiva, a atribuição de sentido também pode ser entendida como um processo autorregulatório (Fig. 1D), uma vez que é no enfrentamento de situações que o sujeito incorpora um sentido a uma experiência ou conceito, ao passo que autorregula seu comportamento para atingir o objetivo de apreendê-lo (Franco *et al.*, 2023). Com isso, na

medida em que o sujeito se autorregula com maior profundidade, atribui sentidos mais complexos para os conceitos.



Fig.1 – Exemplo de execução de processos da agência humana na “autorregulação da aprendizagem”. Em toda situação nova, o sujeito projeta suas intencionalidades e antecipa possíveis resultados (A). Tendo em vista seus objetivos perante a situação, o sujeito opera as subfunções autorregulatórias de auto-observação, autoavaliação e autorreação (B). Também é capaz de autorrefletir sobre a sua experiência, atualizando suas intencionalidades e redefinindo seus cursos de ação (C). A atribuição de sentido pode resultar desse processo (D).

Franco *et al.* (2024) analisaram processos autorregulatórios para investigar os sentidos atribuídos às experiências de reprovação em cursos de Física. Os autores constataram que a intenção de persistência dos estudantes desse curso tem correlação estatisticamente significativa com o sentido que eles atribuem à reprovação. Sentidos mais positivos estiveram próximos da noção de que a reprovação é uma “dificuldade ou frustração a ser superada”, ao



passo que sentidos mais negativos flertaram com a noção de que a reprovação é uma “incapacidade intrínseca” ou uma “injustiça conformada”.

Nesta pesquisa, ampliamos a análise de processos autorregulatórios de Franco *et al.* (2023) para a investigação de sentidos atribuídos a conceitos/noções da Física. Consideramos que, diante de uma situação de aprendizagem nova, uma pessoa se esforça para assimilá-la identificando dificuldades a superar, avaliando quais dificuldades foram determinantes, julgando os elementos da atividade em si e reagindo perante seu aprendizado.

Assim, uma forma de investigar o sentido que é atribuído a um conceito da Física consiste em analisar as subfunções internas de auto-observação, autoavaliação e autorreação executadas pelo indivíduo perante as situações didáticas em que mobiliza um conceito. Cabe ressaltar que mesmo em situações similares cada indivíduo passa por um processo particular de autorregulação. Portanto, atribui um sentido próprio para o conceito. Além disso, os processos autorregulatórios são precedidos de antecipações, por expectativas de resultados que, por sua vez, recordam as experiências prévias e as intencionalidades. Avaliar um sentido atribuído nessa perspectiva é, então, levar em conta as diferentes facetas da agência humana.

Até porque os processos autorregulatórios pressupõem intencionalidade, mas não necessariamente são operados conscientemente. A capacidade metacognitiva de refletir sobre si mesmo e o próprio processo autorregulador caracteriza a autorreflexão. É o ponto crítico da agência humana, na qual o sujeito avalia os cursos de ação realizados, bem como os valores morais e as motivações que impactaram nesse comportamento. Com isso, pode mudar suas intencionalidades e projetar novos cursos de ação, reciclando e complexificando o processo autorregulatório. Como exemplificado na Fig. 1, um estudante com maior capacidade de autorrefletir sobre as subfunções autorregulatórias que opera apresentará maior capacidade de regular seu aprendizado e, com isso, propiciar um aprendizado mais profundo.

### III. Metodologia

Essa pesquisa foi realizada no contexto de uma disciplina introdutória do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Intitulada “Introdução à Física”, essa disciplina é ofertada semestralmente e, em geral, é composta por estudantes ingressantes no curso. São discutidos tópicos introdutórios de Mecânica, como, por exemplo, os modelos de MRUV e a Noção de Conservação de Grandezas, analisados nessa pesquisa.

Doze estudantes matriculados na disciplina participaram dessa pesquisa, tendo cinco contribuído parcialmente para a coleta de dados e sete participado integralmente. Desses sete participantes, duas se identificam como mulheres e cinco como homens. Todos os participantes eram ingressantes no curso, sendo dois participantes com formação prévia em outra área.

As atividades da disciplina referentes aos tópicos de MRUV e NC constam na Tabela 1. Atividades de resolução de problemas marcaram presença constante em ambos os conteúdos. Atividades com abordagens históricas também permearam ambos os conteúdos, porém com

maior ênfase no tópico de NC, ao passo que durante os estudos sobre o modelo de MRUV, houve leve ênfase em atividades experimentais. Cada semana de estudo compreendeu 4 horas-aula. Cabe ressaltar que outros conteúdos foram abordados anteriormente na disciplina, como, por exemplo, o modelo de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), a discussão de alguns problemas clássicos da Física, como o cálculo do raio da Terra por Erastóstenes, e uma revisão de conteúdos da matemática, como vetores e funções trigonométricas. Dois questionários sobre autorregulação foram implementados para avaliar o processo de aprendizagem dos participantes (ver seção IV.1). Os questionários foram implementados em momentos imediatamente anteriores a avaliações formais da disciplina.

Tabela 1 – Atividades da disciplina referente aos conteúdos de MRUV e NC.

Tópico	Período	Atividades didáticas	Descrição
MRUV	Semana 1	Atividade experimental	Experimento com bolas de isopor, ao ar livre, para compreender e contrastar o movimento de queda dos corpos e o modelo de queda livre; análise de dados do experimento de queda de corpos com o <i>software</i> Tracker.
		Leitura de texto histórico	Leitura de texto – inspirado em Ribeiro Junior <i>et al.</i> (2012) – da demonstração geométrica de Galileu da proporcionalidade quadrática do MRUV.
	Semana 2	Exposição conceitual	Síntese das diferenças entre a cinemática e dinâmica.
		Resolução de problemas em grupo	Problemas sobre MRUV. Exemplo: esboçar gráficos temporais a partir de uma tabela de dados.
	Semana 3	Questionário 1 – autorregulação; Avaliação.	
	NC	Semana 1	Exposição conceitual
Resolução de problemas em grupo			Problemas sobre conservação de momentum. Exemplo: duas pessoas patinando no gelo se impulsionam: quais são as suas velocidades finais?
Exposição conceitual			Conservação da energia mecânica a partir da equação de Torricelli; Teorema Trabalho & Energia cinética.
Semana 2		Leitura de texto histórico	Questões sobre o texto sobre a “disputa $mv$ e $mv^2$ ” (Ponczek, 2000). Exemplo: historicamente, qual é a relação do conceito de conservação e a vontade divina?
		Resolução de problemas em grupo	Experimento mental sobre pêndulo de Newton. Exemplo: 1. Abandone uma bolinha de uma e altura $h$ : o que acontece no sistema? 2. Abandone agora uma de uma altura $2h$ : o que acontecerá? 3. Escreva um argumento que explique porque isso ocorre.
Semana 3		Questionário 2 – autorregulação; Avaliação	

Essa pesquisa foi desenvolvida por meio abordagens qualitativas. Em particular, elaboramos uma pesquisa fenomenológica (Cresswell, 2014), isto é, focada no estudo de experiências vividas por participantes em um fenômeno particular, nesse caso, o aprendizado de dois tópicos de Física. A partir de informações fornecidas pelos participantes, buscam-se traços em comum nessas experiências para construir descrições assentadas nas perspectivas dos pesquisadores. Ou seja, o fenômeno é sintetizado a partir de interpretações e reflexões subjetivas, sob a lente de algum referencial central, nesse caso, a Teoria Social Cognitiva de Bandura (2008).

Foram utilizados três instrumentos de coleta dados, a saber, dois questionários e uma entrevista semi-estruturada. A utilização e análise desses instrumentos constam na Fig. 2. Os questionários (Q) foram aplicados com o objetivo de proporcionar a identificação e a categorização das subfunções autorregulatórias mobilizadas pelos estudantes durante o aprendizado dos conteúdos de MRUV e NC. Essas subfunções foram estudadas em uma análise de similitude, permitindo a inferência dos sentidos atribuídos a tais conceitos. Posteriormente, uma entrevista (E) foi realizada para se avaliar os sentidos inferidos na análise de similitude, corroborando-os ou não, e relacioná-los com aspectos da agência humana, a saber, intencionalidade, antecipação e autorreflexão.

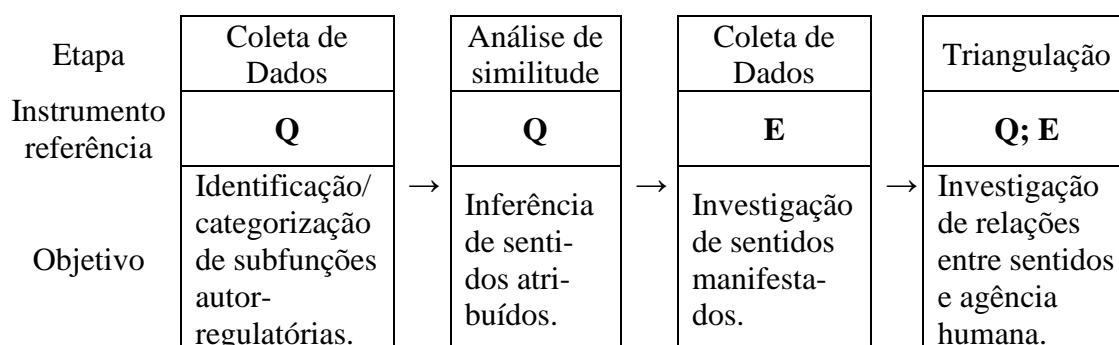


Fig. 2 – Etapas metodológicas dessa pesquisa. Legenda: Q – questionários; E – Entrevistas.

### III.1 Questionários sobre autorregulação

Os primeiros instrumentos de coleta de dados foram dois questionários sobre autorregulação (ver Tabela 2), cada um composto de seis questões dissertativas sobre as experiências dos participantes durante os encontros da disciplina, estritamente sobre os conteúdos de MRUV e NC. Esses questionários foram estruturados com base nas subfunções da autorregulação – auto-observação, autoavaliação e autorreação – com a finalidade de inferir e categorizar as subfunções mobilizadas pelos estudantes durante o processo de aprendizagem desses conteúdos.

A Tabela 2 é um exemplo genérico do formato de questionário utilizado para cada um dos tópicos, indicando a respectiva subfunção autorregulatória analisada para cada pergunta.

Por exemplo, a questão 1 (ver Tabela 2) refere-se à subfunção de auto-observação, possibilitando identificar que dificuldades um participante entendeu que teria que superar para aprender o MRUV ou a NC, ou seja, que desafios ele/a projetou que iria enfrentar ao longo de seus estudos. Por outro lado, as questões 2 e 3 possibilitaram em conjunto avaliar a atribuição causal, um dos elementos da subfunção autoavaliação, na qual os participantes declaram as dificuldades que efetivamente enfrentaram durante as experiências de aprendizagem. A questão 4 refere-se ao grau de importância, isto é, ao status que os participantes atribuíram para o conceito estudado. Por fim, as duas últimas questões do instrumento permitem investigar o tipo de autorreação que os participantes manifestaram. Essa última subfunção é analisada ao articular os sentimentos expressos pelos participantes durante as atividades com as perspectivas de estudo que projetam para o futuro.

Tabela 2 – Perguntas do questionário sobre as subfunções autorregulatórias mobilizadas pelos participantes.

Pergunta	Subfunção
1. Que dificuldades você imaginou que teria previamente para aprender sobre o conceito? Por exemplo, quando o professor iniciou as discussões sobre o conceito, o que você considerou que já precisava saber e o que supostamente teria que superar para aprendê-lo?	Auto-observação
2. Que dificuldades você de fato enfrentou durante as atividades sobre o conceito?	Autoavaliação: Atribuição causal
3. Quais destas dificuldades citadas na questão anterior você considerou fundamental superar para que pudesse aprender e utilizar o conceito?	
4. Que importância você atribui para a compreensão do que é o conceito? Ou seja, para você, qual é a importância do conceito enquanto conhecimento da Física?	Autoavaliação: Importância atribuída
5. Indique até dois tipos de sentimentos que emergiram em você durante as atividades sobre o conceito. Justifique suas escolhas. ( ) Satisfação, felicidade, etc. ( ) Motivação, curiosidade, etc. ( ) Indiferença ( ) Necessidade de estudar mais, revisar outros conceitos, etc. ( ) Confusão, agonia, tristeza, etc. ( ) Insatisfação, repulsa, etc.	Autorreação
6. As atividades sobre o conceito influenciarão sua capacidade de avançar nos estudos sobre Física? Justifique.	

As respostas aos questionários foram discutidas internamente entre o autor e o primeiro coautor desse estudo. Categorizamos diferentes tipos (categorias) de cada subfunção autorregulatória. As auto-observações dos estudantes inferidas em cada questionário, por exemplo, foram englobadas em duas categorias, quais sejam: *Base em Física*, quando um

estudante evidenciou que previa ter dificuldades pela falta de domínio de conceitos do campo da Física, e *Base em Matemática*, quando manifestava que essas dificuldades decorriam de conceitos do campo da Matemática.

### **III.2 Análise de similitude: inferência dos possíveis sentidos atribuídos ao MRUV e a NC**

Com a categorização das respostas aos questionários, cada participante foi associado com até quatro categorias, uma para cada subfunção autorregulatória. A investigação das relações entre essas subfunções mobilizadas pelos estudantes foi realizada por meio de uma análise de similitude no software Iramuteq.

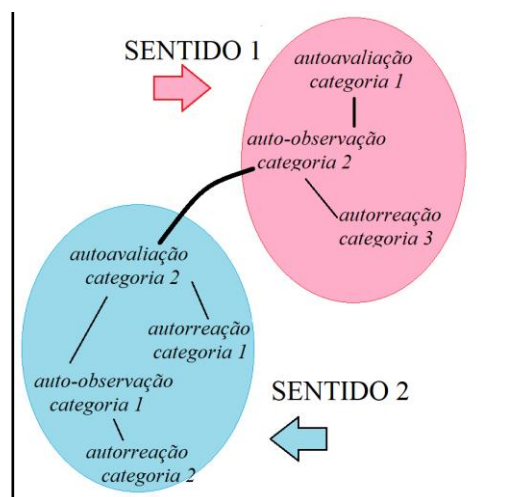
A análise de similitude é um procedimento qualitativo de identificação de coocorrência e conectividade entre palavras em um corpus textual (Camargo & Justo, 2013). Ao alimentar o software com um arquivo de texto, ele realiza a contagem e o agrupamento das palavras mais vezes manifestadas em conjunto no corpus. Nessa pesquisa, as “palavras” do corpus analisado foram as categorias das subfunções autorregulatórias já rotuladas e associadas a cada participante. Dessa forma, as análises retornam conexões diretas entre as categorias construídas, e não com as respostas literais dos participantes. As Fig. 4 e 5, por exemplo, foram geradas com base nas categorias elaboradas pelos autores a partir da análise das respostas aos questionários.

A Fig. 3 ilustra os resultados da análise de similitude no Iramuteq, que gera diagramas nos quais conecta palavras por quantidade de vezes em que estiveram relacionadas; também permite destacar elementos como a quantidade ou a frequência percentual das coocorrências entre duas palavras. Mais importante, o software agrupa as palavras mais “próximas”, gerando “ilhas” de palavras, além de destacar a palavra central dessa ilha. Desse modo, avaliamos quais subfunções autorregulatórias foram manifestadas mais vezes em conjunto. A partir disso, é possível esboçar perfis de atividade autorregulatória, pautados na disposição das categorias no diagrama. Desses perfis, interpretamos possíveis atividades cognitivas dos participantes para assimilar/mobilizar o construto em questão. Por fim, com base nessas interpretações, inferimos possíveis posicionamentos, conotações, ou seja, sentidos atribuídos ao construto em questão.

Dois perfis de atividade autorregulatória estão sendo indicados na Fig. 3, sendo cada um deles caracterizado, de forma geral, pela conectividade das subfunções indicadas. Com base nesse diagrama seria possível inferir, por exemplo, dois percursos autorregulatórios de auto-observação, auto-avaliação e autorreação característicos dos participantes durante o aprendizado de um conceito. Em última instância, buscamos associar cada percurso a um sentido atribuído ao construto em análise, conforme a interpretação dos autores quanto ao teor das coocorrências destacadas.

Cabe ressaltar que, na análise de similitude, duas ilhas de palavras sempre são geradas com, pelo menos, uma palavra interconectada. Nessa pesquisa, então, trata-se de uma subfunção autorregulatória permeando dois ou mais sentidos. Isto implica que podem existir participantes que manifestam uma mesma subfunção autorregulatória, porém sentidos diferentes para o conceito. Por exemplo, dois participantes podem manifestar a mesma projeção de dificuldades

(auto-observação) para o estudo do modelo de MRUV, até mesmo as mesmas atribuições causais; entretanto, podem diferir na importância que atribuem ao conceito, bem como nos sentimentos que experienciaram ao longo das aulas e, com isso, indicar autorreações diferentes. Como consequência, podem construir sentidos também diferentes para o MRUV.



*Fig. 3 – Exemplo de diagrama gerado pela análise de similitude no software Iramuteq.*

Em outras palavras, a análise de similitude não indica a posição de cada participante nas ilhas de palavras, ou, nesse caso, não comunica o sentido atribuído por cada participante ao conceito subjacente. É necessária a avaliação particular de cada participante pela localização de cada uma das subfunções que manifestou, ou por uma análise minuciosa de suas manifestações.

### **III.3 Entrevista semiestruturada: identificação dos sentidos manifestados pelos participantes**

Com a inferência dos sentidos atribuídos aos conceitos de MRUV e de Noção de Conservação, buscamos investigar, por meio de uma entrevista semiestruturada, a coerência desses sentidos inferidos com os sentidos manifestados pelos estudantes após as experiências da disciplina. Além disso, investigamos as relações entre esses sentidos – inferidos e manifestados – com diferentes aspectos da agência humana: intencionalidade, antecipação e autorreflexão.

A Tabela 3 apresenta as perguntas que dirigiram a entrevista, que foram aprofundadas conforme a especificidade de cada diálogo. De modo geral, buscamos identificar os sentidos manifestados pelos participantes no momento da entrevista e relacioná-los com os sentidos inferidos na análise de similitude. A partir dessa triangulação, almejamos investigar o impacto dos aspectos da agência humana na construção dos respectivos sentidos para os conceitos estudados.

Tabela 3 – Perguntas norteadoras da entrevista semiestruturada.

Pergunta geral	Objetivo	Dimensão da agência humana
1. Fale sobre os conceitos e teorias abordados na disciplina.	Investigar os conteúdos mais relevantes na percepção dos participantes.	Intencionalidade Autorreflexão
2. Para ti, por que e para que existe o modelo de MRUV?	Comparar sentidos inferidos com sentidos manifestados para o MRUV.	Autorregulação
3. Para ti, por que e para que existe a noção de conservação na Física?	Comparar sentidos inferidos com sentidos manifestados para a NC.	Autorregulação
4. Que importância você pensa que tem que ter um conteúdo novo que você vai começar a estudar? Ou seja, quando você “se prepara” para aprender um conteúdo, o que você tem em mente com relação a pra que ele deveria servir?	Avaliar as antecipações dos estudantes perante a aprendizagem de um conteúdo de Física.	Intencionalidade Antecipações

#### IV. Resultados e discussão

As Tabelas 4 e 5 sintetizam os resultados das análises dos instrumentos de coleta de dados utilizados (questionários sobre autorregulação e entrevistas). Nas primeiras colunas de cada tabela, apresentamos as categorias das subfunções autorregulatórias de auto-observação, autoavaliação e autorreação, nas quais as manifestações dos sete participantes que responderam aos Questionários sobre MRUV e NC foram englobadas; na coluna “Sentido inferido (Q)”, constam os sentidos atribuídos a esses conceitos, inferidos das categorias agrupadas por meio de uma análise de similitude.

Como se pode constatar nessas tabelas, a análise dos dados permitiu a inferência de dois sentidos atribuídos pelos participantes a ambos os conteúdos. Nos parágrafos subsequentes, detalharemos as subfunções autorregulatórias manifestadas pelos sete participantes nos questionários, bem como os sentidos inferidos na análise de similitude para os conteúdos de MRUV e NC. Na sequência, apresentamos os resultados da triangulação entre os questionários, as análises de similitude e as entrevistas, em termos das respectivas questões de pesquisa deste artigo.

##### IV.1 Sentidos atribuídos ao MRUV: diferentes graus de utilidade associados ao modelo

Para o conteúdo de MRUV, categorizamos dois tipos de auto-observação e de atribuições causais, conforme consta na Tabela 4. Além disso, identificamos também dois tipos de importância atribuída e dois tipos de autorreações. A articulação entre essas subfunções permitiu a inferência de dois sentidos para o MRUV, a partir de três ilhas de subfunções geradas na análise de similitude.

Tabela 4 – Síntese das subfunções autorregulatórias e sentidos inferidos no conteúdo de MRUV. Cada linha se refere aos resultados de um participante. Legenda: P = participante.

P.	Auto-observação	Autoavaliação		Autorreação	Sentido Inferido (Q)
		Atribuição causal	Importância do conceito		
#1	Base em Física	Base em Física	Conceitual	Vou estudar mais sobre MRUV.	Sentido Conceitual
#2	Base em Física	Base em Física	Fenomenológica	Avançarei nos estudos de Mecânica.	Sentido fenomenológico
#3	Base em Física	Base em Física	Fenomenológica	Avançarei nos estudos de Mecânica.	Sentido fenomenológico
#4	Base em Física	Base em Física	Fenomenológica	Avançarei nos estudos de Mecânica.	Sentido fenomenológico
#5	Base em Física	Base em matemática	Conceitual	Vou estudar mais sobre MRUV.	Sentido Conceitual
#6	Base em matemática	Base em matemática	Conceitual	Vou estudar mais sobre MRUV.	Sentido Conceitual
#7	Base em matemática		Conceitual	Avançarei nos estudos de Mecânica.	Sentido fenomenológico

Como se pode constatar na Tabela 4, as auto-observações manifestadas pelos participantes, ou seja, as projeções de dificuldades que estipularam para aprender o MRUV, estiveram atreladas a consolidar ou uma base em conteúdos prévios da Física, ou da Matemática. Por exemplo, participantes que manifestaram a auto-observação “Base em Física” responderam ao questionário com frases como *“Imaginei ter dificuldades em entender o conceito de aceleração. Até o momento eu não entendia como funcionava a formula com a velocidade e aceleração”*. Enquanto isso, participantes que projetaram a necessidade de ter uma “Base em Matemática”, responderam com, por exemplo *“Entender os parâmetros dos sinais (+, -) na adoção do referencial no momento da solução [de um exercício]”*. Constatamos que essas auto-observações se consolidaram como atribuições causais para o aprendizado do MRUV. No geral, participantes que manifestaram a atribuição causal “Base em Física” responderam com frases como *“Aplicar os conceitos na prática, a aceleração e velocidade numa formula [...] Entender de maneira definitiva o que é cada “coisa” (letra) nas fórmulas e como eles se relacionam”*. Já a atribuição causal “Base em Matemática” pode ser exemplificada com respostas como: *“Superar as dúvidas referentes a matemática num geral, e como lidar com eles no papel”*. Essas respostas indicam que, para o conteúdo de MRUV, os estudantes dispuseram de boa maturidade para prever os desafios que enfrentariam nas atividades sobre o conteúdo.

Foi na subfunção de atribuir importância ao conceito (pertencente a autoavaliação) que emergiram diferenças maiores nas respostas dos participantes. Os participantes se dividiram em dois tipos de importância: uma conceitual e outra fenomenológica. No primeiro caso, o MRUV



foi considerado um conteúdo importante enquanto “plano de fundo” para aprender outros conceitos básicos. Por exemplo, um participante disse que o MRUV é importante “*para gerar uma base para discussões futuras mais complexas*”. Por outro lado, a importância fenomenológica abarcou expressões como “*é de grande importância pois ajuda a elucidar o comportamento de objetos no que tange os seus movimentos e características*”.

Por fim, as autorreações dos participantes envolveram majoritariamente sentimentos positivos, porém se distinguiram na intenção de avançar ou não nos estudos da disciplina. Por exemplo, um participante que manifestou sentimentos de motivação respondeu à pergunta 6 (ver Tabela 2) com “*Sim, [pois tive] um entendimento teórico, prático e histórico*”, indicando a autorreação “Avançarei nos estudos de Mecânica”. Entretanto, outros participantes responderam, por exemplo, que “*percebi que mesmo entendendo os experimentos e conseguindo explica-los, ainda é necessário estudar o entendimento dos cálculos*”, manifestando a autorreação “Vou estudar mais sobre MRUV”.

A Fig. 4 apresenta a análise de similitude dessas subfunções. Como se pode observar, a análise gerou três ilhas de subfunções, sendo a ilha central uma “ponte de conexão” entre as ilhas periféricas. Essa ilha central foi composta pela auto-observação “Base em Física” (ao\_base\_fisica) e por ambas atribuições causais “Base em Física” (aa\_ac\_base\_fisica) e “Base em Matemática” (aa\_ac\_base\_matematica). Essa é uma evidência do compartilhamento das mesmas auto-observações e atribuições causais entre todos os participantes e, consequentemente, entre as ilhas periféricas geradas na análise. Como dito, nessa perspectiva, foram as subfunções de importância atribuída e autorreação que caracterizaram as ilhas periféricas.

A ilha verde, por exemplo, apresentou uma aproximação entre a “Importância conceitual” (aa\_imp\_conceitual) e a autorreação “Vou estudar mais sobre MRUV” (ar\_estudar\_mruv). Em menor grau, também esteve presente a auto-observação “Base em Matemática” (ao\_base\_matematica). Essa ilha reúne, portanto, subfunções que conferem ao MRUV uma relevância para compreender conceitos subjacentes a ele, como velocidade, aceleração, etc. Por exemplo, um participante respondeu no questionário que o MRUV é importante para “*Entender a importância dos modelos nos estudos da realidade*”, isto é, ressaltou a importância do MRUV enquanto modelo conceitual, portanto, uma importância do tipo conceitual. Na sequência, manifestou a autorreação “Vou estudar mais sobre o MRUV”, ao responder que “*Imagino que este conteúdo seja necessário para compreender os próximos*”.

Por outro lado, a ilha azul foi composta pela autorreação “Avançarei nos estudos de Mecânica” (ar\_avançar\_estudos) e pela importância atribuída “Importância fenomenológica” (aa\_imp\_fenomenos). Essa ilha, portanto, indica uma perspectiva diferente para o MRUV, onde ele tem relevância para entender certos fenômenos. Uma vez entendida a sua utilidade e os fenômenos subjacentes, os participantes manifestaram a vontade de avançar nos estudos sobre outros tópicos de Mecânica. Por exemplo, o participante anteriormente citado, que atribuiu importância fenomenológica ao MRUV, ao dizer que “[Ele] *é de grande importância pois*

ajuda a elucidar o comportamento de objetos no que tange os seus movimentos e características”, também respondeu no questionário que “[Foi] interessante poder relembrar conceitos e/ou desfazer conceitos equivocados”. Além disso, indicou se sentir motivado e, portanto, manifestou a autorreação “Avançarei nos estudos de Mecânica”.

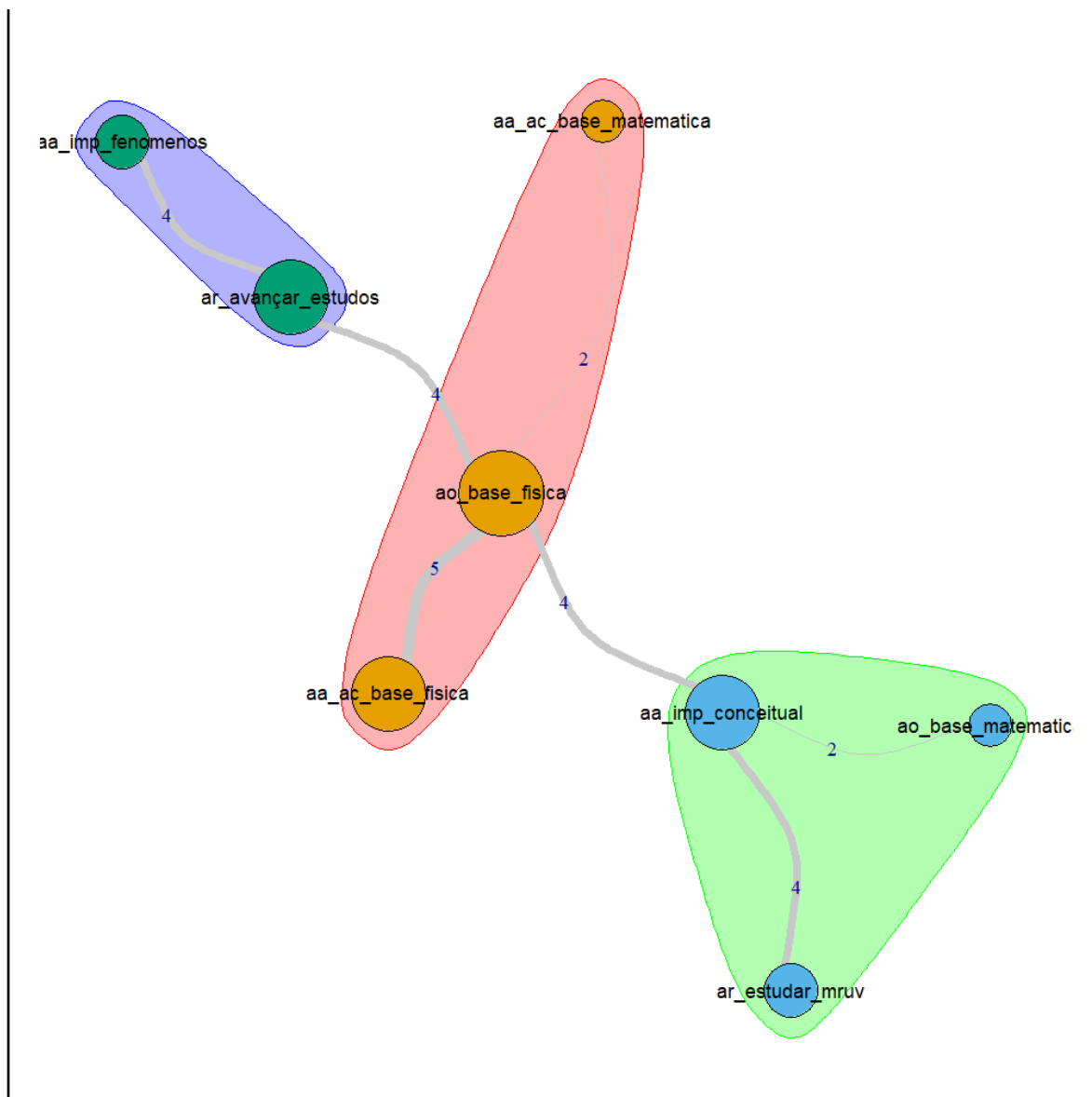


Fig. 4 – Análise de similaridade das subfunções autorregulatórias identificadas nos questionários para o tópico de MRUV.

Com base nisso, inferimos a existência de dois sentidos atribuídos para o MRUV. O primeiro sentido, associado a ilha verde na Figura 4, denominamos de *sentido conceitual*, podendo ser enunciado como: *o MRUV é um modelo que introduz conceitos básicos da Física; ele é importante para construir uma base conceitual para estudos futuros em Mecânica*. Enquanto isso, o segundo sentido, associado a ilha azul da Fig. 4, denominamos de *sentido*

*fenomenológico, enunciado como: o MRUV é um modelo importante para compreender fenômenos do cotidiano; ele é útil para contextualizar e consolidar meu conhecimento em Física.*

Entendemos que esses sentidos diferem principalmente no grau de utilidade do modelo de MRUV. Como discutido anteriormente, a noção de sentido pode ser associada às respostas ao “porque” e “para que” um conhecimento é mobilizado. No caso do MRUV, conforme destacado em diferentes respostas ao questionário, esse construto pode ser relacionado com duas perspectivas de uso distintas: ou como ferramenta conceitual auxiliar, no caso do sentido conceitual, ou como elemento contextualizador, no caso do sentido fenomenológico. Tais diferenças são discutidas em maior profundidade na seção IV.3.

#### **IV.2 Sentidos atribuídos a Noção de Conservação (NC): diferentes status conferidos ao construto**

Para o conteúdo de NC, similarmente ao MRUV, elencamos duas categorias para todas as subfunções autorregulatórias, conforme consta na Tabela 5. A análise de similitude dessas subfunções gerou duas ilhas de palavras, permitindo a inferência de dois sentidos para esse conteúdo.

Tabela 5 – Síntese das subfunções autorregulatórias e sentidos inferidos para o conteúdo de Noção de Conservação. Cada linha se refere aos resultados de um participante. Legenda: P = participante.

P.	Auto-observação	Autoavaliação		Autorreação	Sentido Inferido (Q)
		Atribuição causal	Importância do conceito		
#1	Base em Física	Base em Física	Epistêmica	Vou estudar mais sobre NC, porque quero.	Sentido epistêmico
#2	Base em Física	Base em Física	Epistêmica	Vou estudar mais sobre NC, porque quero.	Sentido epistêmico
#3	Base em Física	Base em matemática	Conceitual	Vou estudar mais sobre NC, porque preciso.	Sentido de indissociabilidade
#4	--	Base em Física	Conceitual	Vou estudar mais sobre NC, porque preciso.	Sentido de indissociabilidade
#5	Base em Física	Base em Física	Conceitual	Vou estudar mais sobre NC, porque quero.	Sentido epistêmico
#6	Base em Matemática	Base em Física	Epistêmica	Vou estudar mais sobre NC, porque preciso.	Sentido epistêmico
#7	Base em Física	Base em Física	--	Vou estudar mais sobre NC porque preciso.	Sentido de indissociabilidade

Novamente, as auto-observações e atribuições causais se aproximaram da concepção de que a compreensão da NC demanda uma base de conceitos prévios, em Física ou em Matemática. Por exemplo, um participante projetou que *“necessitava entender as leis de Newton e MRU/MRUV”*, indicando a auto-observação “Base em Física”. Entretanto, esse mesmo participante manifestou a atribuição causal “Base em Matemática”, quando respondeu às perguntas sobre atribuições causais com o seguinte: *“Não tive nenhuma dificuldade [conceitual] por já conhecer sobre conservação e energia. Minha maior dificuldade foi nos cálculos”*. Outro participante projetou a auto-observação “Base em Física” ao responder que: *“Não achei que teria grandes dificuldades, achava que precisaria saber conceitos básicos, velocidade, massa, etc”*. Posteriormente, ele consolidou essa auto-observação como a atribuição causal “Base em Física”, porém levando em conta outros conceitos, ao responder que foi necessário *“entender as definições das grandezas e como elas se relacionam. Percebi que vários conceitos como trabalho e energia são parecidos, mas representam coisas diferentes, o que pode ser bem confuso”*.

As importâncias atribuídas à NC, subelemento da autoavaliação, se dividiram em um teor conceitual e outro epistêmico. No primeiro caso, o conteúdo foi considerado importante para que se possa compreender algumas noções teóricas e conceitos que são usados na Física. Por exemplo, um participante respondeu ao questionário que as conservações de momentum e energia são *“são fundamentais e é necessário saber diferenciar as grandezas, pois são muito usadas na mecânica”*. Nota-se que esse participante não distingue a NC dos conceitos de momentum e energia. Outro participante emitiu um raciocínio similar, ao responder que *“essa matéria dá noções gerais de modelos e do entendimento do real, no caso da energia”*. Essa é uma evidência de uma indissociabilidade da NC de conceitos subjacentes manifestadas pelos participantes. Por outro lado, participantes que conferiram uma importância epistêmica para a NC ressaltaram aspectos filosóficos e um grau de generalidade atrelado a esse conteúdo. Por exemplo, um participante respondeu que *“para além de ser útil em cálculos, é uma questão quase filosófica entender que existem certas grandezas que por algum motivo se conservam”*. Similarmente, outro participante respondeu que a NC é *“muito importante, visto que foi um marco na Física o debate sobre conservação, sendo responsável por quebrar paradigma”*.

As autorreações dos participantes expressaram, em uníssono, uma intenção de continuar os estudos sobre o conteúdo de NC. Entretanto, essa intenção foi gerada por duas motivações distintas: uma de interesse e outra de necessidade. No primeiro caso, os participantes que manifestaram a autorreação “Vou estudar mais sobre NC, porque quero”, indicaram sentimentos mais positivos durante os estudos sobre esse conteúdo, bem como o despertar de motivação e curiosidade para aprofundar tais estudos. Por exemplo, um participante respondeu ao questionário com: *“Tive curiosidade em entender o conteúdo e satisfação em entender eles. São habilidades fundamentais que, acredito eu, será importante no decorrer de todo o curso, até mesmo quando eu começar a lecionar numa escola, da cidade onde moro”*. Por outro lado, participantes que expressaram a autorreação “Vou estudar mais

sobre NC, porque preciso” indicaram sentimentos mais negativos durante o estudo desse conteúdo, como confusão e tristeza, e a necessidade de estudá-lo seguiu de um entendimento incompleto do tópico. Por exemplo, um participante enunciou que *“ao não entender conteúdos sinto confusão e tristeza, por medo de não dar conta, porém isso se torna impulso para maiores estudos”*.

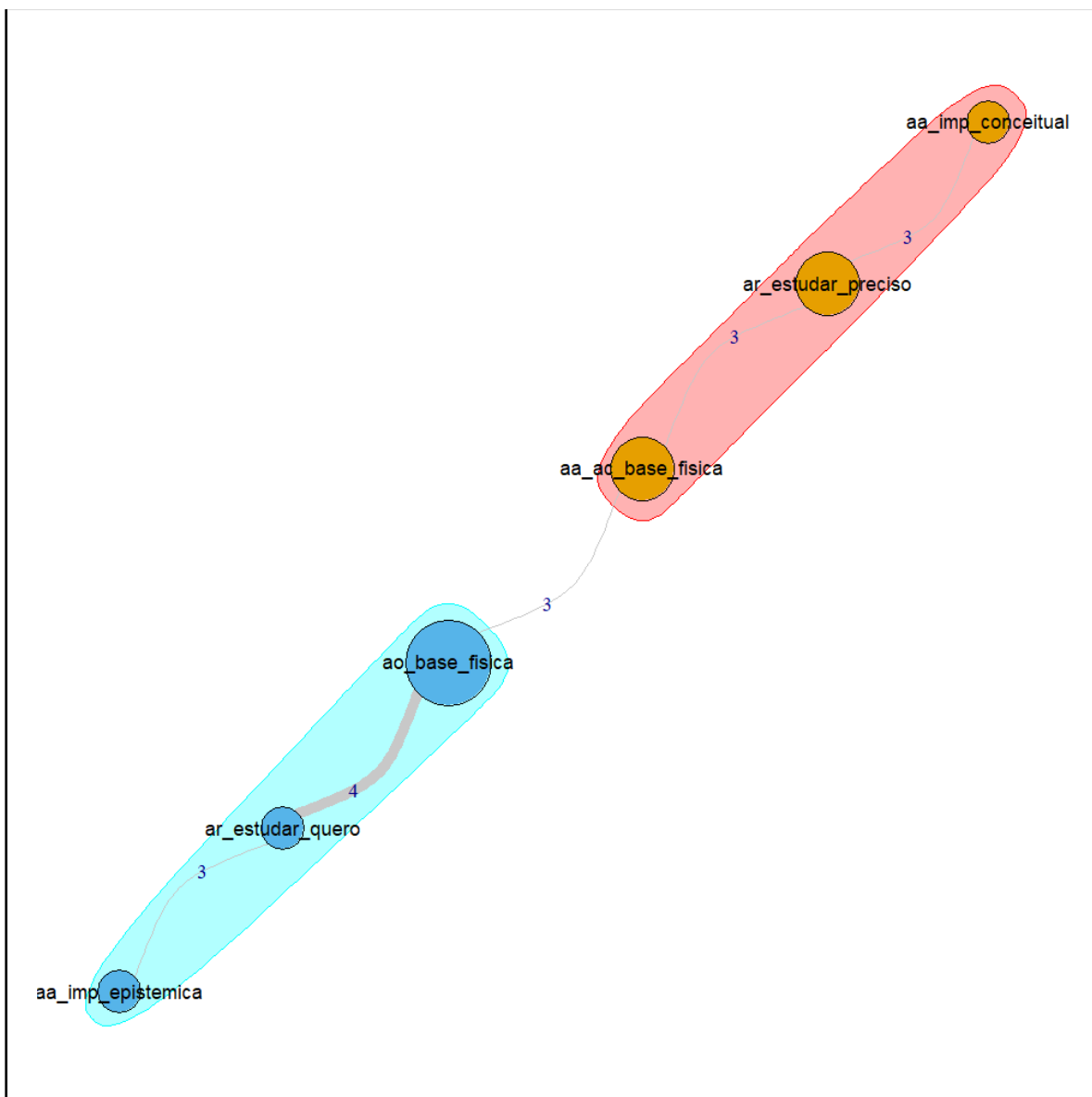
A análise de similitude dessas subfunções autorregulatórias indicou duas ilhas de categorias, como consta na Fig 5. Observamos, novamente, a auto-observação e a atribuição causal “Base em Física” (ao\_base\_fisica e aa\_ac\_base\_fisica) exercerem uma ponte de conexão entre as ilhas de palavras, indicando serem subfunções presentes em mais de um possível sentido atribuído ao conteúdo de NC. Por outro lado, a autorreação “Vou estudar mais sobre NC, porque preciso” (ar\_estudar\_preciso) esteve mais relacionada com a “Importância Conceitual” (aa\_imp\_conceitual) atribuída, como se observa na ilha vermelha na Fig. 5. Enquanto isso, na ilha azul da Fig. 4, a autorreação “Vou estudar mais, porque quero” (ar\_estudar\_quero) esteve atrelada à “Importância Epistêmica” (aa\_imp\_epistemica).

A partir dessa análise de similitude, inferimos dois sentidos atribuídos a NC. Denominamos um deles de sentido epistêmico, associado à ilha azul da Fig. 5 e enunciado como: *a noção de conservação de grandezas é um construto com forte bagagem filosófica e histórica; é importante pois é universal na Física*. O outro sentido, associado à ilha vermelha da Fig. 5, denominamos de sentido de indissociabilidade, e pode ser sintetizado como: *a noção de conservação de grandezas explica alguns conceitos da Física; é indispensável para compreender estes conceitos e, portanto, consolidar uma base de conhecimento em Física*. Consideramos que o sentido epistêmico, em particular, foi impulsionado pela ênfase na abordagem histórica.

Como sugerem estes enunciados, no caso da NC, os sentidos inferidos podem ser distinguidos pelo status ontológico do conceito, mais próximo às respostas ao “porque” esse construto existe e pode ser mobilizado. Na perspectiva de indissociabilidade, o construto tem sua gênese relacionada com outros conceitos da Física, de modo a ser pouco concebível sem conexão com tais conceitos. Por outro lado, na perspectiva epistêmica o construto é contemplado de forma mais ampla, sendo encarado como resultante de um processo histórico associado a aspectos filosóficos e holísticos. Essas diferenças são aprofundadas na seção IV.3.

#### **IV.3 Comparação entre os sentidos inferidos nos questionários e os sentidos manifestados nas entrevistas**

Visando responder à questão de pesquisa *“Quais são as condições e restrições para o uso da análise de processos da agência humana para a inferência dos sentidos atribuídos por estudantes para um conceito/noção? Qual é a relação entre os sentidos inferidos e os sentidos manifestados com esses aspectos da agência humana?”*, comparamos os sentidos inferidos nas análises de similitudes com as manifestações dos participantes sobre os conteúdos nas entrevistas.



*Fig. 5 – Análise de similitude das subfunções autorregulatórias identificadas nos questionários para o tópico de NC.*

Na Tabela 6 apresentamos, numa coluna, os sentidos inferidos dos questionários (Sentidos Inferidos (Q)) e, noutra coluna, os sentidos manifestados nas entrevistas (Sentidos Manifestados (E)).

Tabela 6 – Contraste entre os sentidos inferidos e os sentidos analisados. Legenda: P = participante.

Tópico	P.	Sentido Inferido (Q)	Sentido Manifestado (E)
MRUV	#1	Conceitual	“Simplificação que permite estudar a realidade”.
	#2	Fenomenológico	“Modelo base de um mundo perfeito para adaptar a realidade; é uma maneira de descrever a realidade”.
	#3	Fenomenológico	“É importante para tudo que vemos no dia-a-dia, desde o andar de um carro. É um modelo clássico para até uma criança entender, pois é mais palpável”.
	#4	Fenomenológico	“É um modelo que ajuda entender as coisas (fenômenos) de maneira um pouco mais simples”.
	#5	Conceitual	“Mas para o MRUV? De certo modo (eu não vejo)... tem assuntos mais relevantes... (porém) senti necessidade de estudar ele”.
	#6	Conceitual	“É importante para dar início a todo conteúdo da Física. Tem importância didática para dar uma base”.
	#7	Fenomenológico	“Decorei a resposta pra prova né... Serve para entender outros conceitos e desenvolver habilidades”.
NC	#1	Epistêmico	“Essa busca por uma conservação na Física vem de muito tempo atrás. É uma coisa que a gente observa na natureza, que existe uma certa tendência a conservação, e isso facilita o nosso estudo da Física”.
	#2	Epistêmico	“NC de energia serve para descrever sistemas... é uma base para outros conceitos”.
	#3	Indissociabilidade	“É importante pois é “uma explicação da própria física... [A NC] é mais importante que os conceitos, mas não dá pra falar deles sem NC”.
	#4	Indissociabilidade	“Penso na conservação de energia... é como se não achasse nada [somente da NC]”.
	#5	Epistêmico	“É [algo] mais amplo, é “introdução na Física”, ajudar entender outros conteúdos”.
	#6	Epistêmico	“Sempre lembro da disputa ( $mv$ e $mv^2$ )... Pode-se aplicar de mais de uma forma... Porém ajudar entender outras coisas”.
	#7	Indissociabilidade	“Deus né... É uma busca de respostas absolutas”.

Constatamos uma convergência entre os sentidos inferidos pela análise de similitude dos questionários com os sentidos manifestados nas entrevistas. Por exemplo, um participante, ao ser perguntado “Para ti, por que e para que existe o modelo de MRUV?”, respondeu “*é um modelo base de um mundo perfeito... um modelo que podemos adaptar para nossa realidade*”, manifestando um sentido fenomenológico. Outro participante manifestou, ao responder a mesma pergunta sobre o MRUV, que “[Existe] *para dar início a todo conteúdo da Física, para termos a ideia de algo mais básico e com isso avançar... Acho que tem uma importância*

*didática muito grande... entender coisas mais básicas, gráficos, cálculos de velocidade, etc”, aproximando-se do sentido conceitual.*

Nessa mesma linha, as respostas para a pergunta “Para ti, por quê e para quê existe a Noção de Conservação na Física?” evocaram diferentes manifestações, como “*Essa busca por uma conservação vem de muito tempo atrás... é uma coisa que a gente observa na natureza, que existe certa tendência a conservação, e isso facilita o estudo na Física*” e “*Quando falamos em conservação penso na conservação de energia... [da NC em si] é como se não achasse nada...*”. O primeiro excerto exemplifica o sentido epistêmico, onde a NC é encarada numa perspectiva holística, filosófica, histórica e/ou unificadora na Física. Enquanto isso, o segundo excerto se relaciona com o sentido de indissociabilidade, onde a NC é encarada como algo que está intrinsecamente relacionado a outros conceitos da Física e não se distingue desses conceitos, ou seja, não faz “sentido” falar de NC sem recorrer a estes conceitos e vice-versa.

Desse modo, constatamos que os sentidos manifestados pelos estudantes são, de modo geral, mais amplos que os sentidos inferidos. Por um lado, a análise de similitude foi restringida ao estudo das subfunções autorregulatórias. Entretanto, como discutido, a autorregulação é um processo interrelacionado e impactado por outros aspectos da agência humana. Dessa forma, a análise de similitude não exclui a possibilidade de um sujeito construir um sentido para um conceito/noção que contenha elementos dos diferentes sentidos inferidos. Consideramos que se trata de um sentido distinto, que engloba diferentes aspectos daqueles identificados e codificados pela análise.

Essa possibilidade foi corroborada pelas manifestações de alguns participantes. Por exemplo, ao ser perguntado “Por que e para que existe a Noção de Conservação na Física”, o participante 3 responde que “*ela é uma das explicações da própria Física, [já que] historicamente existia uma briga de conceitos filosóficos sobre se o universo era equilibrado ou se as coisas se dissipam. [Porém] a NC vem do conceito de momentum, e a energia é uma teorização posterior*”. Inicialmente, esse participante ressalta o caráter mais abrangente, universal e histórico da NC enquanto construto que permeia toda Física, característico do sentido epistêmico inferido à NC; posteriormente, entretanto, o participante expressa uma relação de proximidade e origem entre a NC e certos construtos da Física, como energia e momentum, conferindo um elemento do sentido de indissociabilidade inferido pela análise.

Curiosamente, ao ser perguntado sobre a “razão de ser” do MRUV, o mesmo participante responde que ele “*é importante para tudo que vemos no dia-a-dia, desde o andar de um carro. É um modelo clássico para todo mundo entender, até uma criança do Ensino Fundamental, pois é mais palpável*”. Nesse trecho, o sujeito manifesta elementos do sentido fenomenológico e do sentido conceitual simultaneamente, uma vez que ressalta a relevância da conexão do MRUV com eventos do cotidiano (sentido fenomenológico) ao mesmo tempo que indica que essa conexão é possível pela simplicidade dos conceitos subjacentes ao MRUV (sentido conceitual). Ao ser perguntado se o MRUV era relevante pela sua característica de possibilitar a explicação de eventos cotidianos ou se pela simplicidade dos conceitos que evoca,



o participante respondeu que *“uma coisa leva à outra; por serem mais compreensíveis, estão mais explícitos no dia-a-dia”*. Isso elucida que o sujeito expressa um único sentido que incorpora esses dois aspectos, anteriormente discriminados na análise de similitude.

Mas por que esses sentidos atribuídos não foram manifestados integralmente nos questionários, e sim nas entrevistas? Recordemos que os processos cognitivos de um indivíduo são impactados pelas características dos ambientes enfrentados (Bandura, 2008). Situações diferentes exigirão processos cognitivos diferentes. Responder a um questionário é uma atividade mais passiva e exige menor reflexão do que interagir em uma entrevista presencial, respondendo a perguntas abertas sobre experiências de aprendizagem. Assim, nessas duas situações, as atividades autorregulatórias e autorreflexivas podem diferir o suficiente e culminar em manifestações também diferentes.

Nesse contraste, a seletividade dos indivíduos sobressai em situações menos reflexivas, que exigem mecanismos mais automáticos. Em outras palavras, numa situação mais passiva, como responder a um questionário, o sujeito tenderá a manifestar aspectos salientes de seu pensamento em curso, que fazem alusão às suas intencionalidades e expectativas primárias. Por outro lado, em situações mais complexas, como numa entrevista, o sujeito executa mecanismos autorregulatórios e autorreflexivos mais elaborados, expondo também aspectos mais latentes do sentido que atribuiu para um conteúdo estudado. Por exemplo, o participante 4 respondeu ao questionário, sobre a importância do conteúdo de Noção de Conservação na Física, que *“[é importante] para progredir na parte teórica do curso e compreender mais o mundo”*; porém, na entrevista, manifestou que *“Quando falamos em conservação, me lembro muito do que vimos da conservação de energia, e aí fico travado pois não sei o que pensar. Não sei como responder isso... é como se não achasse nada [somente da NC]”*. Ou seja, o participante apresenta uma resposta genérica no questionário, ao passo que, na entrevista, revela indícios do porque não conseguiu responder com maior profundidade no questionário; é porque manifesta um sentido de indissociabilidade, no qual não há nexo em falar da NC sem fazer alusão a outros conceitos, como energia.

Já o participante 6 respondeu, no questionário, também sobre importância da NC, que ela é *“muito importante, visto que foi um marco na Física o debate sobre conservação, sendo responsável por quebrar paradigma”*. Esse trecho tem relação direta com o sentido epistêmico inferido à NC. Porém, na entrevista, o participante além de reforçar esse ponto, também manifestou aspectos do sentido de indissociabilidade, quando disse que *“a conservação pode se aplicar em mais de uma coisa, tipo Energia Mecânica e Energia Cinética, por exemplo. A conservação auxilia muito para entender essa dinâmica da própria energia mecânica, por exemplo, dum objeto numa colisão elástica, numa inelástica”*.

Com base nessas manifestações, é possível dizer que aspectos salientes prevalecem em situações menos complexas, onde a seletividade do sujeito tem maior influência. Em contrapartida, aspectos latentes podem permanecer implícitos pelo sujeito, e o sentido atribuído ficar parcialmente velado. Por exemplo, um participante reagiu surpreso à pergunta sobre a

“razão de ser” do MRUV, e respondeu: “Caraca... Se fosse um assunto mais geral, mas para o MRUV? Na graduação tem assuntos mais relevantes do que o MRUV. De certo modo, dentro da Física, não consigo pensar uma importância [para o MRUV]”. Nessa fala, o participante apresenta um aspecto saliente no qual o MRUV é pouco importante para a Física, por ser um tópico muito específico. Ou seja, ele impõe um padrão pessoal no qual um conteúdo precisa ser mais abrangente para ter relevância. Entretanto, o participante destacou no decorrer de suas reflexões que, apesar de não considerá-lo importante, também sentiu uma “*necessidade de estudar o MRUV, porque ajudou a nivelar alguns conceitos da Mecânica*”. Esse pode ser um indício de que o participante implicitamente considera o MRUV, em algum nível, importante para introduzir conceitos básicos da Mecânica, sinalizando um elemento do sentido conceitual associado ao participante na análise de similitude.

A partir dessa discussão, fica evidente que diferentes aspectos do sentido atribuído emergem conforme a situação enfrentada pelo sujeito. Nessa perspectiva, a complexidade das atividades autorregulatórias e autorreflexivas são elementos importantes para conferir sentidos mais amplos para conceitos da Física. Quando os estudantes dedicam tempo para elaborar pensamentos e refletir sobre os conteúdos estudados, perante as situações enfrentadas, podem construir “razões de ser” mais sofisticadas para esses conteúdos.

#### IV.4 Contraste entre as antecipações de aprendizagem e os sentidos manifestados

Com a finalidade de investigar o impacto das antecipações dos estudantes nos sentidos atribuídos, buscamos nas entrevistas as diferentes antecipações de aprendizado para um conteúdo de Física. Acessamos essa informação por meio da pergunta 4 da Tabela 3: “*Que importância você pensa que tem que ter um conteúdo novo que você vai começar a estudar? Ou seja, quando você “se prepara” para aprender um conteúdo, o que você tem em mente com relação a pra que ele deveria servir?*”. A Tabela 7 sintetiza essas antecipações, seguidas dos sentidos manifestados nas entrevistas para os conteúdos de MRUV e Noção de Conservação.

Tabela 7 – Antecipações de aprendizado de um conteúdo de Física e sentidos manifestados pelos participantes nas entrevistas. (Legenda: P = participante; E = entrevista).

P.	Antecipações de aprendizagem de um conteúdo de Física	Sentido manifestado (E)	
		MRUV	NC
#1	Relação com o mundo	Fenomenológico	Epistêmico
#2	Relação com o mundo	Fenomenológico	Indissociabilidade
#3	Relação com outros conceitos	Ambos (Sentido geral)	Ambos (Sentido geral)
#4	Relação com outros conceitos Relação com o mundo	Fenomenológico	Indissociabilidade
#5	Contribuição geral para formação	Conceitual	Ambos (Sentido geral)
#6	Contribuição geral para formação	Conceitual	Ambos (Sentido geral)
#7	Contribuição geral para formação	Conceitual	Epistêmico

As antecipações denominadas “Relação com o mundo”, manifestadas por três participantes, englobam expectativas voltadas para a conexão, a identificação ou o uso dos conteúdos da Física em situações do cotidiano, podendo ser exemplificada por trechos como *“espero que eu consiga ver o conteúdo no meu cotidiano... que eu veja ele nas coisas, no mundo e não seja só números num papel”*. Como se pode observar, essa antecipação pode envolver tanto uma noção de concretude dos conceitos da Física, ou até mesmo uma perspectiva mais utilitarista dos mesmos. As antecipações rotuladas de “Relação com outros conceitos”, expressas por dois participantes, conferem expectativas onde o conteúdo estudado apresentará conexões com outros construtos da Física, tecendo uma rede conceitual mais ampla e coerente. Por exemplo, um participante manifesta que *“Todo mundo sabe que tu faz várias ‘Físicas’, a [Mecânica] Clássica, a Termodinâmica, etc... e depois tudo se une... A Física se complementa uma na outra”*. Por fim, as antecipações chamadas de “Contribuição geral para formação”, indicadas por três participantes, apresentam aspectos mais gerais e voltados para uma perspectiva de aprender para ampliar o conhecimento enquanto estudante de Física, englobando conotações variadas, que vão desde o “aprender por aprender” até o “necessário para se formar”. Por exemplo, um participante manifestou, sobre quando vai estudar um conteúdo novo: *“só consigo pensar em se formar, enquanto físicos; não é sobre a utilização dele [um conteúdo], mas tipo: ‘isso é necessário!’”*.

Pode-se constatar na Tabela 7 que os participantes que pontuaram antecipações voltadas para as “Relações com o mundo” manifestaram um sentido fenomenológico para o MRUV. Estudantes que apresentaram os outros dois tipos de antecipações identificados, seja de relacionar o conteúdo estudado com outros conceitos da Física, ou de obter uma contribuição geral para a formação em Física, manifestaram sentidos voltados para aspectos conceituais, no caso do MRUV (sentido conceitual), e sentidos mais amplos que contemplam ambas facetas epistêmicas e de indissociabilidade, no caso da NC. Por exemplo, o participante 1 manifestou um sentido fenomenológico para o MRUV, ao dizer que ele se trata de uma *“simplificação que permite estudar a realidade”*, ao passo que indicou a antecipação de aprendizado *“espero que eu consiga ver o conteúdo no meu cotidiano... que eu veja ele nas coisas, no mundo e não seja só números num papel”*. Por outro lado, o participante 5, ao demonstrar a expectativa de que *“só consigo pensar em se formar, enquanto físicos... tipo: ‘isso é necessário!’”*, possivelmente antecipa que um conteúdo não necessariamente deva ter uma importância em si mesmo, mas apenas para a formação do estudante em Física e, com isso, atribuiu um sentido mais restrito para o MRUV, ao dizer que *“tem assuntos mais relevantes do que o MRUV. De certo modo, dentro da Física, não consigo pensar uma importância [para ele]”*.

Esses resultados indicam que os sentidos atribuídos para o MRUV e a NC apresentaram relação com as facetas da agência humana. Em particular, podemos identificar que as intencionalidades e antecipações dos estudantes impactaram na construção dos sentidos, enquanto a capacidade autorreflexiva dos estudantes influenciou na medida com que esses sentidos foram expressos nos questionários e nas entrevistas. De modo geral, essas facetas

estimularam a seletividade dos participantes, de modo a indicar (ou não) tanto aspectos salientes como latentes de sentidos mais amplos atribuídos para os conteúdos.

## V. Conclusões

Essa pesquisa teve como objetivo investigar os sentidos atribuídos a tópicos de Mecânica em uma disciplina introdutória de um curso de Licenciatura em Física. Consideramos o sentido uma dimensão subjetiva e conotativa da aprendizagem conceitual, e investigamos a atribuição de sentido aos tópicos de MRUV e NC, enquanto um processo autorregulatório atrelado à agência humana, na perspectiva da Teoria Social Cognitiva de Bandura (2008). Implementamos questionários para identificar subfunções autorregulatórias, e traçamos perfis de atividade autorregulatória por meio de análises de similitude, permitindo a inferência dos sentidos atribuídos a esses tópicos. Por fim, realizamos uma entrevista para relacionar esses sentidos com as facetas da agência humana – intencionalidade, antecipação e autorreflexão – a fim de compreender com maior profundidade o processo de atribuição de sentido.

Referente à primeira questão de pesquisa - *Quais são os sentidos atribuídos ao modelo de MRUV e à NC por estudantes ingressantes num curso de licenciatura em Física?* – inferimos dois sentidos atribuídos para ambos os conceitos. No caso do MRUV, denominamos esses sentidos de sentido conceitual e sentido fenomenológico. Esses sentidos diferiram na percepção de utilidade conferido ao MRUV. Enquanto o primeiro é enunciado como “*o MRUV é um modelo que introduz conceitos básicos da Física; ele é importante para construir uma base conceitual para estudos futuros em Mecânica*”, o segundo é sintetizado como “*o MRUV é um modelo importante para compreender fenômenos do cotidiano; ele é útil para contextualizar e consolidar meu conhecimento em Física*”. No caso da NC, denominamos os sentidos atribuídos de sentido de indissociabilidade e de sentido epistêmico. Esses sentidos se distinguem pelo status atribuído a NC. O primeiro sugere que a NC é um construto indissociável de outros conteúdos da Física, como energia e momentum, e é enunciado como: “*a noção de conservação de grandezas explica alguns conceitos da Física; é indispensável para compreender estes conceitos e, portanto, consolidar uma base de conhecimento em Física*”. Já o sentido epistêmico confere à NC o status de princípio unificador da Física, carregado de aspectos históricos, filosóficos e metafísicos, e é sintetizado como “*a noção de conservação de grandezas é um construto com forte bagagem filosófica e histórica; é importante pois é universal na Física*”.

Referente à segunda questão de pesquisa desse trabalho – *quais são as condições e restrições para o uso da análise de processos da agência humana para a inferência dos sentidos atribuídos por estudantes para um conceito/noção? Qual é a relação entre os sentidos inferidos e os sentidos manifestados com esses aspectos da agência humana?* – concluímos, primeiramente, que o uso de processos autorregulatórios possibilita a identificação de aspectos salientes que compõem os sentidos atribuídos por estudantes a conceitos da Física. Entretanto, aspectos latentes dos sentidos não são acessíveis com essa metodologia, uma vez que a

autorregulação é um processo cognitivo individual e, com isso, cada sujeito constrói um sentido específico para o conceito. Esse sentido costuma ser mais amplo do que aqueles inferidos pela análise da autorregulação, englobando elementos ocultos nos questionários. Como visto na seção IV.3, participantes construíram sentidos que incluíram aspectos de mais de um sentido inferido nas análises de similitude, constituindo um sentido mais sofisticado, no qual diferentes nuances do conceito são abarcadas.

Nessa perspectiva, concluímos que a intencionalidade e a antecipação são determinantes do processo autorregulatório subjacente à construção de sentido. De acordo com a TSC, por um lado, as percepções, motivações e expectativas dos estudantes sobre si mesmos, enquanto estudantes de Física, influenciam na maneira como constroem e enunciam seus pensamentos sobre conceitos da Física, como discutido nas seções IV.3 e IV.4. Por outro lado, como visto na seção IV.4, os sentidos atribuídos apresentaram relação com as expectativas de aprendizado de um conceito de Física. Por exemplo, estudantes que manifestaram a expectativa de que um conceito apresente uma conexão com eventos da realidade estiveram mais alinhados com o sentido fenomenológico para o MRUV.

Somado a isso, identificamos que a autorreflexão impactou na maneira como os estudantes formularam e enunciaram o sentido atribuído a um conceito. Em situações menos reflexivas, como no caso dos questionários sobre autorregulação, prevaleceram aspectos salientes do sentido construído. Foram em situações mais complexas, como na entrevista realizada, que os estudantes autorrefletiram com maior profundidade e evocaram considerações latentes e implícitas, manifestando integralmente o sentido atribuído ao conceito.

De modo geral, concluímos que esses processos de intencionalidade, antecipação e autorreflexão influenciaram na seletividade dos estudantes. Isto fez com que, em diferentes situações, certos aspectos fossem priorizados em detrimento de outros, independente das abordagens didáticas utilizadas em sala de aula. Em outras palavras, os resultados permitem sugerir que os alunos “aprenderam aquilo que queriam aprender”. Isso pode indicar que o impacto de uma abordagem didática pode ser mitigado por aspectos que não são diretamente acessíveis ao docente. Portanto, levar em conta as intencionalidades e antecipações de aprendizado dos alunos perante conteúdos de Física é uma estratégia importante para traçar aspectos que podem vir a incorporar os sentidos atribuídos a esses conteúdos.

Apontamos como limitações dessa pesquisa a baixa quantidade de participantes envolvidos, bem como o contexto da respectiva turma. Diante de mais participantes, por exemplo, seria possível que subfunções autorregulatórias mais diversificadas fossem identificadas, e, com isso, outros sentidos fossem inferidos das análises de similitude. Além disso, estudantes mais avançados na graduação em Física poderiam manifestar antecipações e intencionalidades distintas, por exemplo. Com isso, os impactos da agência humana possivelmente difeririam dos identificados nesse estudo. Portanto, sugerimos o investimento em pesquisas sobre os impactos dos aspectos da agência humana no aprendizado de Física, não

somente referente aos conceitos dessa área, mas também tangente ao uso de diferentes abordagens didáticas.

### **Agradecimentos**

O primeiro autor agradece à CAPES pelo apoio financeiro à bolsa de pós-graduação e o terceiro autor agradece ao CNPq pelo apoio financeiro à bolsa de produtividade para o desenvolvimento da pesquisa.

### **Referências bibliográficas**

ABBAGNANO, N. Dicionário de Filosofia. 5. Ed. **Revista e Ampliada Edição**. [s.l.]: WMF Martins Fontes, 2007.

ASBAHR, F. S. F. Sentido pessoal, significado social e atividade de estudo: uma revisão teórica. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, p. 265-272, 2014.

BANDURA, A.; AZZI, R. G.; POLYDORO, S. **Teoria Social Cognitiva**: conceitos básicos. Porto Alegre: ArtMed, 2008.

BANDURA, A. Social cognitive theory of self-regulation. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, v. 50, n. 2, p. 248-287, 1991.

BANDURA, A. **Social foundations of thought and action**: A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ, US: Prentice-Hall, Inc, 1986.

BECKER, M. H. T.; HEIDEMANN, L. A.; LIMA, N. W, Sensemaking of wave–particle duality in a scientific outreach minicourse: a study based in self-regulation, **European Journal of Physics**, v. 46, n. 1, p. 015401, 2024.

BILHALBA, L.P. **As potencialidades de uma intervenção pedagógica ancorada na autorregulação da aprendizagem para a formação docente em Física**. 2019. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/xmlui/handle/prefix/5600>. Acesso em: 16 maio 2024.

DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos CEDES**, v. 24, p. 44-63, 2004.

FLUMINHAN, C. S. L.; MURGO, C. S. Autorregulação acadêmica e estratégias de aprendizagem avaliadas em estudantes do ensino fundamental. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 23, p. e189190, 2019.

FRANCO, B. V. E. **Autorregulação e persistência universitária**: o sentido das experiências universitárias nos cursos de Física como um elemento decisivo da persistência estudantil. 2024. Tese (Doutorado). Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/273204>. Acesso em: 21 jun. 2024.

FRANCO, B. V. E.; ESPINOSA, T.; HEIDEMANN, L. A. Em busca de sentido: interpretando as experiências acadêmicas à luz das subfunções da autorregulação. **Cadernos de Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS**. Organizadores: Fernanda Ostermann, Ives Solano Araujo e Matheus Monteiro Nascimento. São Paulo: Pimenta Cultural Editors S/A, 2023.

FRISON, L. M. B. Autorregulação da aprendizagem: abordagens e desafios para as práticas de ensino em contextos educativos. **Revista de Educação PUC-Campinas**, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2016.

HEUSY, F.; GAULKE, A. M.; ROCHA, C. R. Uma visão geral dos recentes trabalhos realizados sobre a teoria dos campos conceituais de Vergnaud. **Revista Ciências & Ideias**, p. 155-180, 2022. ISSN: 2176-1477

INCE, E. An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education. **Journal of Education and Learning**, v. 7, n. 4, p. 191-200, 2018.

KIM, M.; CHEONG, Y.; SONG, J. The Meanings of Physics Equations and Physics Education. **Journal of the Korean Physical Society**, v. 73, n. 2, p. 145-151, 2018.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. Física Quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de Física aprovados no PNLD2015. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, p. 435-459, 2017.

MAISON. *et al.* Learning environment, students' beliefs, and self-regulation in learning physics: structural equation modeling. **Journal of Baltic Science Education**, v. 18, n. 3, p. Continuous, 2019.

MILLER, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, v. 63, n. 2, p. 81-97, 1956.

ODDEN, T. O. B.; RUSS, R. S. Defining sensemaking: Bringing clarity to a fragmented theoretical construct. **Science Education**, v. 103, n. 1, p. 187-205, 2019.

POLYDORO, S. A. J. *et al.* Promoção da autorregulação da aprendizagem na universidade: percepção do impacto de uma disciplina eletiva. **Revista de Educação PUC-Campinas**, v. 20, n. 3, p. 201, 2015.

PONCZEK, R. L. A polêmica entre Leibniz e os cartesianos: MV ou MV<sup>2</sup>? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, p. 336-347, 2000.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, p. 4602, 2013.

SEMENSATO, M. T. *et al.* Revisão sistemática de estudos sobre a autorregulação da aprendizagem da matemática no ensino superior. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 37, p. 218-249, 2023.

STEWART, J. *et al.* Behavioral self-regulation in a physics class. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, n. 1, p. 010125, 2016.

VERGNAUD, G. Forme opératoire et forme prédictive de la connaissance. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, p. 287-304, 2012.

VIGOSTKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZHAO, F.; SCHUCHARDT, A. Development of the Sci-math Sensemaking Framework: categorizing sensemaking of mathematical equations in science. **International Journal of STEM Education**, v. 8, n. 1, p. 10, 2021.

ZIMMERMAN, B. A Social Cognitive View of Self-Regulated Academic Learning. **Journal of Educational Psychology**, v. 81, p. 329-339, 1989.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).