

A interface Física-Literatura: Proposição de uma ferramenta didática mediante uso de indicadores

Luís Gomes de Lima

Universidade de São Paulo, egresso do Programa de Pós-Graduação em Educação na modalidade Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da USP (FEUSP), Brasil. E-mail: luis.gomes.lima@usp.br.

Resumo: Este artigo tem o objetivo de fornecer uma ferramenta teórica e didática-metodológica por meio de indicadores de uso que sejam capazes de facilitar a aplicação de proposições didáticas que se interessem pelas relações entre a física e a literatura. A ferramenta didática, dada pelo uso de Indicadores da Interface Física-Literatura é desenvolvida com alunos de licenciatura de física em uma instituição de ensino superior federal brasileira, em disciplina específica e aplicada por estes em aulas de estágio supervisionado. Os resultados apontam para validação da ferramenta, constituindo-se como um instrumento didático promissor aos professores de física que desejem ampliar o ensino de física. Relatos dos estudantes apontam para importância e facilitação da práxis docente por meio do uso dos indicadores propostos.

Palavras chave: Física e Literatura, indicadores da interface Física-Literatura, estágio supervisionado, ferramenta didática, ensino e aprendizagem de Física.

Title: The Physical-Literature interface: Proposition of a didactic tool using indicators

Abstract: This article aims to provide a theoretical and methodological tool-teaching through the use of indicators that are able to facilitate the implementation of didactic proposals that are interested in the relationship between physics and literature. The didactic tool, given by the use of Indicators of Physical-Literature Interface is developed with undergraduate physics students in a Brazilian federal higher education institution, in a specific discipline and applied by them in classes of supervised stage. The results point to the validation of the tool, constituting a promising didactic tool for physics teachers who wish to expand physics education. Student reports point to the importance and facilitation of teaching praxis through the use of the proposed indicators.

Keywords: Physics and Literature, Physical-Literature interface indicators, supervised internship, didactic tool, teaching and learning of Physics.

Introdução

A relação entre física e literatura, bem como sua vinculação mais ampla, física e cultura, que abrange o ensino de física articulado a vários contextos culturais, como o teatro, a arte, a música, a ficção científica, a história e a

filosofia, entre outros, além do encadeamento de propostas de ensino que se traduzam como promotoras de sentidos aos estudantes de física, em especial aos do Ensino Médio (EM), tem se refletido em diversos estudos por parte de pesquisadores da área de ensino de física. Nesta perspectiva, propostas sobre a inserção de uma física que contemple elementos culturais mais amplos vem sendo apresentadas em congressos e nas principais revistas de ensino de física, bem como seus desdobramentos, que implicam estudos sobre o papel da leitura e escrita no ensino de ciências nos últimos 30 anos.

Desde a publicação da tese "Física também é cultura" de Zanetic (1989), o interesse por criar proposições de ensino que contenham esta articulação vem aumentando, como demonstra a extensa revisão bibliográfica sobre física e literatura de Lima e Ricardo (2015b), a qual apresenta mais de 160 trabalhos que tratam desta temática e suas subdivisões. Segundo estes autores, a Física e Literatura pode ser compreendida como uma junção entre conceitos físicos e textos literários, a qual amplia e contextualiza saberes, elevando, tanto a compreensão textual, quanto a conceitual.

Conforme apontam Lima e Ricardo (2015b), as investigações preocupadas com a relação entre Física e Literatura abrangem três categorias principais, a saber: (1) a leitura no ensino de ciências/física; (2); a divulgação/ficção científica no ensino de ciências/física e; (3) a analogia e a metáfora no ensino de ciências/física. Inclusive, consideram a história e filosofia da física, uma vez que possuem a junção dos aspectos de escrita e conceitos físicos, também, pertencentes à Física e Literatura, segundo apontam: "Ressaltamos que, alguns trabalhos, também apresentam o papel da história e filosofia no ensino de física em dimensões que se aproximam das relações entre física e literatura" (Lima e Ricardo, 2015b, p. 584).

A importância para o ensino de física na relação Física-Literatura, também pode ser observada em diversos trabalhos, como o realizado por Norris, Guilbert, Phillips e Shahram (2005), onde apresentam um quadro teórico para explicar o papel de narrativas presentes na ciência. Vale ressaltar o *Journal of Research in Science Teaching* (1994), em número especial, chamado de "The Reading - Science Learning - Writing Connection", cujos artigos tratam das relações entre ensino da ciência e leitura e produção da escrita. Os artigos somam onze produções, a saber: Alexander e Kulikowich (1994), Baker e Saul (1994), Fellows (1994), Gaskins e colaboradores (1994), Glynn and Muth (1994), Holliday, Yore e Alvermann (1994), Hynd, McWhorter, Phares e Suttles (1994), Keys (1994), Norris e Phillips (1994), Rivard (1994), Spiegel Junior e Barufaldi (1994).

Ainda, a edição especial do *Journal of Research in Science Teaching*, de 1993, trata exclusivamente de pesquisas sobre analogias, intitulada "O papel da Analogia na Ciência e no Ensino de Ciência", onde podemos encontrar, dentre outros fatores, aspectos teóricos e de conexão com outras áreas do conhecimento, dentre eles a leitura e a relação Física-Literatura.

Nesse contexto, a principal importância apresentada pela Física e Literatura é possibilitar a abrangência do ensino e aprendizagem da física. Um ensino de física polarizado em uma única vertente didática, por exemplo, a da solução de exercícios de livros didáticos, não consegue

mostrar todas as perspectivas e cenários que a física tem potencial para fornecer. Como lembra Zanetic (1989), ao afirmar que, apenas o aspecto técnico do ensino de física “não é suficiente para fornecer uma visão razoável do complexo sistema representado por qualquer ramo do conhecimento, especialmente a Física” (Zanetic, 1989, p. 17).

Dada a importância retratada acima, consideraremos física e literatura como uma interface, doravante chamada Interface Física-Literatura (IFL), por entendermos que as propostas didáticas e trabalhos apresentados que tratem dessa temática não separam a física da literatura e vice-versa. Ao contrário, trabalham exatamente na interface entre essas duas culturas, beneficiando-se e apropriando-se, ora dos contextos culturais literários, ora dos científicos, construindo um amálgama indissolúvel de aprendizado científico-cultural.

Contudo, é importante lembrar que, apesar da relevância das propostas didáticas, investigações e trabalhos sobre Física-Literatura, não há, até o presente momento, um ferramental teórico-metodológico e didático sólido, capaz de dar segurança ao professor de física para que possa se utilizar das vantagens da IFL em sua práxis educativa.

É sabido que, dentre as várias queixas do professor de física de EM, a ausência de materiais para que possa inovar seu ensino, para além do giz e lousa, está entre as presentes, além da falta de tempo para aplicar inovações, dentre outras séries de problemáticas, como as apontadas em Pugliese (2017), segundo o autor:

O tempo do professor fora da sala de aula está concentrado em locomoções entre unidades escolares e outros afazeres. O trabalho é feito de modo individual e basicamente mecânico. Não há tempo disponível para a articulação entre professores, para o trabalho reflexivo ou para a pesquisa e a investigação dos problemas cotidianos e da busca por mudanças educacionais ou inovações, nem sequer de implementações de reformas impostas por forças externas. É fácil perceber que grandes sugestões de inovações não interferem significativamente na realidade da sala de aula, mesmo após muitos anos. A desvalorização do trabalho docente fica explícita quando notamos que praticamente todos os professores, apesar de possuírem 10 ou mais anos de experiência e cursos de pós-graduação, ainda recebem salários inferiores aos mínimos de outras categorias onde o diploma de ensino superior também é requisitado (Pugliese, 2017, p. 973).

É sabido que, no tocante ao professor de Ensino Superior (ES), há também impedimentos para a inserção de inovações, como a introdução de leituras no ensino dos conteúdos físicos. Esse cenário leva à didatizações canônicas, muitas vezes, baseadas unicamente em livros didáticos, constituindo um ensino ropedêutico e inerte.

Nesse propósito, Strack, Loguércio e Del Pino (2009) confirmam que, alguns professores de ES não inovam suas aulas por alegarem falta de tempo, principalmente por dois motivos. O primeiro, devido a prazos para cumprir cronogramas das disciplinas, e, o segundo, por terem de realizar leituras e publicar artigos em excesso, impedindo-os de aplicar inovações. O

que gera um aparente paradoxo, pois é exatamente na pesquisa que surgem inovações a serem aplicadas em sala de aula. Ainda, segundo os autores apontam, esses professores de ES admitem o potencial e a motivação que a leitura traz e que seria muito proveitoso sua inserção em suas aulas, mas que não sabem como fazê-lo.

De fato, pelo exposto, podemos afirmar que o que interessa para os professores de EM e ES em suas atividades de sala de aula, são metodologias de ensino práticas, eficazes e econômicas em relação ao tempo, e que contribuam em sua prática docente. Nessa perspectiva, entendemos a necessidade de se construir um ferramental didático que dê conta de ser utilizado pelos professores de EM e ES de forma a contribuir na incorporação de estratégias didáticas e inovadoras que possibilitem o desenvolvimento do ensino e aprendizagem da física que leve em consideração a importância da leitura nesse processo. Dessa demanda, podemos perguntar: qual estratégia didática pode colaborar para a inserção da IFL, de forma a contribuir em um ensino e aprendizagem da física que esteja articulado a contextos culturais mais amplos?

A resposta a esta questão será apresentada neste artigo, mediante a introdução de três indicadores de uso da IFL, compondo ferramental didático e metodológico específico para tratar dessa inserção.

Apresentado o problema de pesquisa, podemos traçar nosso objetivo principal nesse artigo dado pela exigência da construção de uma ferramenta didática por meio do uso de Indicadores da IFL que seja útil aos professores de EM e ES na proposição de suas atividades de ensino e aprendizagem de física. Nesse propósito, o aporte teórico foi desenvolvido por meio de três Indicadores de uso da IFL, elaborados por este autor e aplicados em uma disciplina para licenciandos em física de uma instituição federal de ensino superior em suas atividades de estágio supervisionado. Especialmente na forma de regências para alunos de EM de escolas públicas da cidade de São Paulo, Brasil, com a finalidade de observar a validação da ferramenta didática para professores de física, cujos detalhes serão apresentados na metodologia.

Indicadores da interface Física-Literatura: Fundamentos teóricos

Entendemos que a partir da introdução acima, e das convergências existentes nas pesquisas que tratam da inserção de leituras no ensino de física, que é possível deduzir três indicadores para uso da IFL como uma ferramenta didática ao ensino da física. Esses indicadores podem ser agrupados naquilo que denominamos Indicadores da Interface Física-Literatura, por compreenderem a adaptação entre as duas culturas: Física e Literatura, cujo resultado final possua características inerentes aos dois sistemas. Nesse sentido, as pesquisas citadas anteriormente, além de trabalhos recentes desenvolvidos, como Lima e Ricardo (2019) e Lima e Corrallo (2019), apontam que esses indicadores possibilitam uma enculturação do sujeito quanto à compreensão dos conceitos físicos em contextos culturais mais amplos. Além do que, possibilitam, ao final do processo de ensino, uma formação mais abrangente e contextualizada, onde apareçam tanto aspectos conceituais da física, quanto o entendimento

desses conceitos como construção humana, relacionando-os com a história, a filosofia e a cultura em geral (Lima e Ricardo, 2019).

Os indicadores assim construídos foram denominados de: (1) motivação ou existência de base afetiva-volitiva; (2) presença de conceitos físicos na literatura utilizada; (3) tratamento e conversão dos conceitos presentes na leitura para os conceitos físicos objetos de ensino.

O primeiro indicador consiste na "motivação ou existência de uma base afetiva-volitiva" e baseia-se nas constatações de Vygotsky (2008) de que o pensamento é gerado pela motivação, onde a vontade é a função psicológica que potencializa as demais funções psíquicas superiores (abstração, memória lógica e atenção deliberada), especialmente a abstração, possibilitando a cognição. Vygotsky (2008) estabelece a importância da palavra como meio condutor para ação do pensamento. Para o autor, a palavra é o termo de desenvolvimento do pensamento, constituindo-se como conceito.

Essa relação estabelecida entre palavra e conceito é fundamental para que a IFL se instaure em situações de ensino e aprendizagem, haja vista que há necessidade de que o texto escrito, a literatura utilizada, possua conceitos físicos a serem didatizados. Assim, se algumas palavras contidas no texto tenham relações conceituais científicas, estas devem ser trabalhadas e mediadas pelo professor, a fim de concretizar uma situação de ensino que trate da IFL, ampliando o aprendizado a contextos diversos àqueles únicos presentes somente na leitura ou somente na física. A importância da base afetiva-volitiva é apontada, também, na construção do pensamento, como ressalta Vygotsky (2008):

A comunicação direta entre os espíritos é impossível, não só fisicamente, mas também psicologicamente. A comunicação só é possível de uma forma indireta. O pensamento tem que passar primeiro pelos significados e depois pelas palavras. Chegamos assim ao último passo da nossa análise do pensamento verbal. O pensamento propriamente dito é gerado pela motivação, isto é, pelos nossos desejos e necessidades, os nossos interesses e emoções. Por detrás de todos os pensamentos há uma tendência volitiva-afetiva, que detém a resposta ao derradeiro porquê da análise do pensamento. Uma verdadeira e exaustiva compreensão do pensamento de outrem só é possível quando tivermos compreendido a sua base afetiva-volitiva (Vygotsky, 2008, p. 129).

Com isso, a importância desse indicador reside no fato de que é necessário escolher bem a obra literária, ou o texto a ser trabalhado com os alunos, de forma que seja uma leitura agradável e agregadora de sentidos. Com isso evita-se que a leitura seja mais difícil que a exposição do conceito em si, o que inviabilizaria sua aplicação. Um exemplo dessa distorção pode ser encontrado em Silva e Almeida (2013, 2014) que empregaram uma leitura desagradável aos alunos, gerando recusa dos mesmos para o desenvolvimento dos conceitos científicos.

O segundo indicador se insere na "constatação ou presença de conceitos físicos na literatura", o qual se fundamenta na verificação da existência dos conceitos físicos que possam ser abstraídos e generalizados didaticamente

pelo professor. Sua principal função é possibilitar a didatização conceitual e a formação de sentidos em contextos mais amplos que aqueles apresentados inicialmente, seja pela exposição conceitual de um princípio físico, seja pela leitura deste princípio em alguma obra literária.

Esse indicador é imprescindível para o estabelecimento da IFL. Caso não ocorra a presença de conceitos físicos na obra, que sejam do interesse didático do professor para determinada aula, esta não pode ser utilizada, sob o risco de se tornar inócua ao aprendizado. A título de ilustração, podemos pensar em uma obra como "Notre Dame de Paris", de Victor Hugo (1802-1885), cujo texto literário pode ser utilizado para o ensino de ondulatória, em especial, sobre as qualidades fisiológicas do som, como apresentado em Corrallo, Lima e Ricardo (2016). Entretanto, caso se pretenda ensinar eletromagnetismo, a mesma obra não seria adequada, pois não possuiria o indicador de presença de conceitos físicos sobre este tópico da física.

O terceiro indicador se refere ao "tratamento e conversão dos conceitos presentes na leitura para os conceitos físicos pretendidos". Sua importância se assenta no fato do professor, como mediador do processo ensino-aprendizagem, dever tratar o signo da palavra em sua língua materna (natural) presente na literatura escolhida, e utilizada em sua prática, convertendo-o para outra linguagem, no caso a conceitual. Para isso pode converter a linguagem simbólica da escrita em linguagem matemática por meio de uma expressão algébrica, ou gráfica, dando sentido àquela e possibilitando a abstração e a compreensão do fenômeno físico em contextos diversos, demonstrando a física como construção humana articulada com a sociedade.

Este terceiro indicador se assenta no referencial teórico de Duval (1993, 1995) e trata especificamente dos Registros de Representação Semiótica que surgem das leituras efetuadas em obras literárias. Segundo o autor, as leituras podem ser didatizadas pelo professor em seu registro inicial, a saber: a língua materna em que foi escrita, para, depois, serem convertidas em um outro registro semiótico, em nosso caso, em um registro que pode ser conceitual, ou uma expressão matemática, ou um símbolo científico, ou um gráfico, uma equação física, entre outras possibilidades. De acordo com o autor, o tratamento consiste em uma transformação de uma representação em outra, interna a um registro ou a um sistema, sem mudança desse registro semiótico para outro. Enquanto a conversão, consiste na transformação da representação de um determinado objeto em uma representação deste mesmo objeto, só que em outro registro semiótico. Conforme Duval (1993), a conversão é uma transformação externa ao registro inicial, sendo cognitivamente diferente do tratamento, que é interno. Em nosso caso particular, que trata da IFL, o tratamento consiste em transformar uma linguagem escrita literária em outra linguagem escrita conceitual, enquanto que a conversão, transforma uma representação em outra diferente, como um escrito conceitual em uma expressão algébrica. Exemplos, para o caso específico do ensino e aprendizagem da Física se encontram em Lima (2018, 2019).

Os três indicadores apresentados, quando trabalhados em conjunto, resultam em uma ferramenta didática específica para ser utilizada em aulas

de física com o propósito de se didatizar e facilitar a inserção da IFL. Esses indicadores permitem apontar se a obra literária será motivadora aos alunos, possibilitando interesse sobre os estudos. Estabelecem, ainda, a presença de quais conceitos físicos existem no texto a ser empregado e, favorecem o trabalho didático do professor ao mostrar quais desses elementos devem passar por tratamento e por conversão de seus registros.

Em nossa metodologia iremos apresentar como eventuais propostas didáticas podem propiciar a facilitação do uso dos indicadores da IFL como uma ferramenta didática ao ensino da física, com possibilidades de construir sentidos aos alunos em seus estudos e proporcionar entendimento da física articulada com outras formas de conhecimento humano.

Metodologia

A proposta da inserção dos Indicadores da IFL ocorreu por meio de disciplina de estágio supervisionado. A disciplina foi ministrada em uma Instituição Federal de Ensino Superior, para 12 licenciandos de física, que cursavam o primeiro semestre de seu último ano da Licenciatura em Física no ano 2017. Os licenciandos tiveram aulas teóricas sobre as relações entre Física e Literatura, somadas aos estágios escolares em escolas públicas da cidade de São Paulo. Ao todo, tiveram 75 aulas no semestre, sendo cinco aulas semanais para essa disciplina, com duas aulas teóricas e três dedicadas aos estágios escolares.

Os objetivos da disciplina constaram em ementa e foram assim estabelecidos:

1. Definir o que se entende por Física e Literatura no estudo de três eixos principais: Leituras e textos no ensino da física; a divulgação científica e ficção científica no ensino da física e; analogias e metáforas no ensino da física.

2. Compreender e analisar a Interface Física-Literatura como ferramenta didática ao ensino da física.

3. Refletir, discutir e analisar práticas associadas ao ensino de Física por meio da Interface Física-Literatura.

4. Estudar e debater as percepções de professores e estudantes sobre essa interface.

5. Investigar propostas de ensino que envolvam a Interface Física-Literatura.

6. Apresentar, refletir e discutir sobre os Indicadores da Interface Física-Literatura, e suas aplicações como ferramenta de análise qualitativa para o estudo e desenvolvimento de propostas didático-metodológicas que envolvam a Interface Física-Literatura.

Os conteúdos trabalhados com os licenciandos ocorreram por meio de aulas dialogadas e leituras de trabalhos específicos que tratassem das relações entre Física e Literatura. Os conteúdos podem ser assim resumidos: o papel da leitura e escrita no ensino de física; o papel da divulgação científica e a ficção científica no ensino da física; as vantagens e limites das analogias e das metáforas e implicações para o ensino da física;

a Física e Literatura como ferramenta didática ao ensino da Física e; os Indicadores da IFL.

A bibliografia utilizada buscou o cumprimento dos objetivos da disciplina, e foi desenvolvida de forma a garantir o conhecimento necessário para que os alunos de física dispusessem de ferramenta teórica que possibilitasse a compreensão das relações estabelecidas pela IFL e, para que construíssem um sólido entendimento dos benefícios e limites desta proposição para sua futura vida como professores de física.

Dessa bibliografia os trabalhos estudados com os licenciandos foram: Almeida (1998), Almeida e Queiroz (1997), Almeida e Ricon (1993), Barbosa-Lima e Carvalho (2003), Ferreira e Raboni (2013), Geraldi (2006), Guerra e Menezes (2009), Harrison e Treagust (1993, 1994), Holliday, Yore e Alvermann (1994), Lima (2012), Lima, Barros e Terrazan (2004), Lima e Ricardo (2015a, 2015b), Machi e Leite (2010), Mariconda (2004), Martins (1998a, 1998b, 2000), Mecke (2004), Moebus e Martins (2013), Pereira e Londero (2013), Pessoa Junior (1996), Piassi e Pietrocola (2007), Ricon e Almeida (1991), Silva (1998), Silva e Almeida (2013), Silva e Ribeiro (2012), Snow (1995), Terrazan e Feltrin (2000), Terrazan et al. (2000), Vierendeel (1994), Welk e Warren (1962), Zanetti (1989, 2006a, 2006b), Zilberman (2012).

As aulas teóricas, juntamente com a leitura e análise dos trabalhos acima, possibilitaram que os licenciandos tivessem acesso a uma série de propostas de aulas que envolvessem a IFL. Essa inserção teórica permitiu que avaliassem as vantagens e desvantagens de determinados trabalhos, e estabelecessem segurança didática, que resultou em atividades individuais, aplicadas ao final da disciplina em suas regências nos estágios escolares.

Ressaltamos que, os licenciandos também realizaram uma entrevista estruturada com os professores do EM onde atuaram, com o objetivo de analisar se havia práticas didáticas que envolvessem aspectos culturais mais amplos, por parte dos professores em sua prática docente.

Análise dos dados, resultados e discussão

A Tabela 1 resume os trechos de obras usados e conteúdos de física desenvolvidos pelos licenciandos em suas regências. Os alunos são identificados como aluno 01, 02, até aluno 12, seguido do texto literário, autor e conteúdos trabalhados nas regências. Destes, nove alunos optaram por utilizar uma obra literária estudada ao longo da disciplina mediante as leituras e análises da bibliografia utilizada, enquanto três alunos (06, 08 e 09) decidiram utilizar outras obras.

É importante ressaltar que o objetivo traçado com os licenciandos não foi o de medir aprendizagem dos conteúdos físicos trabalhados nas regências realizadas em seus estágios escolares com os alunos de EM, mas, sim, o de poder promover uma validação da ferramenta didática exposta pelos Indicadores da IFL. Portanto, as regências não tiveram foco em colher dados, por meio de questões, exercícios, ou provas dos conteúdos, mas, sim, observar se os três indicadores eram estabelecidos com as turmas de EM. Dada essa ressalva, as regências foram efetuadas com o EM de escolas públicas de São Paulo, com média de 35 alunos por sala, sendo que os

licenciandos 01, 04, 05, 07, 09 e 12, utilizaram os Indicadores da Interface Física-Literatura com alunos de 1º EM. O 2º EM recebeu regência dos licenciandos 02, 03 e 06 e, os licenciandos 08, 10 e 11 atuaram com turmas de 3º EM.

Em alguns casos as turmas de EM já haviam tido o conteúdo físico da regência, como ocorreu com os licenciandos 01, 03, 07, cujos conteúdos de movimento retilíneo uniforme; conceito de calor e método científico, tinham sido passados pelos professores dessas turmas no início do ano letivo. Apesar desses alunos de EM terem estudados estes conteúdos, a metodologia por meio de leituras ofertou um novo olhar sobre os conceitos citados. Os demais conteúdos, presentes na Tabela 1, não haviam, ainda, sido objeto de estudo dos alunos de EM, portanto, seu primeiro contato com aqueles conceitos ocorreu por meio da leitura dos trechos das obras literárias utilizadas.

Aluno	Trechos da obra escolhida/autor	Conteúdos tratados na regência
01	Diálogo de Galileu Galilei (Mariconda, 2004).	Movimento Retilíneo Uniforme
02	Notre Dame de Paris (Corrallo, Lima e Ricardo, 2016).	Qualidades fisiológicas do som
03	Dança do Universo (Martins 1998a).	Conceito de calor
04	Vinte Mil Léguas Submarinas (Ferreira e Raboni, 2013).	Empuxo
05	Literatura de Cordel, (Silva e Ribeiro, 2012).	Leis de Newton
06	Serões de Dona Benta (Lobato, 1994).	Leis da Termodinâmica
07	Mensagem, (Lima, Barros e Terrazan, 2004).	Método científico
08	Curie e a Radioatividade em 90 min (Strathern, 2000).	Radioatividade
09	Encontro com Rama, (Clarke, 2011).	MCU e Gravitação Universal
10	Alice no País do Quantum, (Pereira e Londero, 2013).	Partículas Elementares
11	Alice no País do Quantum, (Lima e Ricardo, 2015a).	Mecânica Quântica
12	Arquimedes e a Coroa do Rei (Martins, 2000).	Balança Hidrostática

Tabela 1.- Trechos de obras literárias/autor e conteúdos trabalhados pelos licenciandos nas regências de estágio supervisionado.

Os licenciandos realizaram duas regências cada um, sendo que foram orientados a observar alguns critérios para utilização dos Indicadores da IFL. A introdução do tema a ser trabalhado na regência, por meio de apresentação aos alunos de EM de trechos retirados da obra, que mantivessem determinado interesse, a fim de estabelecer a base afetiva-volitiva, a motivação sobre o conteúdo a ser ministrado. Nesse propósito, a primeira aula de regência foi realizada através da leitura dos trechos selecionados da obra, solicitando aos alunos que fossem sublinhando, caso encontrassem, alguma palavra que, para eles, tivesse relação com algum conceito da física. Ao final da leitura os licenciandos conferiam se todos os conceitos foram encontrados pelos alunos, caso contrário, eles os

apontariam para a turma, garantindo, com isso, a verificação do segundo indicador que trata da constatação e presença de conceitos físicos presentes na obra literária. O terceiro indicador ocorreu na segunda regência dos licenciandos, onde eles efetuaram o tratamento do conceito escrito e realizaram sua conversão para o registro físico desejado na regência.

Dada a dimensão das obras trabalhadas pelos licenciandos, é necessário destacar que, os doze trechos de obras literárias possuem, entre duas a três páginas cada um. Assim, não é viável apresentar aqui sua totalidade, além do que, toda leitura possui um enredo, cujo recorte pode destruir a percepção construída, e com isso, a cognição científica buscada na IFL. Sugere-se, neste aspecto, o acesso as obras apresentadas na Tabela 1. Dada essa ressalva, são apontados, de forma sucinta, os principais aspectos apresentados pelos licenciandos em suas regências na aplicação dos Indicadores da IFL.

Aluno 01: desenvolve a leitura da cabine do navio de Galileu, presente em Mariconda (2004, p. 268-269), onde Galileu apresenta o conceito de MRU. Os alunos ficaram interessados pelo fato de lerem a definição do conceito dada em forma narrativa pelo próprio Galileu, sendo solicitado que eles encontrassem a passagem do texto que explicaria este conceito. Após essa atividade, o licenciando converteu o conceito textual na função do espaço $S = S_0 + v.t$, relacionando a literatura com a física em alguns exemplos algébricos.

Aluno 02: mostra que a leitura trouxe empatia por parte dos alunos, dado o sofrimento vivido por Quasimodo, foi estabelecido como os sinos provocavam surdez nos sineiros de antigamente. O licenciando converteu a proximidade de Quasimodo ao tocar os sinos, relatada na obra, com a expressão $I = P/4\pi r^2$, demonstrando a relação inversamente proporcional entre a intensidade sonora e o quadrado da distância. Nesta interface, o aluno 02 desenvolveu, para além do cálculo, compreensão de que quanto mais próximo de uma fonte sonora, maior o risco de adquirir problemas auditivos, o que levou a debates sobre uso de fones de ouvido, ampliando o conteúdo para contextos cotidianos dos alunos.

O aluno 3: desenvolve nos alunos a percepção de erros conceituais existentes na leitura do texto de divulgação científica sobre o conceito de calor. A introdução do artigo de Martins (1998a) foi esclarecedora e impactou os alunos quanto a observância de conceitos corretos. Desta atividade, o licenciando converteu, entre outros, o conceito errado sobre calor presente na obra Dança do Universo: "Sabemos que o calor sempre flui de objetos quentes para objetos frios (Gleiser, 1997, p. 213), para a correta interpretação "O calor pode fluir de objetos frios para objetos quentes, como ocorre em geladeiras. A frase ficaria correta se fosse: O calor flui espontaneamente de objetos quentes para objetos frios" (Martins, 1998a, p. 259).

Licenciando 04: introduz aspectos histórico-bibliográficos de Julio Verne, apontando sua importância para literatura mundial, além de obras midiáticas, construindo empatia com os alunos sobre o autor para em seguida apresentar trechos da obra utilizada onde o autor expõe o conceito de empuxo. Em seguida, tratou a escrita literária em forma do conceito do princípio de Arquimedes, para convertê-lo na expressão física $E = d.v.g$,

aplicando este conceito em alguns exercícios numéricos articulados com o funcionamento do submarino.

Aluno 05: apresenta vários cordéis que possuem conceitos científicos, mostrando a relação da física com a música, o que gerou prazer por parte de vários alunos. A seguir inseriu cordel específico sobre Leis de Newton, para em seguida converter o texto em cordel para as definições das Leis de Newton, apontando a relevância destas em alguns exemplos didáticos.

Aluno 06: conseguiu motivação dos alunos com a obra utilizada, dada a fácil leitura em forma de diálogo entre os personagens. Especifica o capítulo que trata de calor, energia e máquinas térmicas para inserir a conversão desta leitura nas leis da termodinâmica, que foram trabalhadas em alguns exercícios.

Aluno 07: por meio do poema "Mensagem", constrói a base afetiva-volitiva nos alunos, apontando o entendimento dos símbolos expostos na obra e suas cinco qualidades: simpatia; intuição; inteligência; compreensão e conhecimento. Essas características foram tratadas e convertidas no método científico utilizado na ciência.

Aluno 08: introduz a leitura, juntamente com imagens de acidentes radioativos, o que gerou comoção entre vários alunos, e permitiu apontar elementos de radioatividade na obra que foram convertidos em conceitos físicos, como o cálculo da meia vida.

Aluno 09: Utilizou a ficção científica, relacionando-a com filmes, levando os alunos a refletirem sobre a possibilidade de gerar gravidade fora do planeta em estações espaciais. Com isso, o licenciando conseguiu apresentar os cálculos de movimento circular uniforme e gravitação universal, demonstrando o valor de g em uma estação espacial.

Aluno 10 e aluno 11: Utilizaram a obra "Alice no País do Quantum", estimulando a motivação dada sua narrativa e fácil leitura, juntamente, com as várias ilustrações e notas explicativas na obra que apresentam conceitos físicos precisos. Da leitura realizaram, respectivamente, as conversões para conceitos de física das partículas e de superposição quântica com os alunos.

Aluno 12: motiva seus alunos ao apresentar a falsa interpretação do problema da coroa presente em vários meios culturais por meio da leitura do texto utilizada. Em seguida, tratou o problema e apresentou a conversão semiótica para correta resolução, por meio da balança hidrostática.

Os licenciandos também foram instruídos a realizar uma entrevista estruturada, por meio de cinco perguntas aos professores das turmas de EM onde realizaram seus estágios, com o intuito de verificar se esses professores tinham algum contato com uso de elementos culturais mais amplos e se utilizavam ou não de recursos didáticos por meio de leituras.

As perguntas estão descritas abaixo, seguidas das respostas dos professores. As transcrições das respostas dos doze professores de física são apresentadas a seguir, juntamente com a carga horária desses docentes, sendo assinaladas da seguinte forma: P1-R1 (professor 1 e resposta 1, relativa a pergunta 1), seguido de sua jornada, se um, dois, ou três períodos, até o professor 12 - P12 e suas respectivas respostas, R1 a

R5. As transcrições foram organizadas na sequência de 1 a 12 e retratam, respectivamente, as entrevistas dos licenciandos de Física 01 até o 12.

Questão 01) como são suas aulas de física quanto a exposição dos conteúdos? O senhor oferece elementos culturais mais amplos sobre esses, ou, as aulas são baseadas somente nos livros didáticos? Explique.

P1-R1 (dois turnos, das 07:00 às 18:00h)	"Introduzo com história da ciência e a motivação por trás do tema. A exposição basicamente é por quadro negro e em alguns casos, com o auxílio de multimídia".
P2-R1 (três turnos, das 07:00 às 23:00 h)	"Ensino por meio de aula dada, aula estudada. Eu passo o conteúdo na lousa, dou exemplos e exercícios do livro".
P3-R1 (dois turnos, das 13:00 às 23:00 h)	"Faço algumas analogias enquanto introduzo o conceito, seguido de exemplos e exercícios".
P4-R1 (dois turnos, das 07:00 às 18:00 h)	"Os conceitos são tirados do livro, até para eles acompanharem, e comento algumas coisas que passam na televisão e em jornais".
P5-R1 (dois turnos, das 07:00 às 18:00 h)	"Já pensei em usar alguns vídeos, mas não deu certo, o equipamento estava quebrado. Então usamos mesmo é o livro".
P6-R1 (dois turnos, das 07:00 às 18:00 h)	"Olha, nem o livro adotado da escola eu uso, porque os alunos não trazem. Então passo o conceito na lousa e dou exemplos para eles poderem fazer os exercícios".
P7-R1 (três turnos, das 07:00 às 23:00 h)	"Explico o conteúdo e faço paralelos com alguma coisa do cotidiano deles para tentar atraí-los para aula. Quando dou tarefa xerocada eles até que fazem alguma coisa, porque tem muita preguiça até de copiar a lousa".
P8-R1 (três turnos, das 07:00 às 23:00 h)	"As aulas são pouco baseadas em livro. Não costumo utilizar muito elementos culturais pois não tenho tempo de pesquisá-los, tenho aulas em três períodos. No máximo que pude pensar, mas não efetivar, foi um passeio que não vingou (Museu). Ficou complicado o deslocamento dos alunos fora da escola. Mas faço raros comentários sobre jornais, por exemplo, de atualidades quando tenho acesso, e incentivo os alunos a buscarem leituras em casa ou na sala de aula com o livro".
P9-R1 (dois turnos, das 13:00 às 23:00 h)	"Tento mostrar as aplicações da física, principalmente nas tecnologias atuais, mais o desinteresse dos alunos não ajuda muito e o tempo de aula é curto, então fico mais nos conceitos e exercícios mesmo".
P10-R1 (dois turnos, das 07:00 às 18:00 h)	"Os conceitos são expostos na lousa para turma, junto com exemplos e exercícios ou do livro ou de meu acervo mesmo".
P11-R1 (três turnos, das 07:00 às 23:00 h)	"A aula é dada com uso de conceitos e exercícios que passo para os alunos. Às vezes comento alguma questão de um filme".
P12-R1 (dois turnos, das 13:00 às 23:00 h)	"As aulas são dadas com o conteúdo disponível no livro, as vezes comento algo interessante que esteja ocorrendo".

Tabela 2.- Transcrição das respostas dos professores em relação a pergunta 01.

Essa primeira questão foi elaborada com intuito de verificar se os professores tinham alguma experiência em preparar e lecionar física por meio de elementos culturais diversificados, ou se, ao contrário, era baseada apenas no livro didático, ou outro recurso.

A questão dois intentou averiguar se os professores já haviam lecionado em algum momento usando recursos de leitura mais abrangente, dando exemplos maiores para que pudessem se lembrar desse possível recurso didático em algum momento de suas aulas.

Para tanto, foram dados exemplos aos docentes na pergunta 2, relacionados ao ensino de física por meio de divulgação científica, ficção científica, jornais e literaturas em geral.

Questão 02) textos diversos ou textos de literatura aparecem durante as aulas de física? Costuma citar exemplos de obras, revistas, jornais, quadrinhos, literaturas em geral?

P1-R2	"Não, apenas a bibliografia indicada em geral no início da disciplina".
P2-R2	"Não".
P3-R2	"Às vezes comento alguma coisa sim, tipo do cotidiano dos alunos".
P4-R2	"Não. O que passo mesmo são exercícios para eles treinarem".
P5-R2	"Caso tenha sido noticiado alguma coisa importante comento sim".
P6-R2	"Comento uma ou outra coisa que possa chamar a atenção dos alunos, tipo uma notícia de um jornal".
P7-R2	"Não, muito difícil tentar isso porque não há tempo suficiente".
P8-R2	"Raramente. Quando aparece alguma notícia, algum evento que a mídia destaca ou televisão relacionado à física, passo aos alunos considerações pertinentes. Para inteirá-los do assunto. Quando a informação é fácil e acessível. Textos contextualizados com a física ou de literatura, não utilizo, uso somente teoria que passo na lousa mesmo e exercícios sobre os tópicos e muito raramente materiais diversos, como revista, notícias de jornal ou outros. Alguns recortes muito raramente".
P9-R2	"Não".
P10-R2	"Geralmente não. Se tiver algo interessante acontecendo eu comento".
P11-R2	"Textos só dos problemas que trabalho em sala de aula".
P12-R2	"Difícilmente, mas quando há algo interessante posso comentar".

Tabela 3.- Transcrição das respostas dos professores em relação a pergunta 02.

Em relação à pergunta três, buscou-se averiguar a percepção dos professores em relação aos conteúdos dos materiais didáticos que eles utilizam em suas aulas. Considerando como material didático o livro de física, ou apostilamento, utilizado pelos professores.

O objetivo era averiguar se esses materiais possuíam, ou não, elementos culturais mais amplos, tais como leituras, contos, poemas, pinturas, gravuras, textos de divulgação científica, quadrinhos, entre outros, ou, se o material didático estaria relacionado, apenas, com conteúdos canônicos da disciplina de física.

Questão 03) as relações culturais citadas acima, estão presentes em material didático que os alunos utilizam?

P1-R3	"Em geral não".
P2-R3	"Tem algumas imagens, as vezes charges, mas no geral tem conceitos e exercícios".
P3-R3	"Não, tem apenas o que é necessário mesmo, conceitos e exercícios".
P4-R3	"Não".
P5-R3	"Olha, existem algumas indicações de filmes, de livros, e de experimentos para os alunos averiguarem sozinhos. Mas eles não vão atrás disso não".
P6-R3	"Tem algumas imagens, indicações de filme ou livro, mas não há tempo para ver isso".
P7-R3	"Nunca percebi, o que observo mesmo é que tem exercícios de vestibular".
P8-R3	"Não contamos com essa diversidade de relações em livro didático, quase não utilizo o material da escola pois sei que não oferece muitos recursos aos alunos, mesmo porque utilizo material diferente (o livro de Física vol. Único, Paraná 6º ed. Editora ática 2003). Por exemplo, quando posso, falo sobre algum assunto desse livro (contextos, aplicações, interdisciplinaridade)".
P9-R3	"Aparentemente não".
P10-R3	"Tem algumas indicações para filmes e sites, mas, em geral, exercícios".
P11-R2	"Tem algumas imagens e exemplos de filmes".
P12-R3	"Alguns exemplos de sites, filmes e livros sim, mas não sobra tempo para a gente entrar nessas coisas não".

Tabela 4.- Transcrição das respostas dos professores em relação a pergunta R3.

A quarta questão diz respeito ao entendimento dos motivos dados pelos professores ao fato das aulas de física não aproveitarem das vantagens de um ensino articulado com recursos didáticos diversos.

Questão 04) em sua opinião, qual o motivo da utilização de material diverso não aparecer com frequência durante as aulas?

Já a última questão buscou averiguar se os professores gostariam de poder ter em suas aulas recursos didáticos mais diversificados que apenas o ensino canônico e propedêutico da física.

Questão 05) O senhor gostaria de diversificar suas aulas com materiais citados acima? Melhoraria o aprendizado dos alunos? De que forma?

A respeito da transcrição das entrevistas dadas pelos professores aos licenciandos, é necessário ressaltar que não temos a pretensão de esgotar todas as variáveis relacionadas sobre as perguntas feitas.

Nosso único objetivo é o relatado anteriormente, investigar se os professores de física de EM já tiveram algum contato com o ensino de física articulado a contextos culturais mais amplos e se já haviam utilizado de leituras em suas aulas. Assim, apesar da importância das respostas fornecidas, quanto as condições de trabalho docente, da necessidade de políticas públicas voltadas ao incentivo de promoção de valorização docente e da falta de incentivo aos professores da escola básica, nossa análise fica restrita ao objetivo traçado, sem deixar de relatar a necessidade de futuros trabalhos aprofundarem outros questionamentos.

P1-R4	"Tempo limitado e a necessidade de expor primeiramente o conteúdo".
P2-R4	"Tenho que cumprir um cronograma, não tenho tempo para ficar diversificando muito não".
P3-R4	"Falta de tempo e interesses de editoras em fazer livros assim".
P4-R4	"O interesse dos alunos por qualquer coisa. É uma geração estragada, não tão nem aí para nada. Você pode plantar bananeira que eles continuam no mundinho deles".
P5-R4	"Não sei, talvez porque os alunos não se importam, muitos nem caderno trazem".
P6-R4	"Acho que os livros de física são muito quadrados, quase todos iguais, e se preocupam mais é com exercícios de vestibular".
P7-R4	"Teria que preparar esse material, os livros que existem não têm preocupação. Então quem iria construir isso daí? Eu? E o tempo? E quem me pagaria para isso?"
P8-R4	"O meu pouco conhecimento sobre certos assuntos de física. Ou mesmo falta de tempo para pesquisar. Assim como dificuldades de reconhecer um material legal de ser trabalhado. Além de um certo desinteresse por parte dos alunos. Mas falo quando ocorre um eclipse, ou alguma notícia que chama atenção, mas nada específico com frequência. Mesmo por que o livro didático da escola – no caso Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero (2011) - não disponibiliza muitas informações nesse sentido. Ele é bem quadrado".
P9-R4	"Principalmente por falta de tempo".
P10-R4	"Teria que ver como isso seria aplicado, com tempo maior e maiores condições de trabalho poderia ocorrer, mas a realidade é outra".
P11-R4	"É complicado. São poucas aulas, pouco tempo. Precisaria ter um material bom que mostrasse como aplicar essas relações".
P12-R4	"Tenho um programa para cumprir e o tempo é curto".

Tabela 5.- Transcrição das respostas dos professores em relação a pergunta R4.

É possível constatar que os professores de EM não trabalham com contextos culturais mais amplos em suas aulas. A negação é dada, principalmente, pela falta de tempo, mas também foram relatados outros problemas interessantes, como: a falta de interesse dos alunos, falta de material didático que contenha essa articulação e a falta de conhecimentos que possibilitem essas inserções. A falta de tempo já é conhecida da área de pesquisa em ensino de física, tendo sido apresentada em Pugliese (2017) e Strack, Loguércio e Del Pino (2009). Fora a falta de tempo, as transcrições de alguns professores apontam para falta de conhecimento sobre como aplicar estes elementos.

A título de exemplo, o professor P8-R3, inclusive, assume não utilizar o livro adotado pela escola, afirmando utilizar um livro mais antigo. Esta postura pode ser explicada, possivelmente, pelo fato desse professor necessitar mecanizar suas aulas de forma tradicional e canônica, haja vista, lecionar em três períodos consecutivos. Como relatado na introdução, o tempo é crucial e a inserção de elementos culturais mais amplos exigiria dele pesquisa. Como não tem tempo para pesquisar, seus alunos ficam sem acesso à uma física que extrapole os exercícios numéricos do livro. Inclusive, afirma que o livro adotado pela escola não tem contextos mais amplos, embora saibamos que o livro citado é um dos poucos que oferta inserção histórica-filosófica da física na introdução de seus conteúdos.

P1-R5	"Sim, com o uso de multimídia e simulações, se tivessem recursos para isso".
P2-R5	"Gostar, gostaria, mas o tempo de aula não dá, tenho que sair de uma escola e correr para outra, muitas vezes nem consigo almoçar, como um lanche para não atrasar".
P3-R5	"Não sei, talvez sim, até para poder verificar se os alunos iriam prestar mais atenção nas aulas".
P4-R5	"Se tivesse condições de trabalho mais decentes gostaria sim".
P5-R5	"Se tivesse tempo acho que seria interessante. Uma nova forma de eles poderem ver a física talvez trouxesse motivação".
P6-R5	"Seria interessante, mas acredito que não daria tempo de preparar esses materiais mais contextualizados".
P7-R5	"Seria interessante, mas não tenho tempo".
P8-R5	"Sim, se houvesse tempo e mais interesse dos alunos é claro que melhoraria o aprendizado através de textos ou vídeos por exemplo, mas a utilização requer preparação e já para preparar as aulas tenho certa dificuldade, pois são muitas aulas, mas tenho certeza que os alunos poderiam ver a física de uma forma mais ampla, pena que fique em segundo plano".
P9-R5	"Acho que sim, mas como fazer isso é um problema, porque na licenciatura o que a gente aprende mesmo é muita teoria, não nos preparam para essa realidade dura de chão de sala de aula".
P10-R5	"Talvez, mas com as condições de trabalho que tenho..."
P11-R5	"Acho que sim, se tivesse mais tempo e um bom material para isso".
P12-R5	"Acho que sim, poderia trazer mais sentido aos alunos do que só uma física baseada em exercícios, o problema é como fazer isso".

Tabela 6.- Transcrição das respostas dos professores em relação a pergunta R5.

Das transcrições dadas a R5, foi possível verificar que os professores de física até entendem a importância de uma física articulada a contextos culturais mais amplos, contudo, apontam problemas a sua inserção. P12 aponta, por exemplo, não saber como realizar essa inserção "o problema é como fazer isso", enquanto P2 indica o problema do tempo para o preparo dessas aulas: "Gostar, gostaria, mas o tempo de aula não dá". A problemática da formação básica é lembrada por P9: "na licenciatura o que a gente aprende mesmo é muita teoria". Já o lamento de P8 é esclarecedor sobre sua convicção de que uma física que envolvesse elementos culturais mais amplos poderia ser possível: "mas tenho certeza que os alunos poderiam ver a física de uma forma mais ampla, pena que fique em segundo plano".

Esse lamento do professor de EM, reflete sua triste condição, que retrata, nas entrelinhas, que é obrigado a lecionar em três períodos para poder sobreviver, dado o baixo salário, além das precárias condições para exercício de sua função, apontadas por outros professores. Essas características geram impedimentos diversos, mas, infelizmente, não são fruto de investigação da área de ensino de física. Pelo descrito em suas respostas, entendemos que esses professores, e muitos outros, acabem gerando um paradoxo profissional, estabelecido por um ensino de física desarticulado de sentidos e a eterna espera de que os alunos venham a ter interesse por esse mesmo tipo de ensino.

Conclusões

No presente trabalho apresentamos uma ferramenta didática para o ensino de física que possibilita articular a disciplina com a literatura e outras formas culturais de expressão humana. Entendemos, pelo exposto, dado o crescente interesse e número de trabalhos que envolvem a Física e a Literatura (Lima e Ricardo, 2015a, 2015b), a necessidade da área de ensino de física em ter um ferramental sólido que fosse capaz de ser utilizado por professores de física nesta articulação.

Nesse sentido, os Indicadores da IFL se mostraram satisfatórios na construção dessa relação, por possuírem algumas características de interesse dos professores, entre elas a economia de tempo e facilidade de uso. Claro que há a necessidade dos docentes assumirem seu papel de mediação, sobre o processo de didatização do conhecimento físico, além do interesse de ampliação/contextualização desse conhecimento em horizontes culturais mais amplos. Caso contrário, não há proposta inovadora que surta efeito, *per si*, em nenhuma situação de ensino. Temos consciência que esse interesse seria promovido por: (a) processos de valorização docente e; (b) melhores condições de trabalho desses profissionais de ensino básico.

Os Indicadores da Interface Física-Literatura foram trabalhados e validados nessa presente proposta, por meio das tarefas realizadas pelos licenciandos de física em disciplina de estágio supervisionado, o que remete a premissa dada pelas teses de Silva (1998):

1ª tese: todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de leitura; 2ª tese: a imaginação criadora e a fantasia não são exclusivamente das aulas de literatura; 3ª tese: as sequências integradas de textos e os desafios cognitivos são pré-requisitos básicos à formação do leitor (Silva, 1998, p.123-127).

Os licenciandos de física utilizaram os três Indicadores da Interface Física-Literatura e, o tratamento e conversão dos conceitos presentes na leitura para os conceitos físicos pretendidos. Tanto na seleção das obras literárias, quanto na sua leitura por meio de regências em seus estágios escolares para alunos de EM conseguiram articular a leitura das obras utilizadas com os conceitos físicos oriundos destas. As leituras realizadas com os alunos de EM, segundo os licenciandos, pareceram promover facilidade de entendimento sobre a física canônica, corroborando demais estudos a respeito das relações entre Física e Literatura, como os apresentados por Lima e Ricardo (2015b).

O relato dos licenciandos mostra, a importância e facilitação da ferramenta didática dada pelo uso dos indicadores. Em especial, um desses relatos realizados, após as aulas de regência, chama a atenção por sintetizar as sensações produzidas nos licenciandos, o qual consta a seguir:

“Tinha várias dúvidas quanto a aplicação dessa teoria que relaciona Física e Literatura, mas depois das aulas, das leituras, fui ficando mais confiante. Vi que a Interface Física-Literatura parecia possível. Minhas dúvidas se dissiparam quando realizei minha regência para turma de 1º EM. Eles foram receptivos, gostaram de ver que existia relação entre física e música, física e poesia e física e cordel. Até relataram ao professor deles que queriam mais aulas daquele tipo. Gostei de ter

aprendido sobre essa ferramenta, com certeza irei utilizá-la na minha futura vida como professor” (Transcrição do aluno 05).

Destaca-se que os professores do EM entrevistados pelos licenciandos tinham reclamações idênticas quanto ao exercício de sua profissão, principalmente, pela falta de tempo em pesquisar para poder oferecer inovações aos seus alunos. A transcrição das respostas dos professores mostra haver o entendimento de que uma física com contextos mais amplos seria interessante, mas se veem impedidos de realizá-la, pois não tem tempo para pesquisar sobre o assunto e, muitas vezes, mecanizam o ensino de física que é repetido nos turnos em que trabalham.

Claro que não estamos julgando os professores que estejam nessa situação, até porque são a maioria, inclusive o autor deste trabalho. Contudo, essas condições de trabalho exaustivas a que se submetem impedem, em geral, que se renovem, que ampliem suas aulas e que realizem, por exemplo, cursos de formação continuada. Nesses casos, a inserção de qualquer novidade epistemológica sofre sérios riscos de se tornar vazia, uma vez que esses professores, em geral, terão dificuldades em aderir a inovações. Dada essa realidade, cursos de formação inicial podem e devem construir estratégias didático-metodológicas inovadoras e contemporâneas, como aqui apresentadas, trabalhadas e discutidas com licenciandos em física. A vantagem ocorre no fato de que os licenciandos não se submeteram, ainda, a dura realidade da profissão docente de chão de sala de aula no Brasil. A formação inicial, porém, deve superar o ensino propedêutico e canônico, para que se permita encontrar subsídios e ferramentas didáticas distintas às encontradas nas salas de aula de física e, para que possa articular a física aos contextos culturais mais amplos, construindo sentidos aos estudos da disciplina por parte dos estudantes.

Por fim, a ferramenta aqui apresentada, construída pelos Indicadores da IFL mostrou-se eficaz e didaticamente útil aos alunos de licenciatura em física, em especial, dando segurança na escolha e aplicação das obras literárias com alunos de EM, refletindo-se como uma possibilidade didática aos futuros professores de física.

Trabalhos posteriores podem colaborar no sentido de reiterar ou apontar limites à validação desta ferramenta didática em novas aplicações para EM e ES, com intuito de promoção e facilitação de um ensino de física que possa gerar conhecimentos mais amplos aos estudantes.

Referências bibliográficas

Alexander, P. A., e Kulikowich, J. M. (1994). Learning from physics text: a synthesis of recent research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 895-911.

Almeida, M. J. P. M. (1998). O texto escrito na educação em física: enfoque na divulgação científica. In: ALMEIDA, Maria José P. M e SILVA, Henrique César da (orgs.). *Linguagens, leituras e ensino da ciência* (pp. 53-68). Campinas, São Paulo: Mercado de Letras.

Almeida, M. J. P. M., e Queiroz, E. C. L. (1997). Divulgação Científica e Conhecimento Escolar: Um Ensaio Com Alunos Adultos. *Cadernos do CEDES*, 41(1), 62-68.

Almeida, M. J. P. M., e Ricon, A. E. (1993). Divulgação Científica e Texto Literário - Uma Perspectiva Cultural em Aulas de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10(1), 7-13.

Baker, L., e Saul, W. (1994). Considering science and language arts connections: a study of teacher cognition. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1023-1037.

Barbosa-Lima, M. C., e Carvalho, A. M. P. (2003). Linguagem e o ensino de física na escola fundamental. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, 20(1), 86-97.

Clarke, A. (2011). *Encontro com Rama*. São Paulo: Aleph.

Corrallo, M. V., Lima, L. G., e Ricardo, E. C. (2016). Física e literatura: Quasimodo, o corcunda de Notre Dame em uma aula de ondulatória para o ensino médio. *Atas do XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Natal: SBF. Recuperado de: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/enf/2016/sys/resumos/T0499-2.pdf>.

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 5, 37- 65. Strasbourg: IREM - ULP.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Suisse: Peter Lang.

Fellows, N. J. (1994). A window into thinking: using student writing to understand conceptual change in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 985-1001.

Ferreira, J. C. D., e Raboni, P. C. A. (2013). A ficção científica de Júlio Verne e o ensino de Física: uma análise de "Vinte Mil Léguas Submarinas". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 30(1), 84-103. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n1p84>.

Gaskins, I. W., Guthrie, J. T., Satlow, E., Ostertag, J., Six, L., Byrne, J., e Connor, B. (1994). Integrating instruction of science, reading, and writing: goals, teacher development, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 1039-1056.

Geraldi, J. W. (2006). Prática de Leitura na Escola. In: GERALDI, J. W. (Org.). *O texto na sala de aula* (88 – 103). São Paulo: Ática.

Gleiser, M. (1997). *A dança do universo: dos mitos de criação ao big-bang*. São Paulo: Companhia das Letras.

Glynn, S. M., e Muth, K. D. (1994). Reading and writing to learn science: Achieving scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (9), 1057-1073.

Guerra, A., e Menezes, A. M. S. (2009). Literatura na física: uma possível abordagem para o ensino de ciências? *Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Santa Catarina: ABRAPEC.

Harrison, A. G., e Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (9), 1291-1307.

Harrison, A. G., e Treagust, D. F. (1994). Science analogies. *The Science Teacher*, 61, 40-43.

Holliday, G. W., Yore, L. D., e Alvermann, D. E. (1994). The reading – science learning – writing connection: Breakthroughs, barriers, and promises. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 877-893.

Hynd, C. R., Mcwhorter, J. Y., Phares, V. L., e Suttles, C. W. (1994). The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 933-946.

Keys, C. W. (1994). The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborative writing assignments: An interpretive study of six ninth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 1003-1022.

Lima, L. G. (2012). O estudo do Movimento Retilíneo Uniforme dos corpos através da leitura de trechos da 2ª Jornada do livro Diálogo Sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo Ptolomaico e Copernicano, de Galileu Galilei. *Revista Física na Escola*, 13(1), 24-29. Recuperado de: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol13-Num1/a081.pdf>.

Lima, L. G. (2018). *A Abstração no Ensino e Aprendizagem da Física: Contribuições da Teoria Dos Registros de Representação Semiótica na Resolução De Problemas* (Tese de doutorado em Educação: Ensino de Ciências e Matemática). Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de: <http://doi.org/10.11606/T.48.2019.tde-14122018-160748>.

Lima, L. G. (2019). A Teoria dos Registros de Representação Semiótica: Contribuições para o Ensino e Aprendizagem da Física. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, 24(3), 196-221. Recuperado de: DOI: <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p196>.

Lima, M. C. B., Barros, H. L., e Terrazzan, E. A. (2004). Quando o sujeito se torna pessoa: uma articulação possível entre Poesia e ensino de Física. *Ciência & Educação*, 10(2).

Lima, L. G., e Corrallo, M. V. (2019). Trinta anos de física também é cultura: apresentação de estratégias didáticas para o ensino da interface física-literatura por meio de indicadores. *Atas do XXIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Salvador: SBF. Recuperado de: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiii/sys/resumos/T0351-1.pdf>.

Lima, L. G., e Ricardo, E. C. (2015a). A Literatura como Ferramenta Didática no Ensino de Mecânica Quântica para o Ensino Médio. *Atas do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Uberlândia: SBF. Recuperado de: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0754-1.pdf>.

Lima, L. G., e Ricardo, E. C. (2015b). Física e Literatura: uma revisão bibliográfica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32(3), 577-617. Recuperado de: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p577>.

Lima, L. G., e Ricardo, E. C. (2019). O Ensino da Mecânica Quântica no nível médio por meio da abstração científica presente na interface Física-Literatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, 36(1), 8-54. Recuperado de: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2019v36n1p8>.

Lobato, M. (1994). *Serões de Dona Benta*. São Paulo: Brasiliense.

Machi, F., e Leite, C. (2010). A leitura no ensino de física no cenário dos periódicos nacionais. *Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia: SBF.

Mariconda, P. R. (2004). *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo Ptolomaico e Copernicano*. São Paulo: Imprensa Oficial.

Martins, R. A. (1998a). Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1 - Física Clássica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 15(3), 243-264. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6886>.

Martins, R. A. (1998b). Como distorcer a física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 2 - Física moderna. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 15(3), 265-300. Recuperado de: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6887>.

Martins, R. A. (2000). Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 17(2), 115-121.

Mecke, K. R. (2004). A Imagem da Literatura na Física. *Gazeta de Física*. Recuperado de: <http://www.theorie1.physik.uni-erlangen.de/mecke/publ.html>.

Moebus, R., e Martins, I. (2013). Leitura e Alfabetização Científica nas Aulas de Ciências: Uma Revisão de Artigos Publicados entre 2008 e 2012. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC.

Norris, S. P., e Phillips, L. M. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 947-967.

Norris, S. P., Guilbert, S. M., Philips, L. M., Shahram, H., e Smith, M. L. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, 89(4), 535- 563.

Pereira, J. M., e Londero, L. (2013). O ensino de partículas elementares por meio da leitura de "Alice no País do Quantum". *Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Paulo: SBF. Recuperado de: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/programa/trabalhos.asp?sesId=5>.

Pessoa Júnior, O. (1996). Quando a Abordagem Histórica deve ser usada no Ensino de Ciências? *Revista Ciência e Ensino*, 1, 4-6. Recuperado de: <http://200.133.218.118:3535/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/4/9>.

Piassi, L. P., e Pietrocola, M. (2007). Quem conta um conto aumenta um ponto também em física: contos de ficção científica na sala de aula. *Atas do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Luís: SBF.

Pietrocola, M., Pogibin, A., Andrade, R., e Romero, T. R. (2011). *Física em contextos: pessoal, social e histórico*, v.1, 2 e 3. São Paulo: FTD.

Pugliese, R. M. (2017). O trabalho do professor de Física no ensino médio: um retrato da realidade, da vontade e da necessidade nos âmbitos socioeconômico e metodológico. *Ciênc. educ. Bauru*, 23(4), 963-978.

Ricon, A. E., e Almeida, M. J. P. M. (1991). Ensino da Física e Leitura. *Leitura: Teoria & Prática*, 10(18), 7-16.

Rivard, L. O. P. (1994). A review of writing to learn in science: implications for practice and research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 969-983.

Silva, E. T. (1998). Ciência, leitura e escola. In: Almeida, M. J. P. M. de, Silva, H. C. (orgs.). *Linguagens, Leituras e Ensino da Ciência*, (pp. 121-130). Campinas: Mercado de Letras.

Silva, A. C., e Almeida, M. J. P. M. (2013). Uma leitura de divulgação científica sobre ressonância magnética no ensino médio. *Atas do IX, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia: ABRAPEC.

Silva, A. C., e Almeida, M. J. P. M. (2014). A leitura por alunos do ensino médio de um texto considerado de alto grau de dificuldade. *Alexandria*, 7, 49-73.

Silva, M. S., e Ribeiro, D. M. S. (2012). Ensino de Física no Sertão: Literatura de cordel como ferramenta didática. *Revista Semiárido de Visu*, 2(1), 231-240. Recuperado de: <https://periodicos.ifsertao-pe.edu.br/ojs2/index.php/revista/article/view/61>.

Snow, C. P. (1995). *As duas culturas e uma segunda leitura: Uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Spiegel Junior, G. F., e Barufaldi, J. P. (1994). The effects of a combination of text structure awareness and graphic postorganizers on recall and retention of science knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 913-932.

Strack, R., Loguércio, R., e Del Pino, J. C. (2009). Percepções de professores de ensino superior sobre a literatura de divulgação científica. *Ciênc. Educ. Bauru*, 15(2), 425-442.

Strathern, P. (2000). *Curie e a Radioatividade em 90 minutos*. Rio de Janeiro: Zahar.

Terrazzan, E. A., Amorim, M. A. L., Pimentel, N. L., Feltrin, C., Dias, D. S., Ferraz, D. F., Silva, L. L., Pozzer, L. L., e Giraldo, P. M. (2000). Analogias no ensino de ciências: resultados e perspectivas. *Atas do III Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul*. Porto Alegre: ANPED.

Terrazzan, E. A., e Feltrin, C. C. (2000). Analogias em aulas de física: exemplos em eletricidade e óptica. *Atas do VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Florianópolis: SBF.

Vierne, S. (1994). Ligações tempestuosas: A ciência e a literatura. In: Corboz, A. et. al. *Ciência e imaginário*. Brasília: Editora UnB.

Vygotsky, L.S. (2008). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Wellek, R., e Warren, A. (1962). *Teoria da literatura*. Tradução: José Palla e Carmo. Lisboa: Publicações Europa-América.

Zanetic, J. (1989). *Física Também é Cultura*. (Tese Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Zanetic, J. (2006a). Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. *Proposições*, 17(1), 39-58. Recuperado de: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/proposic/article/view/8643654>.

Zanetic, J. (2006b). Física e literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas. *Hist. cienc. Saúde-Manguinhos*, 13, 55-70. Recuperado de: <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-59702006000500004>.

Zilberman, R. (2012). *Teoria da Literatura I*. Curitiba: IESDE.