

FORMAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DO CONHECIMENTO – Reflexões envolvendo ensino e aprendizagem de Ciências e Matemática

Este volume do periódico Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online) continua a abordar temas relevantes para a vivência ampla dos processos educativos no ensino básico e superior, principalmente relacionados ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes e à formação de docentes. O primeiro artigo, dos dez que compõem este volume, apresenta uma discussão sobre o livro *Les Mots et les Choses*, de Michael Foucault. De acordo com os autores do artigo, o livro de Foucault, embora não remeta a uma história da ciência ou do conhecimento, lida com as regras da formação e representação do conhecimento.

Os demais artigos deste volume também colaboram para a discussão sobre a importância dessa formação e representação. Por exemplo, o segundo artigo apresenta uma análise da frequência e da forma como os temas “práticas epistêmicas” e “argumentação” estão sendo abordados em dissertações e teses brasileiras. Nos demais, são apresentadas reflexões de experiências em sala de aula e de revisões da literatura com vistas a contribuir para os processos de ensino e aprendizagem em Ciências e Matemática.

Esperamos que este volume contribua para a formação de educadores empenhados em fomentar ambientes escolares colaborativos, que possibilitem o desempenho de papéis significativos dos envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, de forma que todos consigam exercer plenamente seus papéis na condução de uma sociedade bem-sucedida.

Agradeço ao editor-chefe deste periódico, Prof. Dr. Laerte Fonseca, pelo honroso convite para organizar este volume deste importante periódico.

Divanizia do Nascimento Souza

EDITORA CONVIDADA

Laerte Fonseca

EDITOR-CHEFE E COORDENADOR GERAL DA REVISTA

MICHAEL FOUCAULT ABOUT WORDS AND THINGS

Michael Friedrich Otte¹

Luciene de Paula²

Geslane Figueiredo da Silva Santana³

Alexandre Silva Abido⁴

Luiz Gonzaga Xavier de Barros⁵

Abstract: It seems that one of the functions Science performs permanently in human culture consists in unifying practical skills and cosmological beliefs, the episteme and the techne. What seems of specific interest are the historically variable interactions and dependencies between these two roles of science. In *Les Mots et les Choses* Michael Foucault characterizes the development of modern episteme by two great discontinuities: the first inaugurates the so-called Scientific Revolution and the second, at the beginning of the nineteenth century, marks the beginning of the Industrial Revolution and of the modern age. When we talk about science today, we mostly think of the modern science that has emerged since Galileo and Newton. But Galileo's name is mentioned, but once in Foucault's whole book, and his achievements are put as of little importance. And Newton, the greatest scientist of the Classical Age, remains equally absent. So how are we supposed to understand Foucault's argument? Foucault's book is not a history of science or of knowledge but deals with the rules of knowledge formation and representation. Therefore, Condillac seems more important than Galileo or Descartes and Novalis and Nietzsche more than Hegel and Marx or Sartre. Because all thinking occurs in terms of signs, and all knowledge must be represented, we are led to taking a semiotic perspective. This approach is justified as Foucault himself describes the door to the Classical age as being characterized by a transformation of the sign from a means of knowledge to an element of representation as such.

Keywords: Episteme. Representation. Enlightenment. Romanticism. Human subject.

MICHEL FOUCAULT SOBRE PALAVRAS E COISAS

Resumo: Afiguramos que uma das funções que a ciência desempenha permanentemente na cultura humana consiste em unificar habilidades práticas e crenças cosmológicas, a episteme e a techne. O que apresentar ser de interesse específico são as interações e dependências historicamente variáveis entre esses dois papéis da ciência. Em *Les Mots et les Choses*, Michael Foucault caracteriza o desenvolvimento da episteme moderna por duas grandes

¹ PhD in Mathematics from the University of Goettingen and Munster University (Alemanha). Visiting foreign Teacher at the Federal University of Mato Grosso (UFMT). Email: michaelontra@aol.com

² Doctorating in Education at the Federal University of Mato Grosso (UFMT). Technician in Educational Affairs at the Federal University of Mato Grosso (UFMT). Email: luciene.ufmt@gmail.com

³ Doctorating in Science and Mathematics Education (REAMEC). Teacher at the Federal University of Mato Grosso (UFMT). Email: geslanef@hotmail.com

⁴ PhD in in Education from the Federal University of Mato Grosso (UFMT). Teacher at Federal University of Mato Grosso (UFMT). Email: alexandreabido@gmail.com

⁵ PhD in Mathematics from the University of São Paulo (USP). Teacher at University Anhanguera of São Paulo (UNIAN). Email: lgxbarros@hotmail.com

descontinuidades: a primeira inaugura a chamada Revolução Científica e a segunda, no início do século XIX, marca o início da Revolução Industrial e da era moderna. Quando falamos de ciência hoje, pensamos principalmente na ciência moderna que surgiu desde Galileu e Newton. Contudo, o nome de Galileu é mencionado apenas uma vez no livro inteiro de Foucault, e suas realizações são consideradas de pouca importância. E Newton, o maior cientista da Idade Clássica, permanece igualmente ausente. Então, como devemos entender o argumento de Foucault? O livro de Foucault não é uma história da ciência ou do conhecimento, mas lida com as regras da formação e representação do conhecimento. Portanto, Condillac parece mais importante que Galileu, Descartes, Novalis e Nietzsche do que Hegel, Marx ou Sartre. Como todo pensamento ocorre em termos de signos e todo conhecimento deve ser representado, somos levados a adotar uma perspectiva semiótica. Essa abordagem é justificada, como o próprio Foucault descreve, a porta para a era clássica como sendo caracterizada por uma transformação do signo de um meio de conhecimento para um elemento de representação como tal.

Palavras-chave: Episteme. Representação. Iluminismo. Romantismo. Sujeito humano.

INTRODUCTION

It seems that one of the functions *Science* performs permanently in human culture consists in unifying practical skills and cosmological beliefs, the *episteme* and the *techne*, and that this is its permanent and specific function which differentiates it from other products of human intellectual activity. What seems of specific interest are the historically variable interactions and dependencies between these two roles of science⁶.

When we talk about science today, we mostly think of the modern science that has emerged since Galileo and Newton. But Galileo's name is mentioned but once in Foucault's whole book. And Newton, the greatest scientist of the Classical Age, remains equally absent. So how are we supposed to understand Foucault's argument? Because all thinking occurs in terms of signs, our answer to this question consists in taking a *semiotic* perspective. Semiotics is a methodology, not a philosophical doctrine. Whereas the rise of modern science brought about the conditions requiring a new kind of specialization that gradually has led to an atomization of research and fragmentation of intellectual community, *semiotic* can establish new conditions of a common framework and cross-disciplinary channels of communication that will provide new possibilities of research and discussion.

This approach is very much justified as Foucault himself describes the door to the Classical age as a transformation of the sign from a means of knowledge to an element of representation as such (1973, p.64). The break which Foucault describes has finally since the 19th century led to a *principle of complementarity* of sense and reference. Sense and reference

⁶ See: AMSTERDAMSKI, 1975, p. 42-43.

of symbolic representations are distinguished by their complementary roles in the development of knowledge⁷.

SECTION 1

In the book, *The Order of Things*⁸ that made him instantly famous, Michael Foucault characterizes the development of modern *episteme* by two fundamental ruptures. He writes in his preface:

This archaeological inquiry has revealed two great discontinuities in the *episteme* of Western culture: the first inaugurates the Classical age (roughly half-way through the seventeenth century) and the second, at the beginning of the nineteenth century, marks the beginning of the modern age. The order on the basis of which we think today does not have the same mode of being as that of the Classical thinkers. Despite the impression we may have of an almost uninterrupted development of the European *ratio* from the Renaissance to our own day, [...] all the quasi-continuity on the level of ideas and themes is doubtless only a surface appearance; on the archaeological level, we see that the system of positivities was transformed in a wholesale fashion at the end of the eighteenth and beginning of the nineteenth century. Not that reason made any progress: it was simply that the mode of being of things, and of the order that divided them up before presenting them to the understanding, was profoundly altered (FOUCAULT, 1973. p. xxii).

We shall characterize these ruptures in semiotic terms and provide some illustrations using the history of mathematics and logics as a main reference. Foucault himself is not concerned with mathematics at all, although the names of Descartes and Leibniz serve him as important illustrations of his claims. But one should remind oneself that the so-called *Scientific Revolution* of the 16th and 17th century cannot even be described, without making extensive excursions into the realm of mathematics and mathematical physics.

Whoever speaks of empirical science, should not forget that observation and experiment were only able to establish modern science, because they could rely on mathematical deduction. [...] A mere collection of observational facts would never have led to the discovery of the law of attraction. Mathematical deduction in combination with observation is the instrument that accounts for the success of modern science (REICHENBACH, 1951, p.102).

Foucault wrote a very stimulating book, but a rather one-sided one too. The story he tells sounds at places as if coming from very remote times, times that have little connection

⁷ See: OTTE, 2003.

⁸ *Les Mots et les Choses*

with our present situation. We hope that the present contribution will improve this situation adding some new perspectives to Foucault's brilliant essay.

SECTION II

Knowledge before the *Scientific Revolution* of the 17th century was completely determined by its object. Thinking meant thinking of being itself, that is, thought was determined by its object. The nature of scientific thinking lied in the very comprehension of what there is. "The Aristotelian logic and methodology, in its general principles, is a true expression of the Aristotelian metaphysics" (CASSIRER, 1953, p.4) and the methods of inquiry had always to be congruent to the objects investigated.

Then at a certain period in history it happened that words and things parted ways and the common interpretation of our sense impressions seemed to become utterly unreliable. Mathematical method was attractive because it promised reliability. It is a merit of Michel Foucault to have brought this turn to the center of our attention. At the beginning of the 17th century:

[...] writing has ceased to be the prose of the world, resemblances and signs have dissolved their former alliance, similitudes have become deceptive. [...] Thought ceases to move in the element of resemblance. Similitude is no longer the form of knowledge, but rather the occasion of error. [...] 'It is a frequent habit', says Descartes, in the first lines of his *Regulae*, 'when we discover several resemblances between things, to attribute to both equally, even on points in which they are really different, that which we have recognized to be true of only one of them'. The age of resemblance is drawing to a close. [...] And just as interpretation in the sixteenth century [...] was essentially a knowledge based upon similitude, so the ordering of things by means of signs constitutes all empirical forms of knowledge as knowledge based upon identity and difference (1973, p. 47 -57).

This transformation strikingly reconfigured the conceptual framework: for Aristotle and up to the period, we call the *Baroque* things, had essences, later words have meanings. And their meanings could be discovered only by constructing new signs and representations. Hermeneutics became an essential element of culture since Luther's confrontation with the Emperor at Worms in 1521.

Arguably most important embodiment of the new spirit is to be found in Cartesian rationalism and individualism, although Foucault does not give too much importance to "the particular fortunes of Cartesianism" (1973, p.56).

The main impact of the Scientific Revolution of the 17th century came from a change in the habits of thought and, in particular, from a campaign for individual certainty. It was the central problem of Descartes and the general purpose of his *Discourse on Method*. “The one activity in the world, which really does concern Descartes, is thought and the pursuit of truth. Had he composed the Lord’s Prayer, it would no doubt have contained the invocation ‘and lead us not into error’” (GELLNER, 1992, p.7).

Descartes’ rigorous distinction between *res cogitans* and *res extensa*, between mind and matter offers possibilities of – and at the same time creates demand for – establishing new connections between the operative and the receptive side of our knowledge. The idea of calculating with the famous unknown X of common algebra exemplifies the new *open* role signs acquired. Since then, thinking about signs has become a centerpiece of epistemology.

We use our symbols and concepts in a twofold sense, both attributively and referentially. Bertrand Russell illustrates the point by means of the distinction he draws between names and descriptions. We have, he writes,

[...] two things to compare: a *name*, which is a simple symbol, directly designating an individual which is its meaning (or referent), and having this meaning in its own right independently of the meanings of all other words; a *description*, which consists of several words, whose meanings are already fixed, and from which results whatever is to be taken as the ‘meaning’ of the description (1998, p. 174).

Consequently, there are two basic signs that seem not conventionally established and therefore play a privileged role in the search of new insight and certain knowledge: *Index* and *Icon*. Think of a geometrical diagram representing a certain triangle, for example. The letters indicating the vertices of the triangle are nothing but indices, while taken as the elements of the whole diagram form an icon.

In his work, *Geometrische Analyse* (1847), Hermann Grassmann constructs space as a structure of geometrical quantities. Each such quantity consists of a geometrical point weighed according to a certain multiplicity. So, the space consists of geometrical quantities, A, B, C, D, \dots . The product AB just means the segment that connects A with B . The sum $A + B$ designates the midpoint M of this segment, counted twice, that is, with the mass value 2 attached to it. So M is an *Index* of this point, while $(A + B)/2$ is an *Icon* and a description of it.

The position of $M = A+B$, for instance, results from the commutative law, $A + B = B + A$, that is, the location of M must be symmetrical with respect to A and B . And Grassmann describes how a formal indication may become a *description* and attain a concrete meaning by looking for all such expressions that have equal references to the one given.

It seems that Descartes became early in his life aware of the importance of these questions. In an important letter to Beeckman of March 26, 1619 (ADAM; MILHAUD, 1936). Descartes, still a young man, formulated a program for his future investigations. Beeckman interprets this as Descartes' desire to neatly bring together physics with mathematics by establishing a productive analogy between arithmetic and geometry. Descartes writes:

In arithmetic, for instance, some questions can be solved by rational numbers, some by surd numbers only and other can be imagined but not solved. For continuous quantity I hope to prove that similarly certain problems can be solved by using only straight or circular lines, that other problems require other curves for their solution, but still curves which arise from one single motion and which therefore can be traced by the new compasses [...] and finally that other problems can only be solved by curved lines generated by separate motions. [...] (apud SHEA, 1991, p. 44).

Descartes is looking for a general method whose roots he believed in the ancient geometry, but being more general, in fact, than either geometry and arithmetic. Descartes writes:

[...] as to the analysis of the ancients and the algebra of the moderns, besides that the embrace only matters highly abstract, and, to appearance, of no use, the former is so exclusively restricted to the consideration of figures that it can exercise understanding only on condition of greatly fatiguing the imagination; and in the latter there is so complete a subjection to certain rules and formulas that there results an art full of confusion and obscurity calculated to embarrass, instead of a science fitted to cultivate the mind (1637, Part II).

Algebra is, in fact, something like meta-mathematics or meta-arithmetic. Algebra is a part of mathematics and of logic as well. This ambiguity became essentially important, but it also troubled the minds during the Classical age. When Descartes mentions the algebra, he often means the geometric constructability of the solutions of algebraic equations.

But on the other hand the separation of words and things, or of signs and objects that Foucault has shown to be so essential to understand the break which initiated the *Classical age*, introduced the idea of mathematics as meta-mathematics and the possibility to act on mere possibilities. And this was essential also to Descartes' project.

In 1631, Jacob Golius, a professor of mathematics from Leiden, sent Descartes an ancient geometrical problem, that "of Pappus on four straight lines". The ancient solution was unknown in the seventeenth century, so the problem became a test-case for Descartes. The resolution of the Pappus problem would have been unworkable without analytical tools and symbolic notation (SERFATI, 2008, p.51-52)

As Salomon Bochner observes:

In Greek mathematics, whatever its originality and reputation, symbolization [...] did not advance beyond a first stage, namely, beyond the process of idealization [...] However [...] full-scale symbolization is much more than mere idealization. It involves, in particular, untrammelled escalation of abstraction, that is, abstraction from abstraction, abstraction from abstraction from abstraction, and so forth; and, all importantly, the general abstract objects thus arising, if viewed as instances of symbols, must be eligible for the exercise of certain productive manipulations and operations (1966, p. 18).

Foucault, being more interested in the new empirical fields of scientific activity than in the exact sciences, privileges Leibniz over Descartes, as being the essential spirit of the Classical age. But Descartes became much more important to classical rationalism in general and in particular to an understanding of the limitations of representation. Let us see what Foucault has to say:

Under cover of the empty and obscurely incantatory phrases 'Cartesian influence' or 'Newtonian model', our historians of ideas are in the habit of confusing these three things and defining Classical rationalism as the tendency to make nature mechanical and calculable [...]. The fundamental element of the Classical episteme is [...] a link with the mathesis which, until the end of the eighteenth century, remains constant and unaltered. This link has two essential characteristics. The first is that relations between beings are indeed to be conceived in the form of order and measurement, but with this fundamental imbalance, that it is always possible to reduce problems of measurement to problems of order [...]. In this sense, analysis was very quickly to acquire the value of a universal method; and the Leibnizian project of establishing a mathematics of qualitative orders is situated at the very heart of Classical thought; its gravitational center. However, this relation to the mathesis as a general science of order does not signify that knowledge is absorbed into mathematics, or that the latter becomes the foundation for all possible knowledge. On the contrary, in correlation with the quest for a mathesis, we perceive the appearance of a certain number of empirical fields now being formed and defined for the very first time (1973, p.56).

Foucault's favorite, that is, the philosopher most mentioned in his book, is Etienne Bonnot de Condillac (1715-1780), a major figure of Enlightenment France. Condillac presents an empiricist account of knowledge more or less in the tradition of Locke. But Condillac's empiricism took a completely new twist in comparison to the British empiricists, because of his semiotic conception. Condillac saw mathematics (algebra) as an analytical language and considered language as essential to mental development and to knowledge. Condillac was relentlessly Anti-Cartesian. And he stresses the social nature of signs and of semiotic activity: "Before social life natural signs are properly speaking not signs" (AARSLEFF, 2001, p. xii - xvii).

And while algebra remained an "analytical Language" (Condillac) throughout the 18th century, biologists like Buffon (1707-1788) or Linné (1707-1778) described things in terms of

symmetry, structure and analogy. So Foucault is right to a certain degree. Many important philosophers of *Enlightenment*, like Condillac or Diderot did appreciate mathematics only as long its direct practical applications remained visible. Denis Diderot saw already in 1754, the end of theoretical mathematics coming. He wrote:

We are at the dawn of a great revolution in the sciences. To judge from the inclination men's minds appear to have for ethics, literature, natural history, and experimental physics, I would almost dare to assert that within the next hundred years there will hardly be three great geometers in Europe. This branch of science will just cease at the point, where Bernoulli, Euler, Maupertius, Clairaut, Fontaine, d'Alembert and Lagrange have left it. They will have laid the pillars of Hercules and no-one will pass beyond. Their works will endure in the centuries to come, like the pyramids of Egypt, massive and laden with hieroglyphics, an awesome picture of the power and resources of the men who raised them (2000, p.37).

The general feeling at the end of the 18th century was, that the traditional means of justification and organization of knowledge have become as insufficient as the given methods showed themselves as incapable of producing new results. And this led in fact to the revolution that produced the science of pure mathematics and theoretical physics.

Geometry, it is assumed, to having arisen from the activities of measurement. But it became geometry only as soon as humans learned to measure things that are not directly accessible. A “new light” (says Kant) must have flashed on the mind of people like Thales, when they perceived that the relation between the length of a flagpole and the length of its shadow enables one to calculate the height of the pyramid, given the length of its shadow. “For he found that it was not sufficient to meditate on the figure as it lay before his eyes, [...] and thus endeavor to get at knowledge of its properties, but that it was necessary to produce these properties, as it were, by a positive a priori construction” (KANT, 1787, Preface to the Second Edition).

Immanuel Kant, whose *Copernican Revolution of Epistemology* ended the Classical age, has fundamentally portrayed the connection between knowledge and subjective activity, which is particularly characteristic of mathematics and of the modern age in general. Kant emphasizing the fundamental significance of activity in the constitution of knowledge, has thereby at the same time opened the door to the modern age.

SECTION II

At the end of the *Classical Age* begins the modern age with its focus on the human subject and its history. The common philosophical description of this second break at the

beginning of the 19th century refers to the contrast between the Enlightenment and Romanticism. The ideologies that sprang forth from these two philosophical movements became essentially the most drastically important ideologies that have been created in modern history. From them has developed just about every political, social, economic, industrial, and cultural movement that exists today.

From a semiotic point of view, the difference between them becomes perceived by the difference between analytical and synthetic knowledge⁹. In Germany the writings of Kant, Fichte, Novalis, Schlegel, Schelling and Goethe set the stage for a Romantic Revolution. This revolution would simultaneously erupt in the English poets Byron, Shelly, Blake and Coleridge.

The greatest of the Romantic Philosophers was Friedrich Nietzsche (1844-1900). In his *The Birth of Tragedy* (1872) he writes: “Here we have our present age [...] bent on the extermination of myth. Man today, stripped of myth, stands famished among all his pasts and must dig frantically for roots [...]” (p. 136). Gilles Deleuze comments on this:

Nietzsche intègre à la philosophie deux moyens d’expression, l’aphorisme et le poème. Ces formes mêmes impliquent une nouvelle conception de la philosophie, une nouvelle image du penseur et de la pensée. A l’idéal de la connaissance, à la découverte du vrai, Nietzsche substitue l’interprétation et l’évaluation. L’une fixe le sens [...] d’un phénomène ; l’autre détermine la valeur hiérarchique des sens, et totalise les fragments, sans atténuer ni supprimer leur pluralité. [...] Cette image du philosophe est aussi bien le plus vieille, le plus ancienne. C’est celle du penseur présocratique. [...] Comment comprendre cette intimité de l’avenir et de l’originel ? Le philosophe de l’avenir est en même temps l’explorateur des vieux mondes [...] et ne crée qu’an force de se souvenir de quelque chose qui fut essentiellement oublié. Ce quelque chose, selon Nietzsche, c’est l’unité de la pensée et de la vie (1965, p.17).

Last not least we have to mention Lady Victoria Welby (1837-1912), a founding ‘mother’ of semiotics and well known because of her correspondence with Charles Sanders Peirce (HARDWICK, 1977).

Michael Foucault himself starts his description of the beginning modernity as follows:

The last years of the eighteenth century are broken by a discontinuity similar to that which destroyed Renaissance thought at the beginning of the seventeenth; then, the great circular forms in which similitude was enclosed were dislocated and opened so that the table of identities could be unfolded; and that table is now about to be destroyed in turn, while knowledge takes up residence in a new space - a discontinuity as enigmatic in its principle, in its original rupture, as that which separates the Paracelsian circles from the Cartesian order (1973, p.217).

⁹ See: BOUTROUX, 1920.

Contrary to Foucault's belief we record a partial return of the Romantics to Paracelsus. In other words, we observe the appearance of a complementarity between the ideas of Paracelsian and Cartesian origin, between metaphor and structure. This complementarity is already built into our language itself. The rules that govern syntax in a language have nothing to do with the meaning that is conveyed, but are necessary to make communication at all possible. Syntax and semantics are complementary to each other.

“Colorless green ideas sleep furiously”, is a sentence composed by Noam Chomsky in 1957 as an example of a sentence whose grammar is correct but whose meaning is nonsensical (1957, p. 15). Chomsky's sentence may even appear as a completely acceptable phrase within a piece of poetry. In 1985, a competition was held at the *University of Stanford*, in fact, the purpose of which was to present Chomsky's sentence as part of a poem, giving it a meaning as a metaphor.

It is interesting, in fact, to observe that you cannot be too demanding when asking for the meaning of individual words. Still put together in a sentence one might be able to produce very subtle nuances of meaning. Look at the following:

The ball was rolling along the grass.

The ball kept on rolling along the grass.

The rather subtle difference of wording suggests all the differences between an Aristotelian conception of mechanical motion and a Newtonian modern one. That is, “the second sentence makes us think of an agent exerting force to overcome resistance or overpower some other force” (PINKER, 1997, p.354).

The complementarity of structure (syntax) and metaphor (predication) does appear clearly when dealing with patients whose language capacities are impaired. Roman Jakobson has described patients with various types of linguistic aphasia and has classified, in fact, all linguistic behavior as referring to either *code* or *context*. One could call one type of aphasia a loss of metaphor or loss of meta-language and the other a loss of structure, that is, the syntactical rules of organizing words into higher units are lost¹⁰.

We suggest understanding the grammar of a language, as a basic form of theory in the same way as Peano's axioms present a modern formal theory of arithmetic. Some scholars considered the modern axiomatic method to be incomplete, as unspecified terms occur within the axioms¹¹. These uninterpreted terms must indeed be specified when trying to establish a

¹⁰ See: JAKOBSON; HALLE, 1956.

¹¹ See: RUSSELL, 1998.

connection to an intended application. However, an absolute or ultimate interpretation of mathematical or scientific concepts is generally neither possible nor desirable. The foundations of a theory therefore lie in the future, that is, in its successful applications. To emphasize this situation Einstein chose the Kantian formula that the real object of science is *nicht gegeben, sondern aufgegeben* (not given, but put as a goal).

This formula has been used already by Cassirer when commenting on the fierce debate about the foundations of arithmetic. The formal-axiomatic approach of Grassmann and Dedekind or Hilbert and Peano stood against the views of Hölder, Kronecker, Frege, Russell and others (CASSIRER, 1969, p. 69-70).

It was in fact romantic philosophy which stimulated the structural view of theory (with respect to mathematics think of E. Galois (1811-1832) or H. Grassmann (1809-1878). The famous mathematician and scientist Norbert Wiener (1894-1964) elucidates these transformations, when characterizing the new intellectual individualism of the Romantics saying that:

[...] he who concentrates on his own mental states will concentrate, when he becomes a mathematician, on the proof of mathematical theorems, rather than on the theorems themselves, and will be compelled to object to inadequate proofs of adequate theorems. [...] To us, nowadays, the chief theme of the mathematicians of the Romantic period may sound most unromantic and repelling. The new mathematics devoted itself to rigor, [...] What the new generation in mathematics had discovered was the *mathematician*; just as what the Romantics had discovered in poetry was the poet and what they discovered in music was the musician. An 18th century musician, like Bach is not interested in telling us how Johann Sebastian Bach felt. He opens to our ear's vistas of pure beauty. A Chopin on the other hand, if he does not tell us about Chopin, tells us nothing. (1951, p. 92-96).

A very important figure of the romantic era was Friedrich von Hardenberg, called: *Novalis* (1772-1801). In his *Fragments and Studies* (NOVALIS, 1960), describes his philosophy of science as a kind of grammar or logic or compositional doctrine. And he points out ways in which seemingly exclusive opposites can be brought together in the process of romanticizing: the ordinary and the special, the limited and the ideal and infinite, mathematics and philosophy, says if the mathematician really does something right, he does so as a philosopher. In a sense, this results from a formal standpoint, as shown by the emphasis on the independence of syntax from semantics, an independence that arithmetic and algebra share with language.

The whole romantic movement was focused on semiotics and on the notion of sign. Novalis said famously:

The designation by sounds and lines is an admirable abstraction. Four letters signify God to me; a few strokes a million things. How easy is the handling of the universe, how vividly the concentricity of the spiritual world! Grammar is the dynamics of the spiritual realm. A command word moves armies; the word freedom nations. (1960, p.412, our translation).

And many searched, like Paracelsus (1493-1541) for metaphors that reveal the human meaning in the things of this world. The writings of Victoria, Lady Welby (1837-1912) must be mentioned in this context, initially her interest was directed towards theological questions, which led to her awareness of the problems of language, meaning and hermeneutics. Lady Welby was also among those who lamented the empiricism of the Baconian sciences and of the Enlightenment. She writes:

The fresh advance which now seems imminent, as it is sorely needed, should be no mere continuation of the Baconian search, the accumulation of data for a series of inferences regarding the properties of the material system as usually understood, but rather the interpretation, the translation at last into valid terms of life and thought, of the knowledge already so abundantly gained. While man fails to make this translation — to moralize and humanize his knowledge of the cosmos, and so to unify and relate it to himself — his thinking is in arrears, and mentally he lags his enacted experience. That we in this age do lag behind [...] and that we have thus far failed to achieve a great and general act of translation, is a loss chiefly due to our unanimous neglect to understand Expression, its nature, conditions, range of form and function, unrealized potencies and full value of worth (1912, p.2-3).

If one looks at Lady Welby's writings one observes that she seems nearly exclusively concerned with the problems of the metaphorical, with spoiled or misplaced metaphors. She writes for example:

We always tend unconsciously to make whatever we have expressed in images and through metaphor behave like the real thing, or the original we took as illustration or in analogy. Hence results endless confusion the real source of which is not detected and is therefore permitted to continue its mischievous work (1912, p. 22).

Philosophy, religion and literature or poetry must tell us the same things about ourselves in always new ways. In this consists their art as well as their duty and destiny. Mathematics, science and technology are trying to definitely unveil the secrets of nature and to promote technology. Consequently, both universes of discourse become dominated by two different semantical conceptions, namely sense (meaning) and information (truth), respectively. These conceptions play complementary roles in the process of knowledge development and human self-understanding.

The two elements, which Nom Chomsky tried to indicate by his famous phrase and which Roman Jakobson identified as the archetypes of linguistic competence and which we

may call the poetic or philosophical on the one side and the mathematical or formal, on the other side troubled the minds of all the great scientists of the 19th/20th century. Take Albert Einstein (1879 - 1955) being the most well-known of them all. Many scholars have pondered about the question of whether Einstein was a positivist and instrumentalist or rather a realist philosopher of science.

In fact, Einstein initially considered the mathematical form of theories rather incidental. For example, Einstein's theory of special relativity created a fundamental link between space and time. The universe could now be viewed as having three space-dimensions and one time-dimension. This 4-dimensional space is referred to as the Minkowski's *space-time continuum*. Einstein's theory is nothing but the theory of geometrical transformations that leave a certain indefinite quadratic form invariant. This picture is completely analogous to the interpretation of ordinary Euclidean geometry as the theory of invariance with respect to the quadratic form by which the usual metric is defined.

In his collaboration with Hilbert and Minkowski on the presentation of the theory of special relativity Einstein himself initially neither appreciated nor used Minkowski's geometrical form. He called it *superfluous learnedness* (*überflüssige Gelehrsamkeit*). He considered the use of tensors in particular as a superfluous manifestation of erudition. Einstein preferred intuitive metaphorical language saying, for example that space, and time must be conceived of or seen as variable or evolving (WALLWITZ, 2017).

But, Einstein soon changed his mind after having intensively used tensors calculus when striving hard to develop the *General Theory of Relativity*. It is even questionable if he could have accomplished *General Relativity* in 1915, if Minkowski had not introduced the tensors. "As Einstein recalled in his 1933 Herbert Spencer Lecture at the University of Oxford, it was the success of general relativity that convinced him of the heuristic and creative power of mathematical simplicity" (GIOVANELLI, 2018, p.785).

The *simplicity* of the mathematical form is decisive. Einstein, in fact, later even denied the possibility of a theory-free standpoint from which what is real can be judged. Electrons, or even dogs are just what a certain theory says they are. However theories refer only attributively to reality not referentially. They make no existence claims. For example, Peano's axioms do not answer the question "What are numbers as objects. What is the number 1 or 2? Do they exist? Numbers could be anything, even games (Conway-Numbers, Hackenbusch-Games, Chessboard-Computer, Vectors, Sets, etc.). What the axioms describe are concepts or classes of objects, rather than particular objects themselves.

Theories of modern science are schemes of interpretation of objective and socio-historical reality, rather than images of it. Theories are always underdetermined by the data they try to explain, otherwise they would be superfluous. Truth and knowledge are results of the application of theories, rather than of the theories themselves. The foundations of a theory therefore lay in the future, that is, in its successful applications.

The analogous transformation of physics from empiricism to the hypothetico-deductive method and the establishing of the formal notion of theory, here described, had been studied extensively by Kenneth Caneva (1978).

Then came quantum physics and caused a new, more difficult crisis. The only scientifically fruitful way out seems to have been the formal mathematical presentation of Heisenberg, Born, Jordan and Dirac. Heisenberg demanded that only quantities observable in principle, that is, spectroscopical data, should be introduced into a physical theory (LENHARD; OTTE, 2018).

Again the situation apparently did not satisfy Einstein. And we may try to understand why this is so. The theoretical concept is the guiding principle of scientific exploration. The concept is also the goal of knowledge, however. To understand a theory means to conceive of it as the development or unfolding of some original hypothetically established concept. We have to understand the concept as the starting point as well as the goal of theoretical activity. This seems paradoxical.

The paradox has been described as the conflicting influences of two principles which C. W. Churchman has called the *minimum vs. maximum loop principle*: “The maximum-loop principle comes down to us from *Plato*. It is based on a monistic philosophy: There is one world of interconnected entities, not many. The most distant galaxies and the most menial worker somehow have a connection. The principle is also teleological” (1968, p.113-114).

The minimal loop orientation seems to have guided the intellectual efforts of the thinkers since the *Scientific Revolution* of the 17th century. “For Descartes the problem was to find a proposition that leads directly to its own validity” (CHURCHMAN, 1968, p. 113). The starting point for this problem is to find a proposition which immediately implies its validity. If I say p this means p is true. This immediacy principle could thus be expressed by an assumption of equivalence between p and p is true.

About 200 years after Descartes Bernard Bolzano, when composing his monumental Doctrine of Science, *Wissenschaftslehre*, (1837) replaced *truth* by the requirement of formal consistency. Bolzano also agreed with Kant's rejection of the belief in a *pre-established*

harmony between being and knowledge of Classical Rationalism. “It had exactly been Bolzano, who [...] had completely anti-platonically distinguished between the structure of being and the structure of cognition (Denkstruktur)” (NEEMANN, 1972, p. 81).

CONCLUSION

The interest in the human subject which Foucault identified as a characteristic of modernity but considered the controversies modern humanism may have stirred up to be no more than “a few surface ripples” expresses itself in terms of the paradox mentioned and in the complementarity of all our thoughts and representations.

Mathematics and science are activities, which have since the 19th centuries increasingly liberated themselves from metaphysical and ontological agendas. Exactly his separation of world and sign had occupied the Romantics as much as it had worried Einstein. A representation always determines something. But by the same token it points to the yet undetermined and infinite. If I say p this means p . But it also negates all that is not p . It says that p is not q and not r , ad infinitum. So modern thought oscillates between the minimal and maximal loop agendas.

Foucault had obviously no interest in the *History of Ideas* movement founded in 1939 by Arthur Lovejoy. This is a pity, because Lovejoy had indicated the paradox and had aptly observed, that:

[...] the representatives of the Enlightenment of the 17th and 18th centuries [...] were manifestly-characterized to a peculiar degree by the presumption of simplicity. [...] When on the other hand, you pass on to the Romantic Period, you find the simple becoming the object of suspicion and even of detestation (1964. p.57).

REFERENCES

AARSLEFF, H. (ed.). Etienne Bonnot de Condillac, **Essay on the Origin of Human Knowledge**. Cambridge: UP, 2001.

ADAM, C.; MILHAUD, G. (eds.). **Descartes Correspondence**. Paris: Alcan, pp. 5-11, 1936.

AMSTERDAMSKI, S. **Between History and Method: Disputes About the Rationality of Science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishing, 1975.

BOCHNER, S. **The Role of Mathematics in the Rise of Science**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1966.

BOLZANO, B. **Wissenschaftslehre**. Sulzbach: Seidel, 1837.

- BOUTROUX, Pierre. **L'Idéal Scientifique des Mathématiciens**: dans l'antiquité et dans les temps modernes. Paris: F. Alcan, 1920.
- CANEVA, K. From Galvanism to Electrodynamics: The Transformation of German Physics and Its Social Context. **Historical Studies in the Physical Sciences**, vol.9, pp.63-159, 1978.
- CASSIRER, E. **Substance and function** (originally 1910 in German). New York: Dover, 1953.
- CASSIRER, E. **The problem of knowledge: Philosophy, science, and history since hegel** (5th ed.). New Haven and London: Yale University Press, 1969.
- CHOMSKY, N. **Syntactic structures**. The Hague: Mouton, 1957.
- CHURCHMAN, C. W. **Challenge to Reason**, New York: McGraw-Hill, 1968.
- DELEUZE, G. **Nietzsche**. PUF Paris, 1965.
- DESCARTES, Rene. **Discourse on the Method of Rightly Conducting the Reason and Seeking Truth in the Science**, 1637.
- DIDEROT, D. **Thoughts on the Interpretation of Nature**. Clinamen Press Ltd, 2000.
- FOUCAULT, M. **The order of things**. New York, NY: Vintage Books, 1973.
- GELLNER, E. **Reason and Culture**: The historic role of rationality and rationalism, Oxford: Blackwell, 1992.
- GIOVANELLI, M. 'Physics is a kind of metaphysics': Emile Meyerson and Einstein's late rationalistic realism, **Euro Jnl Phil Sci** 8:p.783–829, 2018.
- GRASSMANN, H. 1847. **Geometrische Analyse Geknüpft an die von Leibniz Erfundene Geometrische Charakteristik**. Leipzig. All page references are taken from H. Grassmann, *Gesammelte mathematische und physikalische Werke*, F. Engel, Ed., Vol. 1.1, pp. 321-399. Leipzig: Teubner, 1894.
- HARDWICK, Charles (ed.). **Semiotic and Significs**, Indiana UP, 1977.
- JAKOBSON, R; HALLE, M. **Fundamentals of Language**. Mouton Den Haag, 1956.
- KANT, I. **Critique of Pure Reason, second edition**. English translation: Norman Kemp Smith, 1787.
- LENHARD, J; OTTE, M. The Applicability of Mathematics as a Philosophical Problem – Mathematization as Exploration, **Found. Sci.**, 23: pp.719–737, 2018.
- LOVEJOY. A.O., 1964/1936, *The Great Chain of Being*, Harvard UP.
- NEEMANN, U. **Bernard Bolzanos Lehre von Anschauung und Begriff**, Schöningh Paderborn, 1972.

- NIETZSCHE, F. (1872). **The Birth of Tragedy**. Trans. W. Kaufmann. New York: Vintage, 1967.
- NOVALIS. **Schriften. Zweite, nach den Handschriften ergänzte, erweiterte und verbesserte Auflage in vier Bänden**. Edited by Paul Kluckhohn and Richard Samuel. 4 vols. Stuttgart: W. Kohlhammer, 1960.
- OTTE, M. Complementarity, Sets and Numbers. **Educational Studies in Mathematics**. v. 53, p. 203-228, 2003.
- PINKER, S. **How the Mind Works**, Penguin Books. 1997.
- REICHENBACH, H. **The Rise of Scientific Philosophy**. Berkeley, CA: University of California Press, 1951.
- RUSSELL, B. **Introduction to Mathematical Philosophy**. London: Routledge, 1998.
- SERFATI, Michel. A Note on the Geometry and Descartes's Mathematical Work, **Notices of the AMS**, vol. 55, pp 50-53, 2008.
- SHEA, W. R. **The Magic of Numbers and Motion: The Scientific Career of Rene Descartes**. Canton, MA: Watson Publishing International, 1991.
- WALLWITZ, G. **Meine Herren dies ist keine Badeanstalt**. Berlin: Berenberg Verlag, chapter 7, 2017.
- WELBY, V. Significs and Language, London, p.2-3, 1912.
- WIENER, N. Pure and applied mathematics. In: HENLE, P. (Ed.). **Structure, method and meaning**. New York: The Liberal Arts Press, 1951.

PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO EM TESES E DISSERTAÇÕES BRASILEIRAS

Felipe Aragão Freire¹

Adjane da Costa Tourinho e Silva²

Resumo: Neste trabalho, buscamos analisar a frequência e a forma pela qual os temas “práticas epistêmicas” e “argumentação” estão sendo abordados em dissertações e teses brasileiras. Nesta perspectiva, foram encontrados 15 trabalhos na base de dados Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Dos trabalhos levantados, sete demonstram de maneira explícita a relação entre práticas epistêmicas e argumentação. Analisamos que todas as pesquisas possuem uma abordagem qualitativa, cujo foco predominante é nos estudantes, dada a própria estrutura do conceito de práticas epistêmicas. De maneira unânime, as pesquisas apontam para a necessidade de ambientes escolares que permitam um posicionamento ativo dos alunos, corroborando para a adoção de práticas voltadas para a produção e legitimação dos conhecimentos e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da argumentação.

Palavras-chaves: Práticas Epistêmicas. Argumentação. Teses e dissertações.

EPISTEMIC PRACTICES AND ARGUMENTATION IN BRAZILIAN THESES AND DISSERTATIONS

Abstract: In this paper we seek to analyze how and how “epistemic practical” and “argumentation” themes are being addressed in Brazilian dissertations and theses. In this perspective 15 studies were found in the CAPES Catalog of Theses and Dissertations. We found that from this result found seven works explicitly demonstrate the relationship between epistemic practices and argumentation. We analyze that all research has a qualitative approach, whose predominant focus is on students, given the very structure of the concept of epistemic practices. Unanimously, the research points to the need for school environments that allow an active positioning of students, corroborating the adoption of practices and consequent to the development of argumentation.

Keywords: Epistemic Practices. Argumentation. Theses and dissertations.

¹ Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática pelo PPGECIMA-UFS. Graduado em Física Licenciatura pela UFS. E-mail: felipearagaofreire@hotmail.com

² Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, Mestre em Educação e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente, é professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática -PPGECIMA- desta universidade. E-mail: adtourinho@terra.com.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, vem aumentando o número de pesquisas que se voltam para a sala de aula apontando para a importância de compreender como o professor oferece suporte aos alunos para construção de novos significados, evidenciando os diferentes níveis de interação e dialogia que ele alterna ao longo de uma aula ou de uma sequência destas. O interesse nas interações discursivas e na linguagem tem permeado muitas pesquisas e propostas curriculares que, de diferentes formas e propósitos, voltam-se para o processo de construção de significados nas salas de aula de Ciências em todo o mundo.

Dentro desta linha investigativa, ensino e aprendizagem são percebidos como atividades sociais, estruturadas de acordo com valores tanto histórico quanto localmente construídos, os quais orientam as ações dos sujeitos nos ambientes de aprendizagem. Considerando-se ensino e aprendizagem como atividades sociais, a compreensão sobre como tais processos são discursivamente estruturados e desenvolvidos por meio do diálogo e da interação torna-se fundamental (SILVA, 2008).

De acordo com Vygotsky (2001), a interação social possibilita ao indivíduo solucionar problemas que ele não poderia solucionar de forma independente. Ou seja, interagindo com os outros, o indivíduo apropria-se de ideias que circulam na dimensão social de dado ambiente e exibe seu nível de desenvolvimento potencial, o qual indica funções em amadurecimento e que constituirão o seu nível de desenvolvimento real, num momento posterior. Nesse referencial, o processo de ensino-aprendizagem também se constitui dentro de interações que vão se dando em diversos contextos sociais. A sala de aula deve ser considerada um lugar privilegiado de sistematização do conhecimento e o professor um articulador na construção do saber, buscando favorecer as interações discursivas.

Bakhtin (1997) introduz o conceito de gêneros do discurso, considerando-os como tipos relativamente estáveis de enunciado (escritos ou orais). Estes enunciados emergem de esferas específicas das relações sociais e humanas, uma vez que a língua se efetua por meio deles. Na Educação em Ciências, a abordagem ao gênero do discurso da sala de aula tem sido frequentemente associada aos padrões de interação típicos desses ambientes, levando-se em conta os aspectos discursivos envolvidos na configuração desses padrões.

À luz da Psicologia de Vygotsky e da Filosofia de Bakhtin, a sala de aula pode ser percebida como um ambiente onde se desenvolve um processo essencialmente dialógico, em

que múltiplas vozes são articuladas: primeiro no plano social (interpsicológico) e, em seguida, no plano individual (intrapsicológico) (SILVA, 2008).

É preciso entender que a sala de aula se constitui em um ambiente historicamente construído e nela os papéis de professor e aluno estão muito bem definidos e isso permeia as relações entre esses indivíduos.

Vários estudos, dentro de uma perspectiva sociocultural, buscam analisar o surgimento de ambientes que proporcionem discussões para que os alunos se engajem de maneira ativa em temas de interesse da Ciência. Toma-se como pressuposto a natureza central da linguagem e das interações discursivas no processo de construção de significados.

Em alguns destes estudos, são evidenciadas as etapas ou níveis epistêmicos pelos quais os estudantes elaboram questões, propõem métodos adequados para alcançar respostas, interpretam dados e principalmente constroem argumentos a fim de legitimar o conhecimento de tal forma produzido. O foco dos estudos nesta linha recai no processo pelo qual os alunos produzem e validam, por meio de um movimento argumentativo, os saberes ao longo de suas atividades escolares.

Considerando que o processo de construção de significados deriva das interações entre professor e aluno, onde ocorre a internalização de ideias, fica evidente a necessidade de compreensão de tais processos interativos, dos quais culminam as práticas epistêmicas, que estão envolvidas nas instâncias sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY, 2005; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al. 2008).

Kelly e Duschl (2002) enfatizam a importância de estudos epistemológicos na educação em Ciências, no sentido de que estes possam evidenciar o processo de construção do conhecimento no ambiente escolar. Esses autores definem práticas epistêmicas como “formas específicas com que membros de uma comunidade inferem, justificam, avaliam e legitimam os conhecimentos ao longo do processo de sua construção” (KELLY; DUSCHL, 2002, p. 19). Tal conceito, elaborado com base em estudos de Filosofia, Sociologia, Antropologia e Retórica da Ciência e Ciências Cognitivas aplicadas ao raciocínio científico, é ao mesmo tempo pensado em seu potencial de informar, orientar/analisar as práticas investigativas escolares (SILVA, 2008).

PRÁTICAS EPISTÊMICAS E ARGUMENTAÇÃO

Trabalhos recentes têm explicitado a relação entre os constructos de argumentação e práticas epistêmicas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUSTAMANTE, 2007; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al. 2008; SILVA, 2015). Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008) propõem uma ferramenta analítica para o estudo das práticas epistêmicas como propósito do projeto RODA (Raisonnement, Débat, Argumentation). Nesse projeto, a noção de prática epistêmica introduzida por Kelly e Duschl (2002), como atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do saber, é considerada em conjunto com a ideia de que essas atividades podem ser cognitivas ou discursivas, como discutido por Sandoval (2005). As práticas epistêmicas relacionam-se a práticas sociais em intrínseca relação com o saber. Neste mesmo projeto, a própria argumentação aparece como uma prática epistêmica geral, inserida na instância de avaliação do conhecimento, expressando uma relação entre a coordenação de teorias e evidências experimentais. Assim, a argumentação faz parte de uma análise crítica dos conhecimentos produzidos, avaliando a sua plausibilidade.

Van Eemeren e Grootendorst (2004) consideram a argumentação uma atividade verbal e social de raciocínio, desenvolvida por um locutor (falante ou escritor) cujo interesse é proporcionar a aceitabilidade de um ponto de vista controverso por meio de uma série de proposições que visam justificá-lo, ante um julgamento racional. Argumentar é, portanto, justificar um ponto de vista.

Considerando a argumentação em tópicos científicos, Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) observam que esta prática discursiva pode ser definida como a conexão entre asserções do conhecimento (ou conclusões) e dados, por meio de justificativas, de modo que os conhecimentos sejam avaliados a luz de evidências, que podem ser empíricas ou teóricas. Na dimensão da persuasão, a argumentação pode ser entendida como um conjunto de estratégias para convencer uma audiência.

Ao longo de atividades investigativas, a argumentação aparece, assim, como uma prática epistêmica sofisticada, que se articula por meio do resultado de várias outras práticas epistêmicas, exigindo dos alunos que reflitam sobre o que conta como justificativa plausível para os conhecimentos elaborados, diante de um grupo, na perspectiva da ciência escolar.

O Quadro 1, a seguir, mostra as relações entre práticas sociais e epistêmicas, conforme apresentado pelos autores.

Quadro 1 – Práticas epistêmicas e sociais em relação com o conhecimento.

Instâncias sociais	Práticas epistêmicas gerais	Práticas epistêmicas (específicas)
Produção	<p>Articular os próprios saberes;</p> <p>Dar sentido aos padrões de dados.</p>	<p>Monitorando o progresso;</p> <p>Executando estratégias orientadas por planos ou objetivos;</p> <p>Utilizando conceitos para planejar e realizar ações (por exemplo, no laboratório);</p> <p>Articulando conhecimento técnico na execução de ações (por exemplo, no laboratório);</p> <p>Construindo significados;</p> <p>Considerando diferentes fontes de dados;</p> <p>Construindo dados.</p>
Comunicação	<p>Interpretar e construir as representações;</p> <p>Produzir relações;</p> <p>Persuadir os outros membros da comunidade.</p>	<p>Relacionando/traduzindo diferentes linguagens: observacional, representacional e teórica;</p> <p>Transformando dados;</p> <p>Seguindo o processo: questões, plano, evidências e conclusões;</p> <p>Apresentando suas próprias ideias e enfatizando os aspectos cruciais;</p> <p>Negociando explicações.</p>
Avaliação	<p>Coordenar teoria e evidência (argumentação);</p> <p>Contrastar as conclusões (próprias ou alheias com as evidências (avaliar a plausibilidade)).</p>	<p>Distinguindo conclusões de evidências;</p> <p>Utilizando dados para avaliação de teorias;</p> <p>Utilizando conceitos para interpretar os dados;</p> <p>Contemplando os mesmos dados de diferentes pontos de vista;</p> <p>Recorrendo a consistência com outros conhecimentos;</p> <p>Justificando as próprias conclusões;</p> <p>Criticando declarações de outros;</p> <p>Usando conceitos para configurar anomalias.</p>

Fonte: Traduzido e adaptado de Jiménez-Aleixandre et al. (2008).

A instância social de produção do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos articulam os próprios saberes, em geral, elaborando questões e hipóteses, planejando e executando experimentos para construção e significação de dados.

A instância social de comunicação do conhecimento corresponde aos momentos nos quais os alunos discutem ou textualizam resultados previamente obtidos. Os alunos interpretam os dados, produzindo diferentes relações, traduzindo diferentes linguagens entre si (observacional, representacional e teórica) e negociando explicações.

A instância social de avaliação do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos avaliam ou justificam o conhecimento gerado. Eles analisam criticamente os conhecimentos produzidos, estabelecendo relações entre teorias e evidências experimentais. Nesse sentido, eles contrastam as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências, ou seja, avaliam a plausibilidade dos conhecimentos.

Vários trabalhos enfatizam a presença da argumentação em sala de aula. Alguns se concentram na análise da argumentação dos alunos (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008). Outros investigam a qualidade do argumento produzido (KRAJICK; MCNEILL, 2009; BERLAND; REISER, 2010). Há ainda o grupo que prioriza as ações do professor para promoção da atividade argumentativa.

OS PROPÓSITOS E MÉTODOS DA PESQUISA

A pesquisa que apresentamos teve por objetivo identificar os trabalhos desenvolvidos sobre práticas epistêmicas e argumentação em teses e dissertações brasileiras, caracterizando-os panoramicamente quanto a aspectos metodológicos e resultados alcançados. Este tipo de pesquisa, definida como “estado da arte” ou “estado do conhecimento”, está categorizada no que Ferreira (2002) define como

(...)uma metodologia de caráter inventariante e descritivo da produção acadêmica e científica sobre o tema que busca investigar, à luz de categorias e facetas que se caracterizam enquanto tais em cada trabalho e no conjunto deles, sob os quais o fenômeno passa a ser analisado (FERREIRA, 2002, p. 258).

Nesse sentido, podemos verificar se e como tais temas estão sendo abordados neste tipo de produção científica. A realização destes balanços possibilita contribuir com a organização e análise na definição de um campo, uma área, além de indicar possíveis contribuições da pesquisa para com as rupturas sociais (ROMANOVISKI; ENS, 2006).

A base de dados consultada foi o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Para a busca, foram utilizados os descritores, ou palavras-chaves: “práticas epistêmicas”, “aspectos epistêmicos” e “argumentação”, seguidas dos operadores booleanos OR ou AND entre elas.

Não foi delimitado um recorte temporal para a busca. Este foi configurado em função dos próprios resultados obtidos. Como, em função de nosso envolvimento inicial com o tema sabíamos que se tratava de um conceito recente e, certamente, com poucos trabalhos publicados, optamos por iniciar a busca sem um recorte temporal pré-estabelecido e, caso fosse preciso, o faríamos. Os resultados obtidos mostraram que o conceito aparece na literatura em ensino de ciências aqui no Brasil no ano de 2008, no trabalho de Silva. Nesse sentido, este ficou sendo o nosso marco inicial, estendendo-se até o ano de 2019.

O QUE DIZEM OS TRABALHOS

Como discutido, as publicações encontradas inserem-se no período de 2008 a 2019, totalizando 17 produções, conforme expostas no Quadro 2.

Quadro 2. Dissertações e Teses quem abordam práticas epistêmicas e argumentação.

AN O	TÍTULO	AUTOR	TIPO	INSTITUIÇÃ O	SUJEITOS	ABORDAGEM METODOLÓGIC A
2008	As estratégias enunciativas de professores de química	Adjane da Costa Tourinho e Silva	Tese	UFMG	Alunos - Ensino médio	A pesquisa buscou analisar e caracterizar, numa perspectiva contrastiva, as estratégias enunciativas articuladas por dois professores de Química ao longo da sequência temática Termoquímica. Os dados foram coletados principalmente por meio de registros em vídeo e submetidos à uma análise discursiva das interações entre professor e alunos.

2008	O uso do tempo e as práticas epistêmicas em aulas práticas de química	Angélica Oliveira de Araújo	Dissertação	UFMG	Alunos – Ensino médio	A pesquisa visou analisar a dinâmica discursiva de uma sequência de aulas buscando identificar como o tempo é utilizado em aulas práticas, pelos alunos e pela professora, bem como o desenvolvimento, pelos alunos, das práticas epistêmicas que emergem no discurso durante a realização das atividades práticas.
2009	Argumentação em sala de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução	Marina de Lima Tavares	Tese	UFMG	Alunos – Ensino médio	Esse trabalho discute ações que permeiam o discurso dos alunos de Ensino Médio, focando na argumentação e nas práticas epistêmicas que eles explicitavam em suas afirmações e questões que iniciavam episódios de conteúdo ao longo de aulas de Biologia.
2013	As ferramentas culturais e a construção de significados em atividades de campo: demandas para o ensino de biologia	Patricia da Silva Sessa	Tese	USP	Alunos – Ensino fundamental	A pesquisa buscou investigar as interações discursivas de estudantes de sexta série do Ensino Fundamental, em quatro atividades de campo, na perspectiva da construção de significados. Observou, ainda, o contexto de produção dos gestos, apontando relações com práticas epistêmicas, padrões de interações e o

						objeto empírico investigado pelos alunos.
2013	O uso de representações em explicações e na argumentação	Daniela Kênia Batista da Silva.	Dissertação	UFMG	Alunos – Ensino médio	A pesquisa buscou investigar algumas características relacionadas às práticas epistêmicas inerentes ao trabalho dos cientistas: argumentar, explicar e representar. Os dados da pesquisa foram coletados em uma turma do ensino médio, por meio de gravações em vídeo.
2014	As operações epistêmicas na aula de campo de ciências: caminhos entre o mundo material, os modelos e as teorias	Fernanda Pardini Ricci	Dissertação	USP	Alunos – Ensino fundamental e médio	A pesquisa analisou dados obtidos a partir do registro das interações comunicativas entre monitor e alunos envolvidos em atividades realizadas em saídas de campo. Os dados foram coletados por meio de gravadores de áudio, sendo transcritos para a análise e codificação das categorias.
2014	Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências	Mariana Guelero do Valle	Tese	USP	Alunos – Ensino fundamental	O trabalho visou compreender as possíveis relações entre os movimentos e práticas epistêmicos produzidos pelo professor e por alunos e a construção de argumentos. A metodologia envolveu uma abordagem

						qualitativa em que se desenvolveu a análise das transcrições das aulas registradas em vídeo.
2015	A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia	Maira Batistoni e Silva	Tese	USP	Alunos – Ensino médio	A pesquisa, de cunho qualitativo, buscou compreender como se dá o engajamento dos alunos em práticas epistêmicas da cultura científica. O objetivo foi analisar as práticas de inscrição realizadas pelos alunos e suas relações com a produção de explicações e argumentos durante uma atividade investigativa.
2015	Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma sequência didática em ecologia	Sofia Valeriano Silva Ratz	Dissertação	USP	Professores – Formação continuada	O trabalho investigou a mobilização de práticas epistêmicas dos professores para a construção de argumentos e como as suas relações com as ações do formador poderiam promover tal construção durante a aplicação de uma Sequência Didática em Ecologia, em uma oficina de formação continuada de professores de ciências.
2015	Práticas epistêmicas em atividades investigativas de ciências	Elton Daniel Oliveira do Nascimento	Dissertação	UFS	Alunos – Ensino médio	A pesquisa analisou o desenvolvimento de práticas epistêmicas ao longo de atividades investigativas de Física em uma sala

						de aula do Ensino Médio, explicitando suas relações com as ações do professor ao conduzir tais atividades.
2017	Discurso e aspectos epistêmicos: análise de aulas de ensino por investigação	Leandro Yudi Saca	Dissertação	USP	Alunos – Ensino médio	Pesquisa exploratória, com abordagem qualitativa, do tipo estudo de caso, pela qual foi analisada a implementação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). O estudo se desenvolveu com base na análise de aulas gravadas em vídeo. Tal análise levou em consideração os propósitos e pressupostos teóricos identificados em entrevistas efetuadas com o professor e a análise documental do material instrucional da SEI.
2017	Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional	Eloisa Cristina Gerolin	Dissertação	USP	Alunos – Ensino médio	Pesquisa conduzida como um estudo de caso qualitativo. Os dados analisados foram coletados por meio de gravações audiovisuais, que foram transcritas, organizadas em unidades de análise e interpretadas por meio de rubricas/descriptores das categorias de análise.
2018	Contribuições de diferentes modalidades de atividades	Fabiano Vasconcelos Dias	Dissertação	UFMG	Alunos – Ensino médio	O trabalho analisou as interações discursivas que ocorreram entre

	experimentais ao ensino e aprendizagem de física					alunos, e destes com o professor, durante a aplicação de atividades experimentais. A análise das interações foi realizada por meio das categorias enquadradas como práticas epistêmicas e suas instâncias sociais.
2018	O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da Experimentoteca do CDCC-USP	Renata da Fonseca Moraes Batista	Tese	USP	Alunos – Ensino médio	O trabalho discute potencialidades, limitações e desafios envolvidos na implementação da abordagem histórico-investigativa (HI) em aulas de física. A metodologia de pesquisa utilizada foi a Design Based Research (DBR). Analisou as atividades aplicadas com o Losango Didático, verificando as práticas epistêmicas desenvolvidas.
2018	Análise das práticas epistêmicas em uma atividade sobre dinâmica de populações	Rodrigo Ponce	Dissertação	USP	Alunos – Ensino médio	A pesquisa procurou investigar a ocorrência de práticas epistêmicas durante o desenvolvimento de uma atividade de interpretação e discussão de um artigo científico adaptado. Analisou um conjunto de dados contendo transcrições e gravações de áudio e vídeo e mapeou as aulas segmentando-as em unidades menores (episódios e

						sequências discursivas).
2019	O papel de uma atividade de ensino por investigação de Imunologia nas aulas de graduação para cursos das áreas de Ciências Biológicas e da Saúde	Paula Seixas Mello	Tese	UFMG	Alunos – Ensino superior	A pesquisa buscou verificar quais práticas epistêmicas são mobilizadas pelos estudantes universitários durante a formulação de argumentos escritos em relatórios científicos produzidos durante a execução de uma atividade investigativa.
2019	Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas e argumentação: construção de significados no desenvolvimento de uma sequência didática sobre fotossíntese	Leticia de Cassia Rodrigues Araujo	Dissertação	UFOP	Alunos – Ensino médio	A pesquisa trata-se de um estudo de caso com alunos do ensino médio no desenvolvimento de uma sequência didática de biologia analisando os movimentos epistêmicos da professora e da pesquisadora e as práticas epistêmicas dos alunos desenvolvidas em processos argumentativos.

Fonte: Elaborado a partir do catálogo de teses e dissertações da CAPES.

Quanto ao tipo de trabalhos produzidos, podemos verificar que o número de dissertações (58,8%) foi superior ao de teses (41,2%). O recorte por regiões de produção dos trabalhos nos mostra uma hegemonia da região sudeste (94,1%), com presença apenas dos estados de Minas Gerais e São Paulo. O registro encontrado no estado de Sergipe corresponde ao único fora deste eixo. USP e UFMG apresentam uma tradição de trabalhos com a temática pesquisada.

O foco dos trabalhos produzidos é sumariamente em alunos (94,1%), mesmo o trabalho de Ratz (2015) que analisa professores em formação continuada, desenvolvida com uma sequência didática de ecologia, coloca os profissionais na “posição de alunos. Este fato pode ser explicado pela própria estrutura da definição de práticas epistêmicas.

O primeiro trabalho a abordar práticas epistêmicas foi o de Silva (2008), nesta tese a autora busca compreender como as estratégias enunciativas oportunizavam espaço para o envolvimento dos alunos com as atividades propostas e com a linguagem social da ciência escolar, verificando como tais atividades contemplavam as instâncias epistêmicas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento, discutidas por Kelly (2005).

Com isso, podemos verificar, através da linha temporal, o intervalo de tempo que o conceito de práticas epistêmicas levou, desde proposto por Kelly e Duschl em 2002, para ser abordado em um trabalho deste tipo no Brasil, cerca de 6 anos. Cabe salientar aqui que o doutorado, no qual Silva desenvolveu a sua tese, teve um estágio sanduíche na Penn State University, na Pensilvânia, sob a orientação do próprio Gregory J. Kelly, um dos autores originais do conceito.

Os resultados discutidos por Silva (2008) mostram que a forma como são trabalhadas as categorias epistêmicas pelo professor pode favorecer ou dificultar a participação dos alunos na discussão em prol da construção do conhecimento científico. Os resultados ainda apontam que, em situações onde não há discordância entre os pontos de vista dos alunos, torna-se desnecessário que os mesmos se empenhem enfaticamente por muito tempo na argumentação em defesa dos seus pontos de vista.

Em sua dissertação, Araújo (2008) aponta que as práticas epistêmicas são observadas de maneira mais expressiva em casos onde os alunos estão engajados na produção do conhecimento em situações de investigação durante as aulas. As práticas epistêmicas dizem respeito ao movimento pelo qual as ideias são articuladas ao longo de uma discussão, evidenciando a apropriação dos conhecimentos científicos pelos estudantes. Lima-Tavares (2009) vai nesta mesma linha de pensamento afirmando que, além dos métodos e das práticas envolvidas no fazer ciência, as práticas epistêmicas incluiriam o desenvolvimento pelos alunos de uma compreensão da própria natureza do conhecimento científico.

Ainda em seu trabalho, Araújo (2008), inspirada nas categorias propostas por Jiménez-Alexandre et al. (2008), apresenta e adota em sua análise um sistema de categorias mais amplo. A autora defende a necessidade de categorias que contemplem mais efetivamente o processo interativo da instância “comunicação do conhecimento”, onde, pelo percebido em sua análise, há um emprego de várias operações de textualização pelos alunos.

Quadro 3. As práticas epistêmicas e suas relações com o conhecimento.

ATIVIDADES SOCIAIS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO	PRÁTICAS EPISTÊMICAS
Produção do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problematizando 2. Elaborando hipóteses 3. Planejando investigação 4. Construindo dados 5. Utilizando conceitos para interpretar dados 6. Articulando conhecimento observacional e conceitual 7. Lidando com situação anômala ou problemática 8. Considerando diferentes fontes de dados 9. Checando entendimento 10. Concluindo
Comunicação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argumentando 2. Narrando 3. Descrevendo 4. Explicando 5. Classificando 6. Exemplificando 7. Definido 8. Generalizando 9. Apresentando ideias (opiniões) próprias 10. Negociando explicações 11. Usando linguagem representacional 12. Usando analogias e metáforas
Avaliação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complementando ideias 2. Contrapondo ideias 3. Criticando outras declarações 4. Usando dados para avaliar teorias 5. Avaliando a consistência dos dados

Fonte: Araújo (2008).

Sessa (2013), ao analisar atividades de campo considerando a interação entre monitores e alunos apontou que os sujeitos envolvidos na interação tornaram o conhecimento passível de comparações e contrastes, classificações, justificações, avaliações, uma vez que se buscou dos estudantes o fornecimento de suas próprias justificativas sobre as ideias científicas.

Em seu trabalho, Silva (2013) indica a importância de um ensino de ciências que privilegie práticas em sala de aula que se aproximem daquelas vivenciadas pelos cientistas: argumentar, explicitar e representar, acreditando que isso contribui de maneira coerente com os objetivos de um ensino de ciências autêntico.

Ricci (2014), discutindo sobre o processo de produção do conhecimento científico, afirma que devemos entender que ele está atrelado a práticas epistêmicas de uma comunidade específica, neste caso, a científica. Então, para que os alunos sejam capazes de se relacionar criticamente com os diversos conhecimentos científicos que os rodeiam, é necessário que eles conheçam a dinâmica da sua construção e o contexto em que elas são desenvolvidas.

Valle (2014), em seu trabalho, busca explicitar uma relação de causa entre práticas epistêmicas e movimentos epistêmicos, definidos por Lidar, Lundqvist e Östman (2005), como as ações do professor que favorecem a adoção de práticas epistêmicas por parte dos alunos. Sobre essa relação, a autora afirma que foi possível constatar que os movimentos epistêmicos se configuram com uma análise mais geral, enquanto as práticas epistêmicas permitem uma análise mais específica da prática do professor. A autora expande o seu raciocínio indicando que a adoção de ambientes escolares que favoreçam a argumentação se constitui em uma tarefa difícil. É necessária a construção de um ambiente que exija uma postura ativa por parte de alunos e professor. Vale ressaltar que, esse é o único trabalho dentre os encontrados, que aplica o conceito de práticas epistêmicas também a professores atuando como tal.

Em sua análise, Silva (2015) verifica que momentos de discussões em torno de tomadas de decisões, como por exemplo, na obtenção de dados, podem favorecer o engajamento em práticas epistêmicas como elaborar hipóteses e argumentar. Sobre o processo argumentativo, a autora diz que a construção de argumentos pelos alunos para justificar explicações pode indicar que eles entendem os critérios pelos quais estas serão julgadas e a finalidade retórica dos argumentos.

O trabalho de Ratz (2015), diferente dos que já foram discutidos aqui, os quais abordam o desenvolvimento de práticas epistêmicas por parte dos alunos, focaliza a sua análise em um grupo de professores que participam de uma oficina de formação continuada, verificando como os movimentos epistêmicos mobilizados pelo formador podem favorecer a adoção de determinadas práticas e promover a construção de argumentos. Sua pesquisa permitiu indicar que, para a discussão acerca do apoio³ do argumento, há necessidade da mobilização das práticas epistêmicas em diversidade para a constituição do conhecimento além da coerência com a diversidade de movimentos epistêmicos.

³ Trata-se de um elemento constitutivo do argumento, de acordo com o Modelo de Argumento de Toulmin (2006). O Apoio ou Conhecimento de Base (B) dá suporte à Garantia de Inferência (G), a qual liga as evidências experimentais (D – Dados) à Conclusão (C)

Nascimento (2015) sugere um ensino de ciências que possibilite a adoção de determinadas práticas epistêmicas, a fim de desenvolver o poder da argumentação dos estudantes ao longo das aulas e constituir o conhecimento a respeito da Natureza da Ciência.

Saca (2017) analisou uma sequência de ensino investigativa (SEI) que versava sobre a dualidade onda-partícula do elétron. Em determinado momento, foi solicitado para os alunos desenvolverem um modelo que melhor se adequasse a questões surgidas durante o desenvolvimento da SEI. O autor destaca que, tanto hipóteses, quanto modelos são elementos do discurso epistêmico, com o objetivo de persuasão, ou seja, proposições que precisarão passar pelo crivo dos pares para serem legitimadas dentro de uma comunidade, o que se dá por meio das práticas epistêmicas.

Gerolin (2017) destaca o papel da professora na avaliação e legitimação das proposições dos estudantes, promovendo a consolidação da comunidade e o estabelecimento de critérios para julgamento do que conta como dado, evidência e justificativa na atividade investigativa.

Dias (2018) destaca que uma abordagem experimental para a construção das práticas epistêmicas em sala de aula auxilia verificar os movimentos dos alunos na construção do conhecimento, e como elas permitem entender, o modo como os alunos se apropriam dos conhecimentos construídos no transcorrer das atividades.

Em seu trabalho, Batista (2018), afirma que as práticas epistêmicas estão diretamente associadas ao papel do professor dentro da sala, visto que ele é o responsável por proporcionar os momentos em que essas práticas se manifestam. O ambiente criado dentro da sala de aula deve ser, portanto, acolhedor e estimulante de forma que os alunos se sintam livres para dialogar, discutir e manifestar suas ideias e o professor consiga desempenhar o papel de mediador.

Ponce (2018) aponta para uma dependência entre como as práticas epistêmicas ocorrem. Nesta pesquisa algumas práticas epistêmicas se sucederam em virtude da ocorrência prévia de outras práticas epistêmicas. O trabalho versa sobre a necessidade de uma ferramenta sistemática de análise que permita investigar tal dependência de maneira criteriosa.

Mello (2019) observou que estudantes aderem às convenções de gênero da escrita científica quando constroem sentenças que relacionam as observações experimentais particulares com as asserções teóricas de maior generalidade. Contudo, verificou dificuldades na utilização do texto escrito de evidências obtidas de inscrições não-verbais.

Araujo (2019) verificou que mesmo os alunos se engajando no processo argumentativo, a partir da preponderância das práticas epistêmicas “concluindo” e “elaborando hipóteses”, os alunos nem sempre argumentaram cientificamente, o que foi constatado pelo baixo percentual das práticas relacionada ao uso de evidências. Outro aspecto foi a importância dos movimentos epistêmicos, especificamente, os de reelaboração e elaboração, que, segundo a autora, proporcionaram práticas epistêmicas, fazendo com que os alunos se engajassem no processo argumentativo explicitando melhor suas ideias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar a frequência e a forma com que os temas “práticas epistêmicas” e “argumentação” estão sendo abordados em dissertações e teses brasileiras. Nesta perspectiva, foram encontrados 17 trabalhos na base de dados Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, que tem os dados atualizados anualmente através do informe de atividades dos programas de pós-graduação de todo o país. Verificamos que, deste resultado encontrado, 07 trabalhos demonstram de maneira explícita a relação entre práticas epistêmicas e argumentação.

Foi possível verificar que o tema “práticas epistêmicas” tem uma abordagem relativamente recente. Ainda analisamos que todas as pesquisas possuem uma abordagem qualitativa, cujo foco predominante é nos estudantes, dada a própria estrutura do conceito de práticas epistêmicas.

De maneira unânime, as pesquisas apontam para a necessidade de ambientes escolares que permitam um posicionamento ativo dos alunos, corroborando para a adoção de práticas e consequente para o desenvolvimento da argumentação.

Por fim, defendemos, dada a importância do tema, um aprofundamento de pesquisas que verifiquem como o surgimento de determinadas práticas epistêmicas pode proporcionar a criação de ambientes propícios à argumentação.

REREFÊNCIAS

ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química**. 2008. 144 (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG.

ARAÚJO, L. C. R. **Movimentos epistêmicos, práticas epistêmicas e argumentação: construção de significados no desenvolvimento de uma sequência didática sobre**

fotossíntese' 28/03/2019 216 f. Mestrado em Educação Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, Mariana Biblioteca Depositária: ICHS

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. 2. ed. Trad. Maria Ermantina Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

BATISTA, R. F. M. **O uso de abordagens histórica-investigativa na reelaboração de roteiros da Experimentoteca do CDCC-USP'** 20/09/2018 236 f. Doutorado em FÍSICA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (SÃO CARLOS), São Carlos Biblioteca Depositária: IFSC/USP.

BERLAND, L. K; REISER, B. J. Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. **Science Education**, vol. 95, n. 2, p. 191-2016, 2010.

BRASIL. **Catálogo de Teses e Dissertações (CAPES)**. Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>.html. Acessado em 25 de abr. 2019.

DIAS, F. V. **Contribuições de diferentes modalidades de atividades experimentais ao ensino e aprendizagem de física'** 26/02/2018 81 f. Mestrado Profissional em Educação e Docência Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte Biblioteca Depositária: BU UFMG.

DRIVER; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, vol. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

ERDURAN, S, JIMÉNEZ- ALEIXANDRE, M. P. **Argumentation in science education: perspectives on classrooms based-research**. New York: Springer, 2008.

FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, vol. 79, p.257-272, 2002.

GEROLIN, E. C. **Práticas epistêmicas, comunidades epistêmicas de práticas e o conhecimento biológico: análise de uma atividade didática sobre dinâmica de crescimento populacional'** 17/11/2017 157 f. Mestrado em ENSINO DE CIÊNCIAS (MODALIDADES FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA) Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: Instituto de Física.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Construction et justification des saviors scientifiques: rapports entre argumentation et pratiques épistémiques, **Texto didático**, 2007.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) **Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research**. Dordrecht: Springer, 2008, p. 3-27.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; MORTIMER, E. F.; SILVA, A. C. T; BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: analytical framework for science classrooms. Paper apresentado na **Reunião Annual da AERA**. New York, NY, mar. 2008.

KELLY, G. J. Inquiry, activity, and epistemic practice. Paper presented on **Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda**. New Brunswick, NJ, fev. 2005.

KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. Paper apresentado na **Reunião Annual da NARST**. New Orleans, LA, abr, 2002.

KRAJCIK, J e MCNEILL, K.L. Designing instructional materials to support students in writing scientific explanations: Using evidence and reasoning across the middle school years. **Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching**, Garden Grove, CA, 2009.

LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. **Science Education**. 90: 148-163, 2005.

MELLO, PAULA SEIXAS. **O papel de uma atividade de ensino por investigação de Imunologia nas aulas de graduação para cursos das áreas de Ciências Biológicas e da Saúde** 27/02/2019 undefined f. Doutorado em BIOQUÍMICA E IMUNOLOGIA Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte Biblioteca Depositária: Biblioteca Universitária - UFMG

NASCIMENTO, E. D. O. **Práticas epistêmicas em atividades investigativas de ciências'** 26/05/2015 88 f. Mestrado em ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA Instituição de Ensino: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE, São Cristóvão Biblioteca Depositária: BICEN.

PONCE, R. **Análise das práticas epistêmicas em uma atividade sobre dinâmica de populações'** 09/10/2018 152 f. Mestrado em ENSINO DE CIÊNCIAS (MODALIDADES FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA) Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: Biblioteca do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

RATZ, S. V. S. **Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma sequência didática em ecologia'** 16/04/2015 undefined f. Mestrado em ENSINO DE CIÊNCIAS (MODALIDADES FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA) Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo.

RICCI, F. P. **As operações epistêmicas na aula de campo de ciências: caminhos entre o mundo material, os modelos e as teorias'** 24/04/2014 undefined f. Mestrado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: FEUSP.

ROMANOVISKI, Joana P.; ENS, Romilda T. As pesquisas denominadas do tipo "Estado da Arte" em educação. **Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set/dez. 2006.

SACA, L. Y. **Discurso e aspectos epistêmicos: análise de aulas de ensino por investigação'** 20/04/2017 undefined f. Mestrado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: FEUSP.

SANDOVAL, W.A. Understandings students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, v. 89 n. 4, p. 634-656, 2005.

SESSA, P.S. **As ferramentas culturais e a construção de significados em atividades de campo: demandas para o ensino de biologia'** 25/03/2013 214 f. Doutorado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: FEUSP.

SILVA, A.C.T. **Estratégias Enunciativas em Salas de Aula de Química:** Contrastando professores de estilos diferentes. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

_____. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Online), vol. 17, p. 69-96, 2015.

SILVA, D. K. B. **O uso de representações em explicações e na argumentação'** 19/08/2013 undefined f. Mestrado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte.

SILVA, MAIRA BATISTONI E. **A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia'** 13/03/2015 237 f. Doutorado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: FEUSP.

TAVARES, M. L. **Argumentação em sala de aula de biologia sobre a teoria sintética da evolução'** 01/05/2009 296 f. Doutorado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, BELO HORIZONTE Biblioteca Depositária: Faculdade de Educação.

VALLE, M. G. Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências' 06/05/2014 165 f. Doutorado em EDUCAÇÃO Instituição de Ensino: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo Biblioteca Depositária: FEUSP

VYGOTSKY, L.S. (2001) **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes.

ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOBRE FUNÇÕES MATEMÁTICAS

Kaliane Alves Santana Lopes¹

Kalyne Teresa Machado²

José Adeilson Pereira Melquíades³

Divanizia do Nascimento Souza⁴

Resumo: A teoria da aprendizagem significativa, proposta por Ausubel nos idos de 1960, considera que os conhecimentos prévios que um indivíduo possui são determinantes para o aprendizado dele sobre um novo conteúdo. Essa teoria, fundamentada no construtivismo cognitivo, tem embasado diversas propostas didáticas na busca pela promoção da aprendizagem significativa, que permite ao indivíduo ser capaz de reproduzir e adaptar o conhecimento fixado na memória em situações e contextos variados. Na primeira parte deste texto são apresentados brevemente os fundamentos da teoria da aprendizagem significativa, os fatores considerados essenciais dessa teoria, as três fases distintas que podem ser evidenciadas durante a aprendizagem significativa e alguns pressupostos, exemplos, descritos na literatura, de estratégias e ferramentas possíveis de serem empregados na promoção da aprendizagem significativa sobre o conteúdo matemático Funções. Nas discussões é observado que um amplo leque de abordagens do conteúdo matemático Funções amplia as chances de que a aprendizagem significativa seja alcançada no estudo de tal conteúdo.

Palavras-chave: Teoria da aprendizagem significativa, Funções matemáticas, Relatos de experiências

STRATEGIES TO PROMOTE MEANINGFUL LEARNING ON MATHEMATICAL FUNCTIONS

Abstract: The theory of meaningful learning, proposed by Ausubel in the 1960s, considers that the previous knowledge that a person has are determinant for his own learning on a new subject. This theory, based on cognitive constructivism, has been based on several didactic proposals in the search for the promotion of meaningful learning, which allows a person to be able to

¹Licenciada em Matemática pelo Instituto Federal de Sergipe. Pós-Graduação *Lato Sensu* em Psicopedagogia e Educação Inclusiva pela Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: kallysantana@hotmail.com

²Licenciada em Matemática e em Física pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: kalynemachado@hotmail.com

³Licenciado em Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: adeilsonn_pereira@msn.com

⁴Doutora em Tecnologia Nuclear. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: divanizi@ufs.br

reproduce and adapt the knowledge fixed in memory in different situations and contexts. In the first part of this text, the foundations of the theory of meaningful learning are briefly presented, the factors considered essential of this theory, the three distinct phases that can be evidenced during meaningful learning and some assumptions, examples described in the literature of possible strategies and tools to be employed in promoting meaningful learning on mathematical Functions. In the discussions, it is observed that a wide range of approaches to the mathematical Functions increases the chances that meaningful learning will be achieved in the study of such content.

Keyword: Theory of meaningful learning, Mathematical functions, Experience reports

INTRODUÇÃO

A teoria da aprendizagem significativa

As teorias de aprendizagem cognitivistas, particularmente aquelas que se fundamentam no construtivismo cognitivo e que dão suporte às experiências atuais de aprendizagem e ensino em salas de aula, enfatizam o papel do conhecimento prévio nos processos de aprendizagem (BINGOLBALI e BINGOLBALI, 2015). Como é bem sabido, a figura chave da teoria da aprendizagem cognitiva foi Jean Piaget, com seus estudos sobre o tema, iniciados nos anos 1920. Outros teóricos têm aportado relevantes contribuições nesse campo; um deles, David Ausubel, a partir da década de 1960, desenvolveu estudos com foco na aprendizagem de disciplinas escolares, com maior interesse no que o aluno já compreende ao ser apresentado a um novo conteúdo no ambiente escolar. Ausubel entendia os conhecimentos prévios como sendo determinantes para o aprendizado sobre um novo conteúdo. Os estudos de Ausubel culminaram no estabelecimento da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que preceitua que a aprendizagem significativa ocorre quando um novo conteúdo (ideias ou informações) relaciona-se com conceitos relevantes que estão disponíveis na estrutura cognitiva, sendo assimilado por essa estrutura. Os conceitos disponíveis são os pontos de ancoragem para a aprendizagem. Devido à “formação de novas relações entre o conhecimento existente e o novo conhecimento, a estrutura cognitiva torna-se mais coerente e abrangente” (CARVALHO et al., 2010), e os novos conhecimentos adquirem significados para o sujeito.

Ausubel, em sua teoria, considerou que a noção de crescimento cognitivo está intimamente relacionada ao acúmulo contínuo de conteúdo organizado em uma variedade de áreas. Para contribuir com o desenvolvimento cognitivo, no entanto, o conteúdo deve estar significativamente relacionado a hierarquias de conceitos previamente estabelecidas dentro de um determinado domínio.

Para aplicar aqui a analogia usada na descrição do modelo de Piaget, pode-se falar de um sistema de acesso aberto ao invés de um com um coordenador central. De acordo com Lawton, Saunders e Muhs (1980), considerando a estrutura cognitiva como um sistema hierarquicamente organizado de fatos, conceitos e generalizações em qualquer área de conhecimento, não faz sentido distinguir conteúdo de organização. O conteúdo só é significativo como parte de uma organização. Então, os conceitos previamente estabelecidos na estrutura cognitiva do sujeito representam o núcleo da aprendizagem significativa, que se dá na interação cognitiva entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios. Ausubel denominou esses conceitos previamente estabelecidos de conceitos subsunçores ou, simplesmente, subsunçores. Os subsunçores, que podem ser ideias, modelos, proposições ou representações, servem para aportar novos conhecimentos, que chegam ao aprendiz também na forma de conceitos, ideias, modelos mentais, proposições ou como imagem, sendo internalizados significativamente por ele (MOREIRA, 2008)

A aprendizagem escolar acontece em situações formais de ensino, de forma sistemática intencional e planejada. Mesmo considerando que, conforme Ausubel (1962), a maioria dos novos materiais ideacionais que os estudantes encontram no ambiente escolar relacionam-se com um histórico de ideias e informações significativas para ele, a aprendizagem pode ser classificada, segundo o grau de significado da informação para o aprendiz em suas dimensões, como aprendizagem memorística (mecânica ou repetitiva) e aprendizagem significativa.

Na aprendizagem memorística a assimilação literal e não substantiva do novo material demanda um esforço menor do aprendiz, porque não exige dele uma capacidade de articulação entre os tópicos do conteúdo estudado e os subsunçores. Um exemplo disso é vivenciado quando os alunos se preparam para exames escolares que exigem respostas literais às perguntas. Com isso, a aprendizagem memorística é volátil, o que deriva em resultados insuficientes na aprendizagem de médio e longo prazo (TAVARES, 2010). Dessa forma, os estudos de Ausubel podem ser interpretados como uma reação radical à visão de aprendizado dos behavioristas, por considerar que nesse tipo de aprendizagem a interação com o conteúdo estudado é apenas arbitrária (MOREIRA; MASINI, 2006; BINGOLBALI; BINGOLBALI, 2015). Mesmo assim, entende-se que a aprendizagem memorística pode contribuir para a aquisição de conhecimentos, principalmente nas fases iniciais da aprendizagem de um determinado assunto.

Três fatores considerados essenciais na TAS auxiliam o estudante a aprender de forma significativa (NUNES; SILVEIRA, 2009): é relevante que o conteúdo a ser aprendido apresente uma lógica que lhe aporte significado, para que seja organizado e estruturado; que haja uma

significativa relação entre o conteúdo e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aluno; e o aluno estar conscientemente motivado para aprender de forma significativa. Pode-se incluir outro fator relevante, que é a linguagem. A TAS considera também que a linguagem seja um facilitador importante para a ocorrência da aprendizagem significativa. Quando a apresentação de conceitos se dá por meio de uma linguagem que faça sentido ao aprendiz, há mais chances de ocorrência de aprendizagem significativa desses conceitos (NOGUEIRA et al., 2000).

Moreira (2011) apresenta mais detalhes sobre esses fatores, considerando que um material de aprendizagem potencialmente significativo possibilita uma relação não arbitrária e não literal com uma estrutura cognitiva apropriada e relevante. Ainda, sobre a motivação, o autor observa que o aluno deve se sentir motivado a procurar compreender o material de instrução, a fazer perguntas sobre o que não compreende e a participar ativamente na execução das atividades que contribuam para a aprendizagem. Dessa forma, na perspectiva ausubeliana, idealmente a aprendizagem deve ocorrer sem a utilização de critérios de memorização. Na memorização, a aprendizagem ocorre quando novas informações são aprendidas sem uma interação com os subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA; MASINI, 2006; SANTOS; RIBEIRO; SOUZA, 2018).

Conforme a abordagem ausubeliana, três fases distintas podem ser evidenciadas durante a aprendizagem significativa, em que se tenha a retenção do conhecimento pelo aprendiz. Na primeira fase, as informações potencialmente significativas são relacionadas aos sistemas ideacionais relevantes na estrutura cognitiva, aportando os significados fenomenológicos. Na segunda fase ocorre a retenção dos significados adquiridos. Na terceira e última fase o indivíduo é capaz de reproduzir o conhecimento fixado na memória, o que possibilita que ele empregue o novo conhecimento em outras situações e contextos (JESUS, 2005).

Na busca pela efetivação da aprendizagem significativa a partir do ambiente escolar, diversas propostas didáticas têm sido apresentadas. Muitas das propostas empregam unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Uma UEPS representa uma sequência de ensino fundamentada na TAS, envolvendo, portanto, atividades elaboradas pelo professor, com tópicos específicos de conhecimentos a serem desenvolvidos (RIBEIRO, 2015). O objetivo de uma UEPS é auxiliar na promoção da aprendizagem significativa por meio de atividades que possibilitem a explicitação de conhecimentos dos alunos para posterior análise e discussão (KLEIN; DEL PINO, 2017).

Moreira (2005) criou as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), como uma proposta didática para alterar, pelo menos dentro do possível, o modelo de

narrativa que costumamos ter em sala de aula e que já sabemos que não está produzindo aprendizagens (KLEIN; DEL PINO, 2017, p. 64).

Na escola, o que se deseja é a participação ativa do sujeito na construção do conhecimento. Essa participação deve conduzir à aquisição de novos saberes, a partir de processos de reelaboração pessoal, e não à repetição dos saberes formulados pelo professor ou encontrados nos livros-texto (MENEGHETTI; REDLING, 2012).

Moreira (2014), como um importante pesquisador da aprendizagem significativa, defende que, enquanto dinâmica cognitiva em que diferenciação progressiva e a reconciliação progressiva são processos básicos, essa aprendizagem se relaciona com a modelagem, porque aprender e modelar estão intrinsecamente relacionados. Quando modela, o sujeito aprende, e vice-versa.

Na diferenciação progressiva ocorre o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor a partir da sucessiva utilização desse subsunçor na significação de novos conhecimentos. A reconciliação progressiva cria um processo dinâmico, simultâneo a diferenciação progressiva, que possibilita resolver inconsistências e relacionar significados (MOREIRA, 2011).

Uma ferramenta, que pode ser empregada largamente na promoção da aprendizagem significativa são os mapas conceituais. No uso de mapas conceituais é assumido que o conhecimento está contido dentro dessas estruturas conceituais, e que por meio da organização dos conceitos centrais, pode-se integrar relações de aprendizagem do conteúdo. Esses mapas oportunizam representar e organizar o conhecimento, de forma que o próprio aprendiz constrói seu conhecimento e significados do que aprende a partir da sua predisposição para aprender. Assim sendo, um mapa conceitual é uma representação concisa das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas, podendo ser um facilitador da compreensão dessas estruturas (MOREIRA, 2006; RIBEIRO; CAMPOS, 2019). Esses mapas, como ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento, foram desenvolvidos por Joseph D. Novak, na década de 1970, com na base na TAS.

Não é pretensão deste trabalho abordar todas as estratégias e ferramentas possíveis de serem empregadas na promoção da aprendizagem significativa, pois essas são muitas. Mas estão apresentados a seguir alguns exemplos com a finalidade de ilustrar propostas de abordagem em disciplinas de matemática na escola básica e na formação de professores de matemática. Buscou-se exemplos relacionados ao conteúdo Funções. Como as funções estabelecem sempre uma ideia de interdependência entre duas grandezas, a compreensão do conceito de conceito de funções é, por vezes, uma tarefa complexa. Essa complexidade tem

motivado o desenvolvimento de propostas didáticas no ensino de matemática com vista a contribuir para de aprendizagem significativa sobre esse conteúdo.

ABORDAGEM DO CONTEÚDO FUNÇÕES COM VISTAS À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A evolução da matemática ao longo da trajetória da humanidade teve como ideal a interpretação, operacionalização e resolução de problemas do cotidiano. Embora, nem sempre essa contextualização, mesmo que implícita, seja considerada no ensino escolar (KLEIN; DEL PINO, 2017).

A questão de pesquisa que se busca responder neste trabalho é: “Como a teoria da aprendizagem significativa pode ser aplicada no contexto da aprendizagem do conteúdo matemático Função?” A resposta a essa questão visa contribuir para a compreensão sobre como ações pedagógicas envolvendo princípios dessa teoria auxiliam na aprendizagem desse conteúdo matemático.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, “o Ensino Médio precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania, e não como prerrogativa de especialistas” (BRASIL, 1999, p. 210). Isso também está previsto na Base Nacional Comum Curricular, que, ao considerar as competências e habilidades específicas esperadas de um estudante ao final do Ensino Médio, enfatiza que essas sejam representadas pela ampla capacidade de interpretação crítica e a construção de modelos representativos de situações econômicas, sociais e de fatos relativos às Ciências da Natureza que envolvam a variação de grandezas, por meio da análise de gráficos de funções (BRASIL, 2018).

Uma proposta de ensino sobre Função Afim baseada nos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa foi elaborada por Postal et al. (2011), visando o uso de metodologia da modelagem matemática, com o emprego de computador como ferramenta de ensino. O tema escolhido para a proposta foi “O uso da telefonia celular” As atividades propostas foram desenvolvidas junto a uma turma de primeiro ano do Ensino Médio em uma escola pública do Rio Grande do Sul. Os autores partiram do princípio de que “a utilização da tecnologia em sala de aula trouxe a esperança de ajudar a resolver a questão de reter o interesse dos estudantes”.

Conforme apresentado por Rosso (2016), “a Modelagem Matemática se coloca como alternativa metodológica que traz para a sala de aula os problemas da vida real e da cultura dos alunos para dialogarem com conhecimento universal, lógico e válido em todos os tempos e lugares da Matemática”.

Postal et al. (2011) partiram do princípio que as atividades envolvendo Modelagem Matemática devem ocorrer durante a aprendizagem de conceitos e técnicas do conteúdo que está sendo estudado na disciplina. Com isso, o objeto de estudo além de contribuir como agente motivador da aprendizagem, pode dar suporte para a sua ocorrência.

No desenvolvimento das atividades, os autores seguiram as etapas descritas por Biembengut (2002):

- Identificação do problema real.
- Formulação do problema matemático.
- Obtenção da solução matemática do modelo.
- Interpretação da solução. – Comparação com a realidade.
- Escrita do relatório e apresentação dos resultados.

Após a escolha do tema pelos estudantes, buscou-se, com ajuda da professora de matemática, compreender como se dava o uso da telefonia celular pelos integrantes da turma. Isso possibilitou dados para identificação de conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e a elaboração de materiais e exercícios e referentes ao assunto de funções. Após esse entendimento, o problema a ser estudado pela turma foi definido: *é possível utilizar o telefone celular de maneira mais econômica, pensando na sustentabilidade do planeta?*

Na segunda etapa da preparação da proposta, os autores construíram os modelos matemáticos, na intenção de que as atividades apresentassem potencial de serem significativas para que os estudantes pudessem aprender conceitos relevantes de funções afins. Além disso, considerou-se que os estudantes já sabiam definir variáveis, compreendiam a ideia de relação de dependência, representação gráfica, equações e operações fundamentais.

Por fim, os estudantes foram incentivados a conduzir um processo de modelagem de um problema escolhido por eles, sob a supervisão da professora. Os estudantes tiveram acesso a computadores e empregaram o software Graphmatica para facilitar a construção dos gráficos e auxiliar na interpretação das questões propostas. As atividades foram desenvolvidas ao longo de 20 aulas, com três aulas semanais.

Nas atividades de modelagem matemática que auxiliaram a construção de conceitos de Função Afim foi dada ênfase à compreensão conceitual e à aplicação dos conceitos a situações novas, para favorecer a ocorrência da interação entre a nova informação e a estrutura conceitual. A aplicação dos conceitos aprendidos a situações novas possibilitaria a evidência da ocorrência da aprendizagem significativa.

Embora, por falta de tempo hábil, a análise da experiência de Postal et al. (2011) não tenha sido aprofundada de forma a demonstrar que a prática descrita por eles resultou em uma aprendizagem significativa, na concepção de Ausubel, do conceito de Funções Afins, entende-se que práticas como essa são sempre exitosas, pois partem de uma preocupação com a efetiva aprendizagem dos estudantes, que é traduzida em aprendizagem significativa.

Meneguetti e Redling (2012) também elaboraram tarefas seguindo a abordagem descrita anteriormente em uma classe da terceira série do Ensino Médio, de uma escola pública do interior do Estado de São Paulo. Junto à classe, foi aplicada uma avaliação diagnóstica inicial (para um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito de funções) e foram vivenciadas tarefas elaboradas envolvendo situações que abordavam o assunto funções. As autoras buscaram desenvolver as atividades de forma que os alunos necessitassem de níveis de conhecimento cada vez mais elaborados para desenvolvê-las, buscando por um equilíbrio entre os aspectos intuitivo e lógico do conhecimento. As atividades envolviam abordagem do tipo investigativa e/ou resolução de problemas.

Nas respostas da avaliação diagnóstica foi identificado que os alunos tinham poucas recordações pouco sobre o conteúdo Função ensinado para eles no primeiro ano do Ensino Médio. Segundo eles, o assunto havia sido tratado superficialmente. Considerando que, em apenas dois anos, os alunos haviam esquecido muito do conteúdo estudado, provavelmente, a aprendizagem do conteúdo foi do tipo mecânica, principalmente. Na avaliação diagnóstica foi solicitado que eles definissem função, verificassem se uma relação representava ou não uma função; identificassem domínio, contradomínio e imagem de uma função e construíssem gráficos de funções. As situações problemas apresentadas na segunda fase envolviam funções do 1º grau, do 2º grau e exponencial.

A partir da descrição de Meneguetti e Redling (2012), entende-se que a abordagem de situações-problemas envolvendo conceitos de funções e suas aplicações, fundamentadas em aspectos da aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos na escola básica, embora seja possível, ainda não é fácil. Mesmo assim, os autores observaram que apesar dos alunos terem apresentado dificuldades iniciais com a metodologia da proposta, foram participativos e o grau de motivação deles foi aumentando à medida que se familiarizavam com a tarefa. Os autores salientem que na aprendizagem significativa a motivação é um fator imprescindível, mesmo que os alunos já possuam os conceitos subsunçores aspirados para aprender.

Uma reflexão foi apresentada por Lopes (2019) sobre como o ensino da disciplina Cálculo pode ser aprimorado por meio de atividades que auxiliam o entendimento sobre os

significados e os porquês dos conceitos ensinados e aprendidos sobre o conteúdo de funções hiperbólicas. O autor desenvolveu uma sequência didática envolvendo História da Matemática, com o objetivo de atingir a aprendizagem significativa dos conceitos estudados sobre esse conteúdo, que normalmente é apresentado de uma forma sintética nos atuais livros de cálculo e pelos professores.

Na sequência didática proposta por Lopes (2019), o estudo das funções hiperbólicas por é iniciado com a apresentação de conceitos que contribuíram para sua formalização ao longo da história. É sugerido que os conceitos que servem como âncoras ou subsunçores sejam revisados e ensinados, como a função exponencial e a hipérbole. Em seguida, a formalização das funções hiperbólicas e suas propriedades são demonstradas. O autor destaca que, ao comparar o modo usual em que se apresenta ao aluno os conceitos relativos às funções hiperbólicas, os atuais livros textos de Cálculo não seguem o desenvolvimento histórico. No entanto, como os livros antigos abordam essas funções de uma maneira histórica satisfatória, os alunos podem ser beneficiados pela abordagem feita com o uso de livros mais antigos de Cálculo.

Como último exemplo, tem-se a proposta desenvolvida por Groenwald e Ruiz (2006), com a finalidade de auxiliar a promoção de competências docentes para um ensino comprometido com a qualidade. A proposta dos autores seguiu princípios da concepção construtivista colaborativa de ensino com apoio da TAS. Considerando essa concepção, tem-se que o trabalho em grupo promove no sujeito mais criatividade para enfrentar obstáculos do que o trabalho individual, além de reforçar as competências individuais.

O desenvolvimento da proposta contou com o uso da plataforma Moodle em uma disciplina de prática de ensino, com alunos do terceiro semestre do curso de Licenciatura em Matemática de uma universidade do Rio Grande do Sul. A metodologia empregada constou de 4 fases: apresentação; experimentação; exposição e demonstração; avaliação. Os conteúdos matemáticos abordados foram Trigonometria, Funções, Progressão Aritmética e Geométrica e Geometria Analítica. Após a fase de apresentação da proposta, os estudantes vivenciaram atividades colaborativas, junto com o professor, utilizando a plataforma Moodle. Na terceira fase as atividades envolveram exposições em sala de aula e debates on-line. A avaliação foi realizada por meio do acompanhamento das atividades realizadas pelos estudantes e prova escrita.

As atividades buscaram promover competências nos estudantes para: “atuar com novas tecnologias, conhecer metodologias de ensino, saber expressar-se com clareza e objetividade,

analisar livros didáticos, avaliar seus colegas e ser avaliado, conhecer os conteúdos de Matemática do Ensino Médio” (GROENWALD; RUIZ, 2006, p. 20).

Na descrição das atividades, Groenwald e Ruiz apresentaram também um sistema informático que pode ser uma opção aos professores para avaliações, com apoio de mapas conceituais, dos conhecimentos de seus alunos sobre certo conteúdo. Os professores poderão interagir com os mapas, acrescentando informações em hipertextos, que servirão para recuperar os conteúdos nos quais cada aluno apresenta dificuldades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos exemplos apresentados aqui, pode-se inferir que a teoria da aprendizagem significativa é atual e que as possibilidades de abordagens dessa teoria no contexto escolar podem contribuir de forma efetiva para o aprendizado de conteúdos disciplinares. Essa efetividade permite aos alunos o uso do conhecimento fixado na estrutura cognitiva em situações e contextos diversos. A vivência da teoria ausubeliana faz com que as possibilidades no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, como o de Funções, por exemplo, sejam ampliadas. O uso de ferramentas e estratégias, como as unidades de ensino potencialmente significativas e os mapas conceituais, permite um amplo leque de abordagens do conteúdo matemático Funções e ampliam as chances de que a aprendizagem significativa. A oportunidade da vivência de estratégias didáticas de abordagem da TAS em cursos de formação docente, certamente, contribui para a ampliação do uso dos princípios dessa teoria na escola básica.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. A Subsumption Theory of Meaningful Verbal Learning and Retention. *The Journal of General Psychology*, 66(2), p. 213–224, 1996.

BIEMBENGUT, M. S. Modelagem matemática no ensino. São Paulo. Contexto. 2002.

BINGOLBALI, E.; BINGOLBALI, F. Principles of student centred teaching and implications for mathematics teaching. CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education; ERME, , Prague, p.2600-2606. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2017.

CARVALHO, J. L.; RAMOS, J. L.; CASAS, L.; LUENGO, L. Estrutura cognitiva dos alunos e aprendizagem conceptual da Matemática: contributos para o seu conhecimento através da

técnica de Redes Associativas Pathfinder. Educação, Formação & Tecnologias, Portugal, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2010.

JESUS, M. A. S. **As atitudes e o desempenho em operações aritméticas do ponto de vista da aprendizagem significativa**. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Estadual de Campinas, 2005.

KLEIN; M. E. Z. DEL PINO, J. C. O ensino e a aprendizagem de matrizes tendo como fundamentação teórica a teoria da aprendizagem significativa. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review**. v. 7(3), p. 60-81, 2017.

LAWTON, J. T., SAUNDERS, R. A., MUHS, P. Theories of Piaget, Bruner, and Ausubel: Explications and Implications. **The Journal of Genetic Psychology**, 136(1), 121–136. 1980.

LOPES, A. P. C. As transformações do conceito de funções hiperbólicas à luz da teoria da aprendizagem significativa. **HISTEMAT – Revista de História da Educação Matemática**. v. 5, p. 190-214, 2019.

MENEGHETTI, R. C. G.; REDLING, J. P. Tarefas alternativas para o ensino e a aprendizagem de funções: análise de uma intervenção no Ensino Médio. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, p. 193-230, 2012.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria de Física, 2011.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review** – v.1, p. 43-63, 2011. (tradução de Moreira).

_____. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

_____. Negociação de significados e aprendizagem significativa. **Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**. v.1, p 2-13, 2008.

_____. Modelos científicos, modelos mentais, modelagem computacional e modelagem matemática: aspectos epistemológicos e implicações para o ensino, **Revista Brasileira de Ensino de C&T**. v. 7, p. 1-20, 2014.

NUNES, A. I. B. L.; SILVEIRA, P. N. **Psicologia da aprendizagem: processos, teorias e contexto**. Brasília: Liber Livro, 2009.

ROSSO, A. J. **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações** / orgs. por Brandt, C. F.; Burak, D.; Klüber, T. E. 2 ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. 226 p.

POSTAL, R. F.; HAETINGER, C.; DULLIUS, M. M.; SCHOSSLER, D. C. Atividades de modelagem matemática visando-se a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.4, n.1, p.153-173, 2011.

NOGUEIRA, J. S.; RINALDI, C.; FERREIRA, J. M.; PAULO, S. R. Utilização do computador como instrumento de ensino: uma perspectiva de aprendizagem significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, p. 517-522, 2000.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v.5, p. 9-29, 2010.

RIBEIRO, T. N. **O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à física: um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS)**. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Bandeirante de São Paulo, 2015.

RIBEIRO, T. N.; CAMPOS, L. Mapas conceituais como instrumentos efetivos de ensino e avaliação da aprendizagem. Souza, D. N. (org.). **Ensino de Física: do olhar à prática**. São Cristóvão: Editora UFS, 128-141, 2019.

SANTOS, G. G.; RIBEIRO, T. N.; SOUZA, D. N. Aprendizagem significativa sobre polímeros a partir de experimentação e problematização. **Amazônia (UFPA)**, v. 14, p. 141-158, 2018.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem**. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 18, p. 4-16, 2010.

A CONSERVAÇÃO DE ENERGIA MECÂNICA – UMA EXPERIÊNCIA DE ENSINO EM ESTÁGIO SUPERVISIONADO A PARTIR DE UMA AULA DE DEMONSTRAÇÃO INTERATIVA (ADI)

Barbeny de Jesus Santos¹

Lays Bispo Santos²

Maria Verônica Lima Andrade³

Tiago Nery Ribeiro⁴

Resumo: Este artigo apresenta uma estratégia de ensino desenvolvida na disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV, do Departamento de Física Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe, em escolas de ensino médio da região do agreste sergipano. Nessa atividade tivemos como objetivo analisar a aplicação de uma Aula de Demonstração Interativa – ADI sobre o tema conservação de energia mecânica. A metodologia escolhida foi de natureza exploratória descritiva, do tipo qualitativa, tendo como instrumento de pesquisa as respostas das previsões e conclusões das situações de demonstração da ADI dos estudantes participantes. Nossa amostra foi composta por 91 estudantes de três turmas do Colégio Estadual Murilo Braga- Itabaiana e duas turmas do Colégio Estadual José Joaquim Cardoso- Malhador. A partir da análise dos dados, podemos concluir que as aulas possibilitaram um ambiente dinâmico, no qual foi possível discutir em pequenos grupos e no grande grupo, vincular o novo aprendizado a conhecimentos prévios. As ADI se mostraram muito relevantes para assimilação dos conceitos científicos das situações geradas, uma vez que ancoram evidências experimentais convincentes, auxiliando aos estudantes a consolidar o aprendizado, auxiliando-os a uma reflexão crítica sobre o que eles estudaram e o que estava sendo aplicado na estratégia de ensino.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa, ADI, Conservação de energia mecânica, Ensino de física.

Abstract: This article presents a teaching strategy developed in the Supervised Internship discipline in Physics Teaching IV, from the Department of Physics campus Prof. Alberto Carvalho of the Federal University of Sergipe, in high schools in the region of the rural region of Sergipe. In this activity we aimed to analyze the application of an Interactive Lecture Demonstration - ILD on the topic of mechanical energy conservation. As methodology was of exploratory descriptive nature, of qualitative type, having as a research tool the answers to the predictions and conclusions of the demonstration situations of the ILD of the participating students. Our sample consisted of 91 students from three classes at State high school Murilo Braga- Itabaiana and two classes at State high school José Joaquim Cardoso

¹ Barbeny de Jesus Santos é discente do curso de Física licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

²Lays Bispo Santos é discente do curso de Física licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

³Maria Verônica Lima Andrade é discente do curso de Física licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

⁴ Tiago Nery Ribeiro é professor do curso de Física Licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

- Malhador. From the analysis of the data, we can conclude that the classes enabled a dynamic environment, in which it was possible to discuss in small groups and in the large group, to link the new learning to previous knowledge, being very relevant for the assimilation of the scientific concepts of the situations generated, since the convincing experimental evidence is anchored, helping students to consolidate their learning, helping them to critically reflect on what they studied and what was being applied in the teaching strategy.

Keywords: Active learning, ILD, mechanical energy conservation, teaching physics.

INTRODUÇÃO

Ante a realidade das inovações no processo de ensino e aprendizagem, as novas demandas sociais e as alterações nos documentos oficiais curriculares em nosso país, o ensino de Física necessita de estratégias metodológicas alternativas que tenham o potencial de gerar mudanças na sala de aula, proporcionando um ambiente de reflexão e criticidade em seus temas.

Diante disso, vislumbramos um professor que também deve estar em constante formação, uma vez que a escola atual já não é mais a mesma, realidades inseridas as mudanças sociais, políticas e econômicas ocorrem e influenciam o espaço das escolas, assim, o professor deve abordar o conteúdo de forma útil e prática para o estudante.

Ao final da aula, espera-se que o aluno tenha um pensamento crítico sobre o conteúdo, para isso o professor precisa ter a competência e a habilidade a serem trabalhados como consta no PCN-Física:

Esse processo depende, ao contrário, de um movimento contínuo de reflexão, investigação e atuação, necessariamente permeado de diálogo constante. Depende de um movimento permanente, com idas e vindas, através do qual possam ser identificadas as várias dimensões das questões a serem enfrentadas, e constantemente realimentado pelos resultados das ações realizadas. E para isso será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas (...) (BRASIL, 2000, p.14).

A introdução do conhecimento de Física deixa de ser um objetivo em si e passa a ser compreendido como um instrumento para a compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento se transforme em uma ferramenta a mais em sua forma de pensar e agir (BRASIL, 2000).

Nesta perspectiva, partimos do seguinte problema: Como o emprego de uma aula de demonstração interativa (ADI) no conteúdo conservação de energia mecânica pode proporcionar uma aprendizagem significativa?

Com a finalidade de auxiliar no processo de ensino aprendizagem no ensino de física escolhemos a aula de demonstração Interativa (ADI), uma estratégia de aprendizagem ativa, com o objetivo de trabalharmos o tema conservação de energia mecânica e identificarmos indícios de uma aprendizagem que seja significativa para estudantes do 1º ano do ensino médio da educação básica.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aprendizagem ativa é um conjunto de habilidades pedagógicas que se diferencia das metodologias clássicas, onde o estudante deixa de ter o comportamento apenas de receptor de informações passando a ser um instrumento produtivo de seu próprio conhecimento. Mas, é necessário que o professor modifique suas práticas pedagógicas, deixando de ser apenas um transmissor de conhecimento no qual apresenta o conteúdo de forma expositiva, introduzindo uma nova alternativa que gere a interação dos estudantes. Uma alternativa da aprendizagem ativa são as aulas de demonstração interativa-ADI que vem demonstrando ser um instrumento significativo relacionado a conceitos básicos da Física. Para Sokoloff (2007).

Nesta estratégia de aprendizagem, os estudantes são levados a construir seu conhecimento dos conceitos de Física por observação direta do mundo físico. É feito o uso de um ciclo de aprendizagem incluindo previsões (predição ou prognóstico), discussões em pequenos grupos, observações e comparações de resultados observados com as previsões. (SOKOLOFF, 2007, apud SOKOLOFF; THORNTON, 2004).

A Aula de Demonstração Interativa- ADI é uma estratégia de aprendizagem ativa voltada a melhorar a aprendizagem conceitual em aulas expositivas. A ADI apresenta, segundo Sokoloff (SOKOLOFF, 2007), oito passos, que orientam que o professor:

- (1) Descreva a demonstração e faça isso para a turma sem medições exibidas;
- (2) Solicite aos alunos que registrem suas previsões individuais em uma folha de previsão;
- (3) Solicite aos alunos que participem de discussões em pequenos grupos;
- (4) Obtenha as previsões comuns de estudantes de toda a turma;
- (5) Solicite a cada aluno para anotar a previsão final na folha de previsão;
- (6) Realize a demonstração apresentando as medições;
- (7) Solicite aos alunos que descrevam os resultados e discutam no contexto da demonstração. Os alunos podem preencher a folha de resultados.

(8) Caso não alcance as conclusões pretendidas, discuta situações físicas análogas com diferentes recursos, isto é, situação física(s) diferente(s) com base no(s) mesmo(s) conceito (s)).

Esperamos que a utilização desta estratégia venha a enriquecer a aprendizagem uma vez que tem o potencial de dinamizar as ações em sala de aula.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a metodologia dessa pesquisa procuramos realizar uma análise acerca das previsões das questões, que chamamos de demonstração, realizadas antes e após a demonstração numa perspectiva da aula de demonstração interativa, que foi estruturada de forma a abordar o conceito de conservação de energia mecânica.

A metodologia utilizada foi de natureza qualitativa do tipo exploratória descritiva. A experiência foi desenvolvida durante a disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV, do Departamento de Física do campus prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe, sendo aplicada a 91 estudantes de três turmas do Colégio estadual Murilo Braga-Itabaiana e duas turmas do Colégio Estadual José Joaquim Cardoso-Malhador, no segundo semestre de 2018.

A análise dos dados foi realizada a partir das respostas dos estudantes participantes das demonstrações desenvolvidas durante a aplicação da ADI e enfocou principalmente três aspectos: os conhecimentos prévios dos estudantes, de forma a conhecer aspectos importantes para a ancoragem das novas informações; aplicar situações problema, de forma a oportunizar um ambiente cognitivo para uma aprendizagem que seja significativa; e obter dados para identificar indícios de evolução conceitual acerca do tema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aula foi apresentado o experimento transformação de energia, de construção lúdica e de baixo custo. Conforme apresentado na Figura 1, temos uma haste de madeira, a qual na extremidade **A** possui uma polia que, ligada a uma pequena garrafa PET com areia, desliza uma corda que está ligada na extremidade **B** em outra polia. Na extremidade **B** temos um acoplamento direto a um gerador de energia elétrica, que transforma a energia mecânica em energia elétrica, evidenciado no acendimento da lâmpada na base.

Figura 1 – Experimento de transformação de Energia.



Fonte: Os autores (2018).

Seguindo os passos de Sokoloff (2004, 2007) para a aula de demonstração interativa, realizamos as seguintes demonstrações com os seguintes resultados:

Demonstração 1: Observe o experimento, no qual temos um recipiente de massa 0,450 kg que é solto de uma altura de $h=0,8$ m, o que deve ocorrer com o recipiente ao ser solto? Justifique sua resposta indicando porque isso ocorre.

Na Tabela 1 apresentamos as categorias das previsões iniciais dos estudantes referentes a esta pergunta.

Tabela 1 – Previsões iniciais dos alunos para a pergunta da demonstração 1.

Previsão inicial	Quantidade de alunos
Cai por causa do peso e da gravidade	68
Vai cair, e gerar algum tipo de energia	7
Ele entra em movimento gerando energia cinética	3
Ele vai descer em alta velocidade	3
Cai, transformando energia potencial gravitacional em energia cinética	3
Não respondeu	7

Fonte: Os autores (2019).

Dos 91 alunos que realizaram a ADI, podemos notar que 7 não responderam à pergunta, 68 estudantes conseguiram identificar que o corpo cai devido ao peso e à gravidade, fornecendo um conhecimento prévio relacionado à queda dos corpos. Os outros alunos também, identificando que o corpo cai, atribuíram a outras ocorrências, como: geração de energia

cinética e aumento de velocidade na queda. Vale salientar que 3 alunos já tinham a concepção da transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética.

Após a discussão com o colega e em seguida com a turma, identificamos, como previsão final para a demonstração 01, a seguinte categorização na Tabela 2.

Tabela 2 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para a pergunta da demonstração 1.

Previsão Final	Quantidade de alunos
Cai por causa do peso e da gravidade	48
Vai cair, e gerar algum tipo de energia	25
Gera energia cinética	11
Não respondeu	7

Fonte: Os autores (2019).

Podemos observar que, depois de discutir com o colega e a turma, 7 estudantes permaneceram sem responder, 36 alunos identificam que o corpo cai devido ao peso e a gravidade, 25 identificam que o corpo cai e gera algum tipo de energia e 11 alunos afirmam que gera energia cinética. Identificamos uma modificação das respostas acentuado, mostrando a importância do diálogo entre os colegas na formulação de respostas acerca da situação.

Na Tabela 3 estão descritas as categorias de respostas dos alunos referentes a pergunta da demonstração 1 após a realização do experimento.

Tabela 3 – Respostas dos alunos referentes a pergunta da demonstração 1 após realização do experimento.

Resultado	Quantidade de alunos
Cai por causa da gravidade e do peso	42
Vai cair, e gerar algum tipo de energia	36
O objeto vai descer, transformando energia potencial em energia cinética	13

Fonte: Os autores (2019).

Foi possível constatar com esta categorização que observado o funcionamento do experimento 42 alunos continuaram com o conhecimento prévio relacionado a queda dos corpos, 36 alunos identificaram que o corpo cai atribuindo a ocorrência de geração de algum tipo de energia e 13 alunos identificaram que o objeto cai havendo uma transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética.

Demonstração (2): Ao ver o recipiente sendo solto, vamos indicar o ponto de partida como ponto **A** e o de chegada ao solo como ponto **B**. Ver figura 01. Adote $g = 10\text{m/s}^2$.

a) Preveja qual seria a energia potencial (E_p) do recipiente no ponto A?

b) Preveja qual seria a energia potencial (E_p) do recipiente no ponto B?

As categorias das previsões iniciais dos alunos referentes a letra *a*) desta demonstração estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Respostas das previsões iniciais dos estudantes referentes a letra *a*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_p=m.g.h=3,6$ J	58
$E_p=m.g.h=28,789$	1
$E_p = 3,6$ J	17
Não respondeu	15

Fonte: Os autores (2019).

Podemos observar nesta categorização que 15 estudantes não responderam esta alternativa, 17 alunos colocaram o resultado correto, mas não citaram como chegaram ao resultado, 1 estudante utilizou a equação da energia potencial mas houve um problema com a matemática e o resultado não coincidiu com o esperado, e 58 estudantes chegaram ao resultado esperado demonstrando a resolução por meio da equação.

Na Tabela 5 estão apresentadas as categorias das previsões finais dos alunos após discussão com os colegas referente a letra *a*) da pergunta da demonstração 2.

Tabela 5 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para a letra *a*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_p=m.g.h=3,6$ J	65
$E_p=m.g.h=28,789$	1
3,6 J	10
Não respondeu	15

Fonte: Os autores (2019).

Após a discussão com os colegas, mais alunos conseguiram desenvolver o resultado como sendo o produto da massa, gravidade e altura do objeto.

Na Tabela 6 transcrevemos as categorias de respostas dos estudantes referentes a letra *a*) da pergunta da demonstração 2 após a demonstração do funcionamento do experimento.

Tabela 6 – Respostas dos alunos após demonstração do funcionamento do experimento para a letra *a*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_p=m.g.h=3,6$ J	66
3,6 J	15

Não respondeu	10
---------------	----

Fonte: Os autores (2019).

Notamos que, apesar da quantidade de alunos que acertaram o quesito ter crescido significativamente, diante das respostas obtidas na conclusão da demonstração, pudemos identificar certas limitações referentes a resolução matemática do problema. Esse fato exigiu uma maior discussão e mediação do estagiário sobre o tema.

Na Tabela 7 estão apresentadas as categorias das previsões iniciais dos alunos referentes a letra *b*) da demonstração 2.

Tabela 7 – Respostas das previsões iniciais dos estudantes referentes a letra *b*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_{pg}=m.g.h=0$	62
Energia gravitacional ou química	2
$E_{pg} = 0$	22
Não sei	4

Fonte: Os autores (2019).

Podemos observar nesta categorização que 4 estudantes não responderam esta alternativa, 2 alunos saíram do contexto da pergunta, 22 alunos colocaram o resultado correto, mas não citaram como chegaram ao resultado, e 62 estudantes chegaram ao resultado esperado demonstrando a resolução por meio da equação.

Na Tabela 8 estão transcritas as categorias das respostas dos alunos após discussão com os colegas referente a letra *b*) da demonstração 2.

Tabela 8 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para a letra *b*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_{pg}=m.g.h=0$	71
Energia gravitacional ou química	2
$E_{pg} = 0$	13
Não sei	4

Fonte: Os autores (2019).

Podemos notar um importante avanço na quantidade de alunos que já conseguiram visualizar a situação.

Na Tabela 9 expomos as categorias de respostas dos estudantes referentes a letra *b*) da pergunta da demonstração 2 após a exposição do funcionamento do experimento.

Tabela 9 – Respostas dos alunos após demonstração do funcionamento do experimento para a letra *b*) da pergunta da demonstração 2.

Resultado	Quantidade de alunos
$E_{pg}=m.g.h=0$	82
A altura irá diminuir.	4
Não sei	5

Fonte: Os autores (2019).

Notamos nesta categorização que o número de alunos que responderam corretamente ao quesito aumentou satisfatoriamente, acreditamos que a evolução da ADI facilita aos alunos discutirem os conceitos a partir dos anteriores verificados.

Demonstração (3): Ao soltar o recipiente, que como observamos está preso por uma corda, há transformação de energia. A energia que inicialmente era energia potencial está se transformando em qual tipo de energia transmitida pela corda ao eixo do gerador? Justifique a sua resposta”.

As categorias das previsões iniciais dos estudantes referentes à demonstração 3 estão indicadas na tabela 10.

Tabela 10 - Respostas das previsões iniciais dos estudantes referentes a demonstração 3.

Resultado	Quantidade de alunos
Energia cinética, pois, há movimento	86
Gravitacional	3
Não sei	2

Fonte: Os autores (2019).

Podemos perceber nesta categorização que 86 alunos indicaram o resultado correto, e que eles conseguiram associar a energia cinética com movimento. Isso reafirma o que notamos na situação anterior, a interação que existe entre o aluno-experimentação, aluno-professor e aluno-aluno tem o potencial de facilitar a assimilação de conceitos a eles associados.

Na tabela 11 apresentamos as categorias das respostas dos alunos após discussão com os colegas referente a demonstração 3.

Tabela 11 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para demonstração 3.

Resultado	Quantidade de alunos
Energia cinética, pois, há movimento	90
Não sei	1

Fonte: Os autores (2019).

Percebe-se que depois do discurso alguns alunos mudaram de opinião, reconhecendo que houve uma transformação de energia potencial em cinética e apenas 1 estudante não respondeu.

Na tabela 12 expomos as categorias de respostas dos estudantes referente demonstração 3 após a demonstração do funcionamento do experimento.

Tabela 12 – Respostas dos alunos após demonstração do funcionamento do experimento para demonstração 3.

Resultado	Quantidade de alunos
Energia cinética, pois, há movimento	91

Fonte: Os autores (2019).

Depois de visto o funcionamento do experimento, todos os estudantes perceberam que o recipiente entrava em movimento quando era solto, logo se tratava de uma transformação em energia cinética.

Demonstração (4): A partir da transformação da energia potencial em energia cinética, evidenciada pelo movimento do eixo do gerador de energia elétrica. Levando-se em conta que a demonstração é ideal, ou seja, o sistema é conservativo e o fio é inextensível, você seria capaz de prever o valor da energia cinética nos pontos A e B, vistos na figura 01? Justifique a sua resposta”.

Na tabela 13 estão apresentadas as categorias das previsões iniciais dos estudantes referentes a demonstração 4.

Tabela 13 – Previsões iniciais dos estudantes referentes a demonstração 4.

Resultado	Quantidade de alunos
Não colocou os valores de A e B especificadamente	18
A=0 e B= não sei	6
Troca os valores com relação a E_p . A=0 e B=3,6J	29
Do ponto A para o b, a energia é criada	3
Sim. A=0, pois não está em movimento e B=0, pois entrará em repouso.	9
Não sei	24
Não. Porque a energia é artificial.	2

Fonte: Os autores (2019).

Nessa demonstração 4, as previsões iniciais de 38 alunos foram assinaladas corretamente, com 29 alunos justificando adequadamente. 48 estudantes não souberam responder e, dentre eles, 18 colocaram valores, mas não especificaram os valores das posições **A** e **B** e 6 apenas colocaram o valor de **A**.

Na tabela 14 mostramos as categorias das respostas dos alunos após discussão com os colegas referente a demonstração 4.

Tabela 14 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para demonstração 4.

Resultado	Quantidade de alunos
Não colocou os valores de A e B especificadamente	18
A=0 e B= não sei	6
Troca os valores com relação a E_p . A=0 e B=3,6J	29
Do ponto A para o B, a energia é criada	3
Sim. A=0, pois não está em movimento e B=0, pois entrará em repouso.	9
Não sei	24
Não. Porque a energia é artificial.	2

Fonte: Os autores (2019).

Depois de terem discutido com os colegas, os estudantes não mudaram suas opiniões, continuaram com as mesmas respostas da previsão inicial.

Na tabela 15 estão informadas as categorias de respostas dos estudantes referente demonstração 4 após a demonstração do funcionamento do experimento.

Tabela 15 – Respostas dos alunos após demonstração do funcionamento do experimento para demonstração 4.

Resultado	Quantidade de alunos
Não colocou os valores de A e B especificadamente	12
A=0 e B= não sei	7
Do ponto A para o b, a energia é criada	3
Como temos um sistema conservativo, Ponto A= 0 e Ponto B= 3,6 J	69

Fonte: Os autores (2019).

Foi possível notar com esta categorização que depois de observado o funcionamento do experimento, 69 alunos já conseguiram perceber que se tratava de um sistema conservativo e escreveram corretamente os valores, 7 estudantes falaram que não sabiam, mesmo depois da demonstração do experimento, e dos 18 estudantes que não sabiam identificar os valores, apenas 12 colocaram essa resposta, e 3 estudantes indicaram respostas equivocadas.

Notamos na demonstração 4 que os alunos têm dificuldades em apresentar as suas ideias na abstração que existe entre a relação entre o ideal e real na situação. Por isso, nesse momento, a insegurança daqueles que responderam corretamente influenciou no processo, gerando,

possivelmente, uma recusa em modificar a previsão inicial estabelecida. Evidente que, a situação experimental recorria a uma situação ideal, na qual haveria conservação de energia mecânica, algo que eles não conseguem observar na prática pelo experimento, pois somente conseguiram assimilar após a intervenção do estagiário. Por isso, tivemos que acrescentar uma outra demonstração, que inicialmente não estava prevista, para discutirmos as perdas de energia que havia no sistema.

Demonstração 5: Considerando uma situação de demonstração real, você acredita que esse sistema é conservativo? Justifique sua resposta.

Na tabela 16 estão descritas as categorias das previsões iniciais dos estudantes referentes a demonstração 5.

Tabela 16 – Respostas inicial dos estudantes referente demonstração 4.

Resultado	Quantidade de alunos
Não sei	18
Não. Pois haverá perda de energia.	27
Sim, pois não há perda de energia	27
Não, pois não perde energia	13
Não, pois há várias forças envolvidas.	3
Não. Porque a energia é artificial.	2

Fonte: Os autores (2019).

Identificamos 18 estudantes que nada responderam, 45 estudantes responderam que não era um sistema conservativo e dentre eles 27 justificaram que era devido à perda energia, e 27 estudantes citaram que era um sistema conservativo.

A tabela 17 refere-se as categorias das respostas dos alunos após discussão com os colegas referente a demonstração 5.

Tabela 17 – Respostas dos alunos após discussão com os colegas para demonstração 5.

Resultado	Quantidade de alunos
Não sei	15
Sim, pois há a perda de energia	1
Não. Pois haverá perca de energia.	40
Sim, pois não há perda de energia	29
Não, pois não perde energia	3
Não, pois há forças dissipativas	3

Fonte: Os autores (2019).

Notamos que após a discussão os estudantes já apresentaram indícios de entender que conservativo se referia a não perder energia. Do total de estudantes, 43 responderam corretamente dizendo que não, devido à perda de energia e a presença de forças dissipativas.

Houve uma diminuição de estudantes que não apresentaram resposta ou que informaram respostas incorretas.

Na tabela 18 estão indicadas as categorias de respostas dos estudantes referentes à demonstração 5 após a demonstração do funcionamento do experimento.

Tabela 18 – Respostas dos alunos após demonstração do funcionamento do experimento para demonstração 5.

Resultado	Quantidade de alunos
Não sei	15
Sim, pois há a perda de energia	2
Não. Pois haverá perda de energia.	44
Não, pois não perde energia	2
Não, pois há forças dissipativas	28

Fonte: Os autores (2019).

É notório observar como a demonstração do experimento faz uma diferença nas respostas, 72 estudantes já conseguiam associar que uma situação real não se trata de um sistema conservativo pois há perda de energia no sistema. E os mesmos estudantes que não haviam respondido antes da demonstração do experimento continuaram sem responder. Apenas 4 alunos responderam incorretamente, 2 responderam que sim, mas justificaram corretamente, ou seja, sabe que há perdas de energia num sistema real, mas não conseguem associar ao conceito.

Dessa forma, identificamos nas atividades descritas neste trabalho que a aula de demonstração interativa tem o potencial de favorecer a discussão de um conceito científico a partir da situação real, aquilo que está sendo diretamente observável, vivido pelo aluno no seu cotidiano, possibilitando que, aquilo que está sendo aprendido, seja ancorado na experiência do aluno, no conhecimento prévio dele, a partir de suas previsões. Por isso, acreditamos no potencial das previsões realizadas pelos alunos e nas discussões geradas a partir das ideias deles, tendo o potencial de permitir o real entendimento sobre os conceitos a partir da interação da experiência cotidiana do indivíduo e a constatação da experiência da física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que uma das dificuldades dos estudantes em aprender sobre física esteja associada com a forma como o conteúdo da disciplina Física é trabalhado em sala de aula na maioria das escolas básicas, podemos concluir que o objetivo da ADI foi alcançado, visto que os estudantes mudavam suas previsões, interagindo de forma ativa e buscando uma resposta

científica a partir dos passos da aula de demonstração interativa. As aulas de Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV tiveram o potencial de propiciar um ambiente de interação entre aluno-aluno e aluno-professor, levando-os a manifestar suas ideias estabelecendo uma aproximação ciência física e o seu cotidiano.

A partir da análise dos dados discutidos, concluímos que a utilização da estratégia de ensino ADI, a partir de um experimento que abordava o conteúdo da aula, conservação de energia mecânica, foi bastante válida, pois fez com que os estudantes tivessem uma participação ativa durante toda a sua aplicação. A aula de demonstração interativa possibilitou um ambiente dinâmico, em que foi possível discutir em pequenos grupos e no grande grupo, vincular o novo aprendizado a conhecimentos prévios, sendo muito relevante para assimilação dos conceitos científicos das situações geradas, uma vez que está ancorada as evidências experimentais convincentes, auxiliando aos estudantes a consolidar o aprendizado.

As aulas durante o Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV contribui para que nós, futuros professores, e os professores das turmas participantes, refletissem sobre a própria prática, o que representa uma contribuição valiosa para a aprendizagem e desenvolvimento profissional do professor. Ao mesmo tempo, também nos mostrou que podem existir dificuldades para a sua implementação, como: formação para utilização da ADI adequadamente, elaboração de experimentos e situações demonstrativas e tempo de sala de aula para a sua utilização.

Vale salientar que foi necessário a realização de algumas alterações nas situações demonstrativas durante a utilização da ADI em sala de aula, principalmente referente ao enfrentamento entre situação ideal, visto no livro didático, e a situação real vivenciado na demonstração. Em nossa concepção, essas alterações no roteiro não causaram prejuízos a ação pedagógica em sala de aula, ao contrário, a aula por demonstração interativa deve ter sim um caráter flexível de uma atividade experimental, possibilitando que o estudante tenha a possibilidade de construir o seu conhecimento.

Por fim, podemos concluir que a aula de demonstração interativa, a partir da nossa experiência em estágio supervisionado, foi um recurso pedagógico satisfatório, mas também nos mostrou que não é auto suficiente, pois não basta apresentar o aparato experimental funcionando, sendo indispensável a participação do professor em vários momentos, como um assegurador do conhecimento científico, alguém que, conhecendo o conhecimento físico abstrato, pode relacioná-lo com o concreto.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN +)**. Física. Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 2000.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.
- RIBEIRO, T. N., & SOUZA, D. D. **A Utilização do Software Geogebra como Ferramenta Pedagógica na Construção de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)**. Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática (1), 36-51. 2016.
- SOKOLOFF, David R. e THROTON, Ronald K., **Real Time Physics and Interactive Lecture Demonstrations**, Jhon Wiley & Sons inc., 2004.
- SOKOLOFF, David R., **Aprendizagem Ativa**. Texto apresentado no Encontro Latinoamericano sobre Aprendizagem Ativa em Óptica e Fotônica (Latin American Workshop on Active Learning in Optics and Photonics), ALOP, promovida pela UNESCO. Realizado em São Paulo, na Faculdade de Educação da USP (FEUSP), 2007.

INTERAÇÕES NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM COM USO DE INTERFACES INTERATIVAS NO CURSO DE QUÍMICA

Bruno Meneses Rodrigues¹

Carlos Alberto Vasconcelos²

Resumo: O objetivo deste estudo é compreender como ocorrem os processos de interações entre professores, tutores e alunos com o uso de interfaces interativas no curso de licenciatura em química na modalidade educação a distância. Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa e estudo de caso. Apresentamos aqui, as concepções de dez alunos que participaram da pesquisa. Os dados foram coletados por meio de questionário e interpretados posteriormente com base na análise de conteúdo. Os resultados desta pesquisa evidenciam que os alunos anseiam por uma relação mais próxima com professores e tutores e *feedback* constante onde a comunicação contribua para sua aprendizagem; apesar de algumas limitações, ocorre interação entre os alunos com professores e tutores por meio das interfaces interativas e que estas vão ao encontro dos fundamentos da interatividade propostos por Silva (2012) e da interação mútua, segundo Primo (2011), onde cada sujeito exerce um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chaves: Interação e interatividade. Interfaces interativas. Educação a distância.

INTERACTIONS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS WITH USE OF INTERACTIVE INTERFACES IN CHEMISTRY COURSE

Abstract: The aim of this study is to understand how the processes of interactions between teachers, tutors and students occur with the use of interactive interfaces in the distance learning chemistry course. It is a research with qualitative approach and case study. We present here the conceptions of ten students who participated in the research. Data were collected through a questionnaire and later interpreted based on content analysis. The results of this research show that students yearn for a closer relationship with teachers and tutors and constant feedback where communication contributes to their learning; Despite some limitations, there is interaction between students with teachers and tutors through interactive interfaces and these meet the fundamentals of interactivity proposed by Silva (2012) and mutual interaction, according to Primo (2011), where each subject exercises a significant role in the teaching-learning process.

Keywords: Interaction and interactivity. Interactive interfaces. Distance education.

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática e Licenciado em Química pela Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: drbrunomr@hotmail.com.

² Professor Doutor nos Programas de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática e Educação da Universidade Federal de Sergipe (UFS). E-mail: geopedagogia@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo, assistimos ao surgimento de uma forma de organização econômica, social, política e cultural que comporta novas maneiras de trabalhar, comunicar-se, relacionar-se, aprender e pensar (COLL; MONEREO, 2010). Este processo de transformação da sociedade está associado à emergência de um paradigma tecnológico, baseado nas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), especialmente na internet, que começaram a tomar forma nos anos 1960 e se difundiram por todo o mundo (CASTELLS, 2005).

Nesse contexto, Castells (2005, p. 20) utiliza a expressão sociedade em rede para se referir a uma estrutura social baseada em redes operadas por TIC “fundamentadas na microeletrônica e em redes digitais de computadores que geram, processam e distribuem informação a partir de conhecimento acumulado nos nós dessas redes”. A rede para o autor é como um sistema de nós interligados, onde os nós são os pontos onde a curva, ou seja, a estrutura que constitui a rede se intersecta a si própria.

O que dá ênfase a sociedade em rede é a capacidade de fazer emergir diferentes formas de organização social, onde as pessoas integram as tecnologias na sua vida. No cenário atual, essa forma social pode ser definida como a cibercultura – a cultura contemporânea, que associadas às tecnologias digitais em rede, cria uma nova relação entre técnica e vida social (SANTOS; SANTOS, 2012).

Cada tecnologia mais recente não substitui à anterior, mas sim, integra-se a ela. Assim, na contemporaneidade, concebe-se a internet como a grande rede na qual os processos comunicacionais e informacionais convergem para múltiplas intervenções de quem as utiliza.

No âmbito da Educação a Distância (EaD), as práticas educativas desta modalidade, vão ao encontro de uma comunicação interativa, onde emerge uma pluralidade de interfaces de comunicação síncrona e assíncrona em múltiplas mídias, que veiculam a mensagem expressada através de diferentes linguagens (sons, imagens, gráficos, vídeos, textos, etc.).

Essa comunicação é cada vez mais intensificada com o uso de diferentes interfaces interativas, compreendidas aqui como meios que possibilitam a comunicação entre duas ou mais pessoas mediante algum tipo de TIC (VASCONCELOS, 2017). Destacamos dentre estas: fórum de discussão, e-mail, *whatsApp*, chat, youtube, lista de discussão, laboratório virtual, simulador *online*, blog, Facebook e ambiente virtual de aprendizagem (AVA).

Na EaD, os processos comunicacionais que se processam mediante estas interfaces

interativas são essenciais, uma vez que nesta modalidade de educação, a mediação didático-pedagógica ocorre com a utilização das TIC.

Nesta ótica, considerando os elementos do sistema de comunicação, emissor e receptor devem participar mutuamente do processo. A mensagem transmitida deve ser aberta e flexível e as relações que se estabelecem entre os sujeitos, sejam eles, professores, tutores ou alunos, devem prezar pelo diálogo e pela ação colaborativa, oportunizando a construção conjunta do conhecimento.

O uso das interfaces interativas deve estar apoiado em uma filosofia de aprendizagem que proporcione aos estudantes interagir com professores, tutores e também com outros estudantes, no processo de ensino-aprendizagem, e desta forma, os princípios da interação e da interatividade são fundamentais e devem ser garantidos no uso de qualquer meio tecnológico disponibilizado em um curso a distância (BRASIL, 2007).

Segundo Tori (2010), interação designa ação entre duas ou mais pessoas, ação compartilhada, com trocas e experiências recíprocas, enquanto a interatividade envolve a presença de algum tipo de tecnologia, mais precisamente as propiciadas pela *web*, que possibilite aos indivíduos se comunicarem, interagirem.

Assim, consideramos principalmente com base nos estudos de Primo (2011) e Silva (2012), interação e interatividade como conceitos que convergem para comunicação, que envolvem a participação de pessoas em um processo colaborativo, e que encontram na internet e na *web 2.0* um amplo canal comunicativo por meio do uso de interfaces disponíveis na rede. Diante disso, buscamos com este estudo, compreender como ocorrem os processos de interações entre professores, tutores e alunos com o uso das interfaces interativas no curso de licenciatura em química, na modalidade EaD.

Os resultados apresentados são parte de uma pesquisa de mestrado desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática de uma universidade pública da região Nordeste, que teve como objetivo geral, investigar como o uso de interfaces interativas pode contribuir no processo de ensino-aprendizagem. No contexto global, a pesquisa envolveu dez alunos, três professores e dois tutores. Contudo, no presente trabalho, apresentamos apenas as concepções dos alunos no tocante ao objetivo proposto.

DA MODALIDADE COMUNICACIONAL UNIDIRECIONAL À INTERATIVA

Sabemos que na cibercultura, as práticas comunicacionais de ensino-aprendizagem na

EaD, transitaram do modelo unidirecional das mídias de massa (rádio, TV, impresso, etc.), para um modelo multidirecional, em que o computador conectado à rede, abre novas possibilidades de navegação e representação, renovando a relação do sujeito com a imagem, com o texto, o som e o conhecimento (SILVA, 2008).

Neste cenário sociotécnico, a lógica da transmissão em massa perde sua força, e ganha nova forma a partir das transformações do social e do tecnológico imbricados (SILVA, 2008). No social, “há um novo espectador, menos passivo diante da mensagem mais aberta a sua intervenção” (SILVA, 2010, p. 45), que migra da tela da TV para o computador conectado à internet, “evita acompanhar argumentos lineares que não permitem a sua interferência e lida facilmente com ambientes midiáticos que dependem do seu gesto instaurador que cria e alimenta a sua experiência comunicacional” (SILVA, 2008, p. 70). Já no tecnológico,

o computador conectado à Internet permite ao interagente criação e controle dos processos de informação e comunicação mediante ferramentas e interfaces de gestão. Diferindo profundamente da TV, enquanto máquina restritiva e centralizadora, porque baseada na transmissão de informações elaboradas por um centro de produção (sistema broadcast), o computador *online* apresenta-se como sistema aberto aos interagentes permitindo autoria e cocriação na troca de informações e na construção do conhecimento. Nesse cenário sociotécnico ocorre a transição da lógica informacional baseada no modelo “um-todos” (transmissão) para a lógica comunicacional segundo a dinâmica “todos- todos” (interatividade); (SILVA, 2008, p. 70, grifo nosso).

Diante disso, é possível distinguir entre a modalidade comunicacional unidirecional e a modalidade comunicacional interativa, ou seja, multidirecional, conforme apresentada por Silva (2012). Sempre que necessário, nos reportaremos ao trinômio emissor-mensagem- receptor como sendo, professor/tutor-conteúdo-aluno, fazendo referência as práticas integrantes da EaD.

Na modalidade unidirecional, a mensagem é fechada, linear e sequencial, o emissor age como um contador de histórias, que atrai o receptor para seu universo imaginário, e este, por sua vez, é um ser que assimila a informação de forma passiva. Na modalidade interativa, a mensagem é aberta, modificável conforme as solicitações daquele que a manipula, o emissor constrói uma rede de comunicação, definindo um território a ser explorado, aberto a interferências e modificações, e o receptor tem liberdade para manipular a mensagem, como coautor, cocriador (SILVA, 2012).

É possível perceber a partir dessa diferença que na perspectiva da interatividade, o emissor passa a oferecer mensagem com um leque de elementos e possibilidades para manipulação do receptor. A mensagem torna-se aberta e modificável na medida em que

responde às solicitações de quem a consulta, e o receptor é convidado a cocriação, a intervir na mensagem, dando sentido a ela.

No contexto educacional, a abertura da mensagem (conteúdo) conforme os interesses de quem a opera, torna os usuários (sejam professores, tutores e alunos) mais atuantes no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Garcia (2010, p. 157), na modalidade interativa “o processo de comunicar não se resume ao ato de transmitir e distribuir informações, ele disponibiliza ambientes que fomentam no usuário-aprendiz a possibilidade de intervenção, participação e construção coletiva”.

Ainda conforme a autora:

No cenário educacional, o aprendiz não tolera mais um ensino que seja transmitido, distribuído e não manipulável – características específicas de algumas abordagens de educação. Com o avanço tecnológico digital e os ambientes interativos de comunicação, o aprendiz quer opinar, discutir, refletir sobre as ideias e as experiências de forma coletiva e participativa, seja na educação presencial seja na educação a distância (GARCIA, 2010, p. 158)

Nesta perspectiva, cada vez mais, as pessoas se utilizam das potencialidades oferecidas pela internet e pela web para produzir e compartilhar informações e conteúdos seja por meio de vídeos, imagens, blogs ou desenvolvendo softwares.

Para Silva (2008, p. 70) o computador *online* não é um simples meio de transmissão de informação como a TV, mas sim um “espaço de adentramento e manipulação em janelas móveis, plásticas e abertas a múltiplas conexões entre conteúdos e interagentes geograficamente dispersos”. Estas possibilidades se devem em grande parte a incorporação do hipertexto ao computador, que congrega muitos recursos provenientes de diferentes mídias, tais como,

[...] palavras, páginas, imagens, animações, gráficos, sons, clipes de vídeo, etc., cuja exploração favorece uma leitura (exploração ou navegação) não linear baseada em indexações, conexões entre ideias e conceitos articulados por meio de links (nós e ligações). Dessa forma, ao clicar sobre uma palavra, imagem, frase ou outro objeto definido como nó de um hipertexto, encontra-se uma nova situação, um novo evento ou outros textos relacionados (ALMEIDA, 2011, p. 207, grifo nosso).

Desta forma, os interagentes tem a sua disposição uma gama de possibilidades de interação, mais ainda, possibilidades de compartilhar novos conhecimentos, valores, hábitos, etc. Todos esses aspectos convergem para interatividade, que de acordo com Silva (2012),

demanda mais e mais interação, uma hiperinteração, bidirecionalidade (fusão emissão-recepção), participação e intervenção.

Para tratar dos fundamentos da interatividade, Silva (2010, 2012) destaca em suas reflexões três binômios que podem ser encontrados em sua complexidade na disposição da mídia *online*. São eles: participação-intervenção; bidirecionalidade-hibridação; potencialidade-permutabilidade.

Na participação-intervenção, a modificação no esquema clássico da lógica da distribuição da informação para a lógica da comunicação interativa altera os papéis de emissor e receptor mediante a mensagem manipulável. O emissor muda de papel, passa a construir um sistema e não apenas emitir uma mensagem. Esta por sua vez, muda de natureza, ou seja, de rígida torna-se flexível e o receptor muda de status, passa também a intervir e até mesmo criando-a. Participar não é apenas responder “sim” ou “não” ou escolher uma opção dada, significa também modificar, interferir na mensagem (SILVA, 2010, 2012).

A própria vivência cotidiana, marcada pela presença das tecnologias interativas, redefine a ambiência comunicacional na contemporaneidade. A abertura da distribuição da informação possibilita que as relações entre as pessoas, por exemplo, das relações entre alunos ou entre tutores e alunos, sejam estabelecidas de maneira recíproca, fazendo uso de interfaces de comunicação síncronas e assíncronas durante o processo que participam.

No caso da EaD, onde se espera um perfil de aluno atuante no seu processo de aprendizagem, o uso do fórum de discussão por exemplo, cria um espaço profícuo para efetivar a participação-intervenção. Os participantes podem trocar opiniões, debater, expressar seus diferentes pontos de vista sobre determinado tema proposto. Professores e tutores podem iniciar um debate sobre algum tema específico, mas os alunos tem a possibilidade de provocar novos debates, criando uma rede colaborativa de troca de experiências e conhecimento.

A bidirecionalidade-hibridação é o que fundamenta o trabalho de coautoria, característica da lógica comunicacional interativa. “A comunicação é produção conjunta da emissão e da recepção, é cocriação, os dois polos codificam e decodificam” (SILVA, 2010, p. 43), ou seja, o emissor é potencialmente um receptor e o receptor é potencialmente um emissor.

Este binômio caracteriza a possibilidade de várias pessoas se comunicarem ao mesmo tempo. Em um ambiente de ensino-aprendizagem, o conteúdo (mensagem) pode ser manipulado tanto por professores e tutores, quanto por alunos, que entrelaçam os papéis de emissores e receptores da informação. O termo hibridação, usado por Silva (2010), dimensiona o caráter de fusão, de ação conjunta, envolvida no processo de coautoria.

Podemos citar o uso do chat como espaço propiciador de cocriação na prática educativa. Como espaço de bate-papo *online*, o dinamismo conferido a esta interface de comunicação síncrona, favorece a integração, sentimento de pertença, pois o retorno instantâneo da mensagem estimula o trabalho conjunto entre os sujeitos que interagem.

No que se refere a potencialidade-permutabilidade, Silva (2010, 2012) considera que este fundamento da interatividade, permite a liberdade de trocas, de múltiplas redes articulatórias de conexões na comunicação. Enquanto a potencialidade sugere a produção de caminhos possíveis, a permutabilidade aponta para as possibilidades de combinação, de troca.

As diferentes interfaces interativas viabilizadas pela internet, a exemplo de *e-mail*, fórum, *youtube*, *whatsApp* etc., oportunizam expressar o diálogo, compartilhar informações e opiniões, participar, criar, se envolver nas questões que permeiam a ação educativa. Para Silva (2008, p. 71), essas interfaces são como espaços de encontros, “capazes de ensinar a construção coletiva da comunicação e do conhecimento na internet”.

Na cibercultura, os sujeitos que participam do processo de ensino-aprendizagem tendem a interatividade, e devem explorar as potencialidades do hipertexto e aproveitar as múltiplas redes de conexões para potencializar a comunicação no ambiente *online*.

Ressaltamos que interatividade não é um simples conceito de informática, mas sim de comunicação. É a comunicação que constitui a essência dos processos ditos interativos, seja entre humanos ou mediados por alguma tecnologia, tendo como condições básicas para sua efetivação, o diálogo e intervenção dos participantes. A internet provocou uma verdadeira mudança de paradigma nos processos comunicacionais, que encontram no hipertexto, um caminho para integração das interfaces já disponíveis na rede.

O outro viés que dá embasamento às discussões sobre interação e interatividade e que também norteia os debates sobre as interações entre os sujeitos na EaD, é a ideia de interação mútua e interação reativa proposta por Primo (2011).

Para o referido autor, o que importa é o que se passa entre os participantes – os interagentes – durante suas ações mediadas por computador, e não somente a relação do homem com a máquina que para ele nunca é de um diálogo, como ocorre entre os seres humanos (PRIMO, 2011).

A partir de uma abordagem sistêmico-relacional³, Primo (2011, p. 57) enfatiza que na

³ Nesta abordagem, o sujeito deixa de ser a unidade de análise, ou seja, na interação construída relacionalmente não faz sentido observar uma ação como expressão individual ou como mensagem transmitida. A ação deve ser valorizada no contexto global do sistema (PRIMO, 2011).

interação mútua, “os interagentes transformam-se mutuamente durante o processo e o relacionamento que emerge entre eles vai sendo recriado a cada intercâmbio”. Neste processo o relacionamento é negociado durante a interação. Por outro lado, as interações reativas “são limitadas por certas determinações e, se a mesma fosse retomada uma segunda vez (mesmo que por outro interagente), o efeito seria o mesmo” (PRIMO, 2011, p. 57).

Para Machado Jr. (2008), a interação mútua de Primo (2011) vai ao encontro da interatividade, discutida por Silva (2012) ao contemplar fundamentalmente a participação e a intervenção dos sujeitos envolvidos no processo. Segundo ele, “a relação é desenvolvida sem previsibilidade. Os entes participantes do processo promovem influências mútuas, e cada ação é estabelecida em função das influências anteriores” (MACHADO, JR., 2008, p. 55). E ainda, “as ações de comunicação enfatizam a construção do conhecimento pelos interagentes com um fluxo dinâmico, não linear e não programado” (Ibid. p. 54).

Em contrapartida, a interação reativa apresenta características restritivas, convergindo para o antigo sistema de comunicação unidirecional, fechado ao contexto, onde um participante é ativo e o outro é passivo. Não há negociação durante o processo.

Primo (2000) reconhece ainda um cenário no qual a comunicação pode se dar através de múltiplos canais, sendo possível ocorrer interação mútua e reativa simultaneamente – uma multi-interação. Como exemplo, cita a interação com outra pessoa, que pode ocorrer por meio da fala, gestos, perfumes etc. E, a interação que se dá em meio ao contexto e intrapessoalmente, a exemplo de um chat, onde “ao mesmo tempo em que se conversa com outra pessoa, também se interage com a interface software e também com o mouse, com o teclado” (PRIMO, 2000, p. 90).

Com base nessas discussões generalizadas, discorreremos a seguir sobre as interações que ocorrem entre os sujeitos, especificamente na EaD.

INTERAÇÕES ENTRE SUJEITOS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

A interação entre os sujeitos na EaD, sempre foi uma preocupação, desde os tempos em que esta modalidade se baseava no envio por correio das atividades escritas que eram avaliadas e comentadas pelos professores e posteriormente devolvidas aos alunos (RIBEIRO; OLIVEIRA; MILL, 2010).

Semeando as ideias de Moore (1989), que aborda as relações entre alunos, professores e conteúdos em EaD, por meio de três tipos de interação: aluno-professor, aluno-aluno e aluno-

conteúdo, Anderson (2003), Valente e Mattar (2007), Machado Jr. (2008), Mattar (2012), entre outros, discorrem sobre os tipos de interação comumente encontrados.

Na interação aluno-professor, compreenda-se também como aluno-tutor, a interação síncrona ou assíncrona entre os sujeitos por meio de texto, áudio e vídeo, por exemplo, deve favorecer a aprendizagem. Neste processo, é fundamental que o professor forneça motivação e *feedback* aos alunos, auxiliando-os no seu aprendizado.

Mattar (2012) ressalta a importância do *feedback* para a interação, pois sem isto não se concretizaria a interatividade, concebida como uma espécie de ciclo de interações entre aluno e professor, onde a mensagem parte de um emissor para o receptor e vice-versa.

O retorno ao aluno é condição necessária para a interação na EaD e sua demora por parte dos professores reflete negativamente na aprendizagem, pois os alunos podem perder o interesse em ler o que o professor escreveu. Todos os que emitem uma mensagem sentem a necessidade de receber um *feedback* quer seja acerca dos aspectos positivos, quer seja da necessidade de melhorias e com isso, o aluno tem a percepção de que o professor está acompanhando seu desenvolvimento (MATTAR, 2012; VASCONCELOS, 2017).

A interação aluno-aluno que também pode ocorrer síncrona e assincronamente está voltada para o aprendizado colaborativo e cooperativo, que envolve o aspecto social da educação. Este tipo de interação gera motivação e atenção entre os alunos que aguardam o *feedback* dos colegas bem como desenvolve a capacidade de trabalhar em equipe, criando um sentimento de pertencimento a uma comunidade e diminuindo a sensação de isolamento da aprendizagem a distância (ANDERSON, 2003; MATTAR; CZESZAK, 2015).

Segundo Mattar (2012, p. 42) os alunos podem interagir entre si de diversas maneiras: “grupos de discussão, apresentações dos próprios alunos, relatórios sobre trabalhos em desenvolvimento, que podem ser comentados e avaliados por outros alunos, estudo e trabalhos desenvolvidos em grupo, entre outras estratégias”. O autor ressalta o papel que o professor tem na organização e sustentação desse tipo de interação que deve levar em consideração o tamanho dos grupos, objetivos, responsabilidades, etc.

A interação aluno-conteúdo sempre esteve presente na educação formal. Na educação presencial por meio do estudo de textos ou outras formas de pesquisa em biblioteca e na EaD, precisamente com o uso internet no estudo por textos e recursos eletrônicos (ANDERSON, 2003).

Com as TIC, sobretudo a internet, é possível desenvolver conteúdo de variadas formas: som, texto, imagens, vídeo e realidade virtual. O aluno por sua vez, pode interagir com o

conteúdo: navegando e explorando, selecionando, construindo, respondendo, enfim, uma gama de possibilidades oportunizadas pelo infinito caminho do hipertexto (MATTAR, 2012, MACHADO JR., 2008).

Neste tipo de interação, Machado Jr. (2008) alerta para as fundamentações pedagógicas e estratégias didáticas adotadas pelo professor, pois, na EaD, onde o aluno estuda parte do tempo através do AVA, a interação com o conteúdo requer a participação ativa na busca de informação, na imersão com o material que está servindo como apoio para aprendizagem.

Convém destacar a interação aluno-interface, que se justifica pelo desenvolvimento das tecnologias na mediação em EaD. Para Martins (2017), é possível estabelecer uma relação pedagógica entre aluno e professor sem contato sensorial imediato, porém, que contribua significativamente para o processo de produção do conhecimento. Para isso, “basta utilizar dos meios tecnológicos que possibilitem a presença na ausência” (MARTINS, 2017, p. 44).

Neste sentido, concordamos com Mattar (2012) que o design educacional assume uma função estratégica ao planejar ambientes que viabilizem a aquisição das habilidades necessárias para os alunos participarem adequadamente de cursos a distância. São muitas as interfaces utilizadas em EaD, desde um e-mail, a imersão no ambiente virtual Second Life (ambiente virtual tridimensional que simula aspectos da vida real e social do ser humano) e aspectos como usabilidade, funcionalidade, comunicação e estética influenciam na interação e logo, na aprendizagem.

Tendo em vista a discussão sobre as interações na EaD, sabemos que hoje em dia, é praticamente impensável concebê-las sem a utilização das interfaces interativas. Muitas dessas que estão disponíveis na web, tem potencial de ensino-aprendizagem e professores, tutores e alunos devem se apropriar do seu uso, visando a construção social do conhecimento em um processo de coprodução.

TRILHANDO A PESQUISA

O referido texto advém de pesquisa que se constitui essencialmente sob o ponto de vista da abordagem do problema como uma pesquisa qualitativa com viés em estudo de caso.

Adotamos este tipo de abordagem por querer compreender o que se passa durante o fenômeno estudado, adentrar no ambiente para analisar, interpretar e atribuir significado para as relações subjetivas existentes entre professores, tutores e alunos no processo de ensino-aprendizagem com o uso de interfaces interativas no curso de química.

Para Yin (2016, p. 7), a pesquisa qualitativa caracteriza-se por “estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real” e representar suas opiniões e perspectivas. Além disso, usa múltiplas fontes de evidências em vez de se basear em somente uma e trabalha com o universo de significados, motivos, valores e atitudes. Preocupa-se com o processo como um todo e não somente com o produto final, pois neste tipo de pesquisa, há um “vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 70).

O estudo de caso tem como principal referência Yin (2001). Este autor sugere sua adoção quando “se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos, em algum contexto da vida real” (YIN, 2001, p. 19), como é o caso do presente estudo.

Os lócus da pesquisa foram, o Centro de Educação Superior a Distância (CESAD) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), o Departamento de Química (DQI) e os polos de apoio presencial dos municípios sergipanos de Estância, Nossa Senhora da Glória, Lagarto/ Colônia 13 e Poço Verde. Os participantes foram dez alunos, identificados como AQ1, AQ2... AQ10, em atividade no segundo semestre de 2017.

Utilizamos como instrumentos para coleta de dados junto aos alunos, o questionário. Além disso, fizemos uso da análise dos seguintes documentos: Projeto Pedagógico do Curso de Química, modalidade EaD (2012), Referenciais de Qualidade para Educação Superior a Distância (2007) e Instrução Normativa nº 01/2014 do CESAD. Também tivemos acesso ao AVA para acompanhamento de disciplinas do curso. Para análise e interpretação dos dados, baseamo-nos na análise de conteúdo proposta por Bardin (2011).

As discussões apresentadas aqui correspondem a uma das categorias de análise criadas para a pesquisa global. Concentram-se em identificar a partir das respostas dos participantes, características que fossem ao encontro dos binômios que fundamentam a interatividade, segundo Silva (2012), das interações mútua e reativa de Primo (2011) e dos tipos de interação entre os sujeitos na EaD, professor-aluno, aluno-conteúdo e aluno-aluno, assim como outras evidenciadas nas falas dos sujeitos.

DAS INTERAÇÕES SEGUNDO OS ALUNOS

Considerando que no curso de Química EaD, as interações se processam em sua maioria por meio das interfaces interativas e que são os tutores que de fato ensinam *online*, mesmo

quando os professores tem participação nas interações, procuramos saber dos alunos: como avaliam a interação com os tutores do curso; por meio de quais interfaces eles mais interagem e em quais disciplinas; se as interfaces são suficientes para compreender os conteúdos das disciplinas, e como ocorre a interação para sanar dúvidas de atividades que exigem construção de gráficos, tabelas, estruturas moleculares, cálculos matemáticos, etc., frequentes nas disciplinas do curso.

De início, constatamos que a relação com os tutores, ponto crucial para que haja um bom aproveitamento nas atividades do curso, não é bem quista pelos alunos. Dos sujeitos que participaram da pesquisa, apenas um, considera a relação com o tutor boa no tocante à interação. Para seis alunos, a relação é vista como pouco interativa e para três, razoavelmente ocorre alguma interação.

Conforme orientam os Referenciais de Qualidade da Educação Superior a Distância (2007), interação e interatividade são os pilares fundamentais do processo de comunicação em cursos a distância e devem ser garantidos pelo uso das muitas interfaces disponíveis na atualidade e privilegiada nas relações entre professor-aluno, tutor-aluno, e aluno-aluno, de forma que contribuam para o processo de aprendizagem.

Constatada essa fragilidade na comunicação entre os investigados, é plausível refletir com relação às disciplinas que os alunos consideram que a interatividade é mais frequente e por meio de quais interfaces isto é evidenciado. Ressalta-se que as disciplinas que serviram de análise, foram ofertadas no segundo semestre de 2017.

A maioria dos alunos, AQ1, AQ5, AQ7, AQ8, AQ9 e AQ10, citou a disciplina da área de ensino de Química, como a de maior interatividade com o tutor, com destaque para as interfaces AVA, *e-mail* e *whatsApp*. Para os alunos AQ1, AQ4, AQ8 e AQ9 na disciplina da área de Físico-Química, também há interatividade, sobretudo por meio do *whatsApp*.

Destacando as falas de alguns alunos: “o *whatsApp* é um aplicativo eficiente para interação, através dele, tutores e professores informam alguma atualização de conteúdo no AVA” (AQ8). Já o AQ6 considera como negativo os tutores ou professores que não utilizam esta interface, pois, demoram muito a responder no AVA.

Observamos a preferência pelo uso da interface *whatsApp*, que propicia aprendizagem móvel e comunicação síncrona. Certamente uma das características que contribui para sua utilização é a velocidade com que as informações são trocadas e a possibilidade de anexar uma variedade de arquivos de texto, vídeo, áudio, etc.

Segundo Santos e Santos (2012), a atual fase da cibercultura tem como característica a

emergência da mobilidade ubíqua em conectividade com o ciberespaço. Nesta, a comunicação pode ocorrer a qualquer tempo e hora, e o uso de dispositivos móveis (*smartphones, tablets, notebooks*, etc.) conectados à internet, amplia sua dimensão.

Convém dizer que o AVA utilizado no curso não foi projetado para uso em dispositivos móveis. Os alunos conseguem acessá-lo, mas sua funcionalidade e usabilidade são comprometidas.

A pouca interação com os tutores e também a exploração de poucas interfaces no processo de ensino-aprendizagem é um alerta para tentar compreender como as relações vêm sendo estabelecidas pelos atores e como estas interferem no progresso do aluno no curso.

A construção do conhecimento é cada vez mais potencializada pelas inovações das TIC e no caso investigado, a interação dos alunos com os tutores deve ser eficaz e constante, pois o diálogo participativo entre os sujeitos do processo educacional pode contribuir para diminuir a sensação de isolamento, apontada, como “uma das causas de perda de qualidade no processo educacional, e uma dos principais responsáveis pela evasão nos cursos a distância” (BRASIL, 2007, p. 13).

Além disso, é preciso olhar para questões pedagógicas que envolvem a atuação dos tutores, pois a interatividade deve ser frequente, tendo em vista que faz parte das competências da atividade de tutoria estimular e orientar os alunos por meio de mensagens no AVA e fazer observações referentes aos seus desempenhos. Para isso, sabemos que é fundamental o envolvimento dos professores, que planejam o programa das disciplinas e devem ser conscientes de sua responsabilidade, em conjunto com o tutor no desempenho dos alunos no curso.

A instrução normativa nº 01 do CESAD (2014) destaca que os tutores devem apresentar aos professores relatórios observando os aspectos como: tempo de acesso ao AVA, quantidade de atividades enviadas, frequência de retorno das mensagens (dias, semanas, meses), frequência de envio de dúvidas (quantidade de contatos desse tipo), participação nos fóruns; participação nos *chats*; qualidade dos trabalhos enviados, etc.

Todas essas ações demandam interação frequente entre tutor e aluno e devem incitar ações que provoquem os binômios da interatividade (SILVA, 2012), característicos do esquema de comunicação na sociedade atual, onde o social e o tecnológico estão imbricados. Para que esses binômios se concretizem, é necessário que haja interação entre os participantes da ação.

Com a transição do modelo unidirecional para o multidirecional, a informação passa a emergir de interações mútuas, que segundo Primo (2011), demandam uma relação negociada

entre os interagentes que vão se transformando no decorrer do processo de interação. Neste tipo de interação, a relação entre os interagentes não é uma soma de ações individuais, mas sim, contínuos engendramentos de ações de um em relação aos outros.

Visando identificar estas ações, continuando os questionamentos, os alunos relataram como se dá a interação por meio das interfaces interativas, bem como, se estas são suficientes para a compreensão dos conteúdos das disciplinas. De antemão, todos os alunos argumentaram que as interfaces utilizadas são insuficientes. Destacando algumas falas que explicitam a assertiva:

Muitos professores e tutores se limitam a utilização do AVA, devido a necessidade de registro de participação do aluno nas atividades. Muitos deles apenas disponibilizam conteúdos do semestre inteiro e somem. Com o avanço da tecnologia, dispomos de vários recursos interativos, como por exemplo, o *whatsApp*, *skype*, *youtube* e etc., e muitos professores não utilizam (AQ1).

Não são suficientes devido a comunicação mais usada pelos tutores e professores ser assíncrona. Isso limita o processo de ensino-aprendizagem, visto que o aluno, por não ter a dúvida sanada no momento em que ela ocorre, perde o interesse em realizar essa comunicação. Dessa forma a relação aluno-tutor fica deficiente (AQ7).

Não. Nas disciplinas de cálculos e química orgânica seria interessante que os professores colocassem vídeos, simulações, etc. para que pudesse ver como é feito e esclarecer minhas dúvidas (AQ9).

Nas falas dos alunos não foi possível perceber características dos binômios anteriormente discutidos, tampouco, algo que remetesse a uma interação mútua. Pelo contrário, ao dizer que muitos professores e tutores “apenas disponibilizam conteúdos do semestre inteiro e somem” (AQ1), o aluno abre espaço para refletir sobre o conhecido modelo bancário de Freire (1996), que implica na transmissão passiva de conteúdos para o aluno, agora na EaD.

Neste sentido, Machado Jr. (2008) considera que o grande desafio está justamente na transposição didática para o mundo virtual, atentando para o cuidado de não criar na EaD, um ambiente *online* tão ou mais pobre que ambientes de ensino que valorizam apenas a transmissão de conteúdos.

A ausência de interação mútua entre aluno e professor (entenda-se aluno e tutor também) além de não abrir possibilidade para a efetivação dos binômios da interatividade, dá ênfase a interação do tipo reativa, onde o sistema é fechado ao contexto e a relação durante o processo é causal, baseada em estímulo-resposta, como defende Primo (2000; 2011). No

entanto, não podemos afirmar que a interação mútua só se estabelece por meio de interfaces de comunicação síncronas. Tanto as interfaces síncronas como *chat* e *whatsApp*, como as assíncronas, a exemplo do *e-mail* e fórum tem potencialidades que devem ser aproveitadas durante o ensino-aprendizagem, pelos alunos e principalmente na relação com os tutores e professores.

É importante pontuar o que diz o AQ7, que o fato da comunicação mais usada por tutores e professores ser assíncrona prejudica a interação, pois “limita o processo de ensino-aprendizagem, visto que o aluno, por não ter a dúvida sanada no momento em que ela ocorre, perde o interesse em realizar essa comunicação”. A demora no retorno das dúvidas, também foi mencionada pelos alunos AQ7, AQ8 e AQ9.

Sobre isso, Mattar (2012) enfatiza a importância do *feedback* para a interação e interatividade, analisando o ponto de vista do aluno na EaD. Para o autor, o retorno das mensagens é condição necessária para que haja interação, pois, sem o *feedback*, uma pergunta do professor respondida pelo aluno não chega a ser interativa. Além disso, a demora nas respostas tem efeito negativo, pois o objetivo inicial da mensagem é esquecido.

Concordamos que o retorno das dúvidas dos alunos em tempo hábil é fundamental, inclusive, consideramos um dos pontos mais importantes para o ensino-aprendizagem do curso, pois reforça o sentimento de presença, impulsiona a participação-intervenção, a bidirecionalidade-hibridação e contribui para a construção do conhecimento interativo.

Aproximações com os binômios que fundamentam a interatividade e com a possibilidade de uma interação mútua, assim como a exploração de diferentes interfaces, foram identificadas nas falas dos seguintes alunos:

Alguns professores/tutores enviam as explicações através de áudio no *whatsApp* (AQ1).

Alguns professores e tutores interagem no AVA, quando tem aula melhora a contextualização do conteúdo abordado. Se a maioria fizesse isso já facilitaria bastante o aprendizado dos conteúdos (AQ3).

Na disciplina laboratório de físico-química, o professor fazia vídeos para tirar nossas dúvidas (AQ8).

Nos casos de disciplinas de cálculos e que envolvem desenhos de estruturas, os professores usam o *whatsApp* e *e-mails* através de imagens (AQ5).

Podemos observar que os alunos se referem ora a professor, ora a tutor. Isso evidencia

a mescla de significados atribuídos ao papel destes profissionais na EaD, que independente da hierarquia, ambos participam do processo de ensino-aprendizagem. Não se deve delegar apenas ao tutor a responsabilidade pelo aprendizado do aluno, mas sim, o trabalho conjunto entre professor e tutor, mesmo sabendo que cabe a este último a mediação pedagógica no ambiente *online*. Além disso, o caráter das disciplinas pode intensificar estas relações.

Por meio de diferentes interfaces, professores e tutores podem disponibilizar uma gama de conteúdo e explicá-los de forma interativa por meio de imagens, questionário *online*, áudio e vídeo. Ao variar as interfaces durante o processo de ensino-aprendizagem, professores e tutores permitem a criação de um ambiente de informação multidirecionada, estimulando o aluno a participar e intervir mais ativamente no seu processo de aprendizagem. Além disso, propicia e intensifica a relação fundamental aluno-conteúdo.

O aluno no seu processo de aprendizagem interage com a informação que encontra no material de estudo. Com as tecnologias viabilizadas pela *web*, e a abertura do hipertexto, é possível desenvolver conteúdos que permitam ao aluno interagir com eles, seja, “navegando e explorando, selecionando, controlando, construindo, respondendo, etc.” (MATTAR, 2012, p. 41).

Segundo Anderson (2003) e Machado Jr. (2008), os conteúdos interativos podem se adaptar as características individuais do aluno e fornecer respostas de acordo com seu comportamento, dependendo das fundamentações pedagógicas envolvidas e das estratégias didáticas adotadas pelo professor.

Criar um grupo no *whatsApp*, por exemplo, especialmente para a interação de uma disciplina, pode propiciar aos sujeitos a participação-intervenção, a bidirecionalidade-hibridação e a potencialidade-permutabilidade como sugere Silva (2010, 2012) no processo comunicacional, pois os mesmos podem intervir nas atividades propostas, socializar suas próprias atividades em grupo e trocar reciprocamente conhecimento.

Esse contexto implica interação mútua, ao passo que ao interagir, os interagentes também se modificam, “cada comportamento na interação é construído em virtude das ações anteriores” (PRIMO, 2005, p. 13). O relacionamento construído influencia no comportamento de ambos, e no caso investigado, influencia na construção do conhecimento.

Alguns alunos, no entanto, mostram-se relutantes em conceber relações de ensino-aprendizagem com professores e tutores por meio das interfaces, assim como demonstram autonomia para tentar suprir essas necessidades.

Para os alunos AQ2 e AQ4, as interfaces não são suficientes para compreender as

disciplinas e necessitaria de aulas presenciais, principalmente para disciplinas de cálculo. O AQ4 chega a dizer: “já perdi várias disciplinas por falta de acompanhamento”. Enquanto, AQ1 e AQ2 recorrem a pesquisas na internet por conta própria, o que pressupõe certa autonomia conferida ao aluno na EaD.

Neste sentido, Valente e Mattar (2007), comentam que nesta modalidade educacional, o aluno é mais independente e responsável pelo processo de aprendizagem, mas isso não depende apenas de sua vontade. Parte dessa autonomia depende também da metodologia adotada, do material didático, do professor e das tecnologias utilizadas. O processo deve ser guiado para esta finalidade.

Pelo exposto, consideramos necessário repensar constantemente os diferentes tipos de interações que ocorrem em EaD, principalmente as que envolvem professor/tutor-aluno, aluno-aluno e aluno-conteúdo.

São muitos os fatores envolvidos quando falamos da relação entre os sujeitos na EaD. Devemos levar em conta, o contexto da cibercultura, onde diante das TIC, professores, tutores e alunos são levados a assumirem posturas diferentes daquelas convencionalmente adotadas durante a formação na educação básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se propôs a olhar para questões centrais do processo de ensino-aprendizagem na EaD, relacionadas a comunicação, mais precisamente a interação e interatividade, estabelecidas nas relações dos alunos com tutores e professores por meio das interfaces interativas.

É fato que as práticas comunicacionais transitaram da unidirecionalidade das mídias de massa para a multidirecionalidade nas mídias interativas, possibilitadas pela *web* e pela hipertextualidade de suas múltiplas interfaces.

Neste atual esquema de comunicação, *e-mail*, *chat*, fórum de discussão, *whatsApp*, *youtube*, o próprio AVA, entre outras interfaces, permitem ensinar e aprender *online*, além de incitar diferentes tipos de interação como: professor-aluno, aluno-aluno, aluno-conteúdo e aluno-interface.

Podemos concluir que os alunos consideram pouco interativa a relação com os tutores do curso e desejam uma relação com *feedback* constante, onde a comunicação por meio das interfaces possa aproximá-los e conseqüentemente contribuir para sua aprendizagem.

Por outro lado, foi possível constatar nas falas dos sujeitos, indicativos de que apesar de limitadas, ocorrem interações por meio das interfaces, e que estas, tendem a propiciar a participação-intervenção, bidirecionalidade-hibridação, potencialidade-permutabilidade e interação mútua. Além disso, os professores das disciplinas interagem com os alunos, não delegando essa responsabilidade apenas aos tutores.

Por fim, concluímos que as interfaces interativas se constituem como elementos fundamentais de interação e interatividade, para que alunos, professores e tutores, relacionem-se colaborativamente, contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem de Química, especialmente na modalidade a distância. As relações dos sujeitos vão ao encontro das discussões sobre o processo de ensino-aprendizagem com uso das TIC, onde a centralidade do conhecimento não está voltada para o professor, mas sim, parte de uma relação mútua, onde cada sujeito exerce um papel significativo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B. Educação, ambientes virtuais e interatividade. In: SILVA, M. (Org). **Educação online**. 3 ed. São Paulo: Loyola, 2011. p. 203-217.

ANDERSON, T. Modes of interaction in distance education: recent developments and research questions. In: MOORE, M. G.; ANDERSON, W. G. (Eds.). **Handbook of distance education**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 3 ed. 2011.

BRASIL, Ministério da Educação. **Referenciais de qualidade para educação superior a distância**, 2007. Disponível em:<
<http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/legislacao/refead1.pdf>> Último acesso: 22 fev. 2018.

CASTELLS, M. A sociedade em rede: do conhecimento à política. In: CASTELLS, M.A; CARDOSO, G. (Org.). **A sociedade em rede**: do conhecimento à ação política, p. 17-30, 2005. Disponível em:<
http://www.egov.ufsc.br:8080/portal/sites/default/files/anexos/a_sociedade_em_rede_-_do_conhecimento_a_acao_politica.pdf> Último acesso em: 10 out. 2018.

COLL, C.; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no século XXI: novas ferramentas, novos cenários, novas finalidades. In: COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual**: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 15-46.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GARCIA, R. P. M. Interatividade: uma estratégia de negociação em prol da avaliação na educação a distância. In: BURNHAM, T. F.; MATTOS, M. L. P. (Org.). **Tecnologias da informação e educação à distância**. 2 ed. Salvador: EDUFBA, 2010.

MACHADO JR., F. S. **Interatividade e interface em um ambiente virtual de aprendizagem**. Passo Fundo: IMED, 2008.

MARTINS, J. L. **Enquanto uns ensinam, outros navegam: a gestão da aprendizagem em tempos digitais [recurso eletrônico]** Porto Alegre: Fi. 2017.

MATTAR, J. **Tutoria e interação em educação a distância**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MATTAR, J; CZESZAK, W. Design de atividades e interações em educação a distância. In: LEITE, J. E. R; SOUSA, H. M.; OLIVEIRA, E. D. S. **Tecnologias em EaD: métodos e práticas**. João Pessoa: UFPB, 2015. p. 29-54

MOORE, M G. Editorial: **Three types of interaction**. 1989. Disponível em: <http://aris.teluq.quebec.ca/portals/598/t3_moore1989.pdf> Último acesso em: 20 set. 2018.

PRIMO, A. **Enfoques e desfoques no estudo da interação mediada por computador**. p. 1-16, 2005. Disponível em: < http://www.ufrgs.br/limc/PDFs/enfoques_desfoques.pdf> Último acesso em: 10 abr. 2018.

PRIMO, A. **Interação mediada por computador: comunicação, cibercultura, cognição**. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

PRIMO, A. Interação mútua e reativa: uma proposta de estudo. **Revista da Famecos**, v. 7, n. 12, p. 81-92, jun. 2000.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: < <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>> Acesso em 20 jan. 2018.

RIBEIRO, L. R. C.; OLIVEIRA, M. R. G.; MILL, D. A interação tutor-aluno na educação a distância; In: MILL, D.; OLIVEIRA, M. R. G.; RIBEIRO, L. R. C. **Polidocência na educação a distância: múltiplos enfoques**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2010. p. 85-94.

SANTOS, R. S.; SANTOS, E. O. Cibercultura: redes educativas e práticas cotidianas. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**. v. 04, n. 07, p. 156-183, jan/jul.2012.

SERGIPE, UFS. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Departamento de Química. **Projeto pedagógico do curso de química licenciatura na modalidade a distância**, 2012.

SERGIPE, UFS. Centro de Educação Superior a Distância. **Instruções Normativas**. Disponível em: < <http://sitecesad.ufs.br/pagina/13047>> Último acesso em 07 mai. 2018.

SILVA, M. Cibercultura e educação: a comunicação na sala de aula presencial e online. **Revista Famecos**, v. 15, n. 37, p. 69-74, dez. 2008.

SILVA, M. **Educar na cibercultura**: desafios à formação de professores para docência em cursos online. p. 36-51, 2010. Disponível em:<
http://www4.pucsp.br/pos/tidd/teccogs/artigos/2010/edicao_3/3educar_na_ciberculturadesafios_formacao_de_professores_para_docencia_em_cursos_online-marco_silva.pdf>
Último acesso em 13 fev. 2018.

SILVA, M. **Sala de aula interativa**: educação, comunicação, mídia clássica, internet, tecnologias digitais, arte, mercado, sociedade e cidadania. 6 ed. São Paulo: Loyola, 2012.

TORI, R. **Educação sem distância**: as tecnologias interativas. São Paulo: Senac SP, 2010.

VALENTE, C.; MATTAR, J. **Second Life e Web 2.0 na educação**: o potencial revolucionário das novas tecnologias, São Paulo: Novatec, 2007.

VASCONCELOS, C. A. **Interfaces interativas na educação a distância**: estudo sobre cursos de geografia. Recife: EdUFPE , 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016.

SITUAÇÕES DE FRACASSO ESCOLAR DA EDUCAÇÃO BÁSICA AO ENSINO SUPERIOR: ENTRE VIVÊNCIAS E SUPERAÇÕES

Cristiano Marinho da Silva¹

Yan Wagner Cápua da Silva Charlot²

Veleida Anahí da Silva³

Resumo: O objetivo do trabalho foi fazer um levantamento das situações de fracasso escolar vivenciadas por uma turma de estudantes de licenciatura em matemática em momentos “escolares” anteriores à pesquisa, na perspectiva de estabelecer relações entre os percalços vividos na Educação Básica e suas implicações no Ensino Superior. A coleta de dados se deu a partir de dissertações sobre situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes na Educação Básica e no Ensino Superior e, além disso, o relato das atitudes tomadas para superação dessas situações. A análise dos dados se baseou em Bardin (2016). Após categorização e análise dos dados concluímos que as situações de fracasso escolar são diversas com atribuição de motivos e causas diferentes; e que a mudança de postura em relação ao processo educativo, a ajuda de terceiros e a busca por meios/recursos/ferramentas diferentes proporciona maiores chances de superação das situações de fracasso.

Palavras-chaves: Situações de fracasso escolar; Estudantes de Matemática; Educação Básica; Ensino Superior; Superação de fracasso escolar.

SCHOOL FAILURE SITUATIONS FROM BASIC EDUCATION TO HIGHER EDUCATION: BETWEEN EXPERIENCES AND SUPERVISIONS

Abstract: The objective of this work was to survey the failure situations experienced by a group of undergraduate students in mathematics at "school" moments prior to the research, in order to establish relationships between the mishaps experienced in Basic Education and its implications for Higher education. Data collection was based on dissertations about situations of school failure experienced by students in Basic and Higher Education and, in addition, the report of the attitudes taken to overcome these situations. Data analysis was based on Bardin (2016). After categorizing and analyzing the data we concluded that the situations of school failure are diverse with attribution of different reasons and causes; and that the change of

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. Graduado no curso de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Alagoas.

² Mestre em Direito Público pela Universidade Federal de Sergipe. Licenciando em Pedagogia pelo Centro Universitário Claretiano. Membro dos grupos de pesquisa Educação e Contemporaneidade (EDUCON/UFS/CNPq) e Direito Público, Educação Jurídica e Direitos Humanos (DPEJDH/UNIT/CNPq).

³ Doutora em Educação. Professora do Departamento de Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe.

attitude regarding the educational process, the help of others and the search for different means / resources / tools provide greater chances of overcoming failure situations.

Keywords: School failure situations; Mathematics students; Basic education; Higher education; Overcoming school failure.

INTRODUÇÃO

Uma das constatações mais fortes que pode-se ter ao longo da vida estudantil é que a Matemática além de ser uma das disciplinas de maior “peso” no currículo escolar, é a que carrega a fama consagrada de ser um “bicho-de-sete-cabeças”. Dissemina-se a ideia de que poucos são capazes de dominá-la. “O mundo parece já ter se acostumado com a ideia de que só alguns seres humanos podem ter domínio sobre os conceitos e pensamentos matemáticos” (SILVA, 2015, p.14). A ideia corrobora com a de Silva e Nascimento (2010, p.2) ao relatarem que “a Matemática mantém uma especificidade: tem a fama de ser uma matéria mais difícil do que as demais, uma disciplina reservada à gente com espírito para abstração”.

Essa rotulação da Matemática, disseminada de geração em geração em todo o mundo, contribui com o baixo desempenho de alunos nos índices de avaliações e medição da qualidade de educação do país⁴. “Atribui-se à natureza complexa do conhecimento matemático o desenvolvimento de ansiedade e de atitudes negativas por parte dos estudantes em relação à Matemática” (CORREA; MACLEAN, 1999). Além disso, é uma das disciplinas que apresenta maior rejeição⁵ entre os alunos da educação básica (SILVA; BOERI, 2013).

Nesse cenário de contrariedades, muito há de ser levado em consideração para tentar compreender os porquês de “as situações de fracasso escolar” (CHARLOT, 2000; SILVA, 2008) na disciplina de matemática persistirem na maioria dos casos, vislumbrando que essas situações deem lugar a outras de sucesso, como é o caso do premiado Artur Avila⁶.

Dentre eles (os porquês), merece destaque o modelo educacional que resiste no tempo sem modificações nem adequações significativas. Moran (2017, p. 6) afirma que “a escola é uma instituição mais tradicional do que inovadora. A cultura escolar tem resistido bravamente

⁴ Considerando os níveis de avaliação educacional, sejam eles: avaliação em sala de aula (pelo professor), avaliação institucional (para comparação entre turmas diferentes) e avaliação externa (seja a nível municipal, estadual ou nacional). Melhor entendimento: Freitas *et al* (2014).

⁵ Me apoio nos estudos de Silva e Boeri (2013): *POR QUE OS ALUNOS TEM MEDO DE MATEMÁTICA? UM ESTUDO DE CASO NO PRIMEIRO ANO DE UMA ESCOLA DE ENSINO MÉDIO*.

⁶ Artur Avila Cordeiro de Melo (Rio de Janeiro, 29 de junho de 1979) é um matemático brasileiro, também naturalizado francês. É conhecido por ter sido o primeiro latino-americano e lusófono a receber a Medalha Fields, prêmio oferecido apenas a matemáticos e considerado equivalente ao Prêmio Nobel (já que o Prêmio Nobel não premia cientistas na área da matemática). Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Artur_Avila.

às mudanças”. E complementa: “os modelos de ensino focados no professor continuam predominando, apesar dos avanços teóricos em busca de mudanças do foco do ensino para o de aprendizagem” (MORAN, 2017, p. 6).

A problemática não se restringe ao campo da educação básica. Se analisarmos os resultados de avaliações no ensino superior e, em especial, em cursos de Licenciatura em Matemática, o histórico é de reprovações em massa em disciplinas como *Cálculo Diferencial e Integral*⁷, por exemplo, já nos primeiros semestres do curso. As situações vivenciadas que geram reprovação nessa e em outras disciplinas do curso de matemática estimulam a desistência dos discentes ou a mudança para um curso de outras áreas do conhecimento.

Dentre os resultados de Sena e Souza (2014), merecem destaque aqui as categorias/repostas dos alunos participantes da pesquisa como causas das situações de fracasso vivenciadas por eles na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral na Universidade Federal de Alagoas (UFAL): “desinteresse e a falta de esforço para aprender o conteúdo da matéria; deficiência de conhecimentos básicos de matemática [originários do ensino fundamental e médio]; se preocupa apenas em obter créditos desta disciplina e não em aprendê-la” (SENA; SOUZA, 2014, p.1).

O presente trabalho é um recorte da dissertação de mestrado do primeiro autor deste artigo. A pesquisa apresentada aqui foi realizada com uma turma de estudantes de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Alagoas. por meio de um Estágio de Docência. O objeto aqui contemplado diz respeito a uma das atividades realizadas pelos estudantes ao longo do estágio. O objetivo foi realizar um levantamento das situações de fracasso escolar vivenciadas pelos sujeitos em momentos “escolares” anteriores ao presente, na perspectiva de estabelecer relações entre os percalços vividos na Educação Básica e suas implicações no Ensino Superior.

METODOLOGIA

O *locus* da pesquisa: Disciplina Projetos Integradores 3 – turma de 4º período do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca.

Sujeitos da pesquisa: 30 estudantes matriculados na disciplina Projetos Integradores 3 (maioria regulares do 4º período).

⁷ Monografia de Thainã Thatisuanne Oliveira Sena, Licenciada em Matemática pela Universidade Federal de Alagoas – *Campus* Arapiraca.

Tipo de pesquisa: Pesquisa qualitativa. Os dados coletados bem como a análise deles não podem ser descritos através de números. Segundo Ribeiro (2008, p.133), “o estudo qualitativo é rico em dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto [...]”.

Instrumento de coleta de dados: Fora solicitado um *Relato sobre situações de “fracasso escolar” vivenciadas durante a vida estudantil* – a descrição de situações vivenciadas pelos estudantes à época da educação básica e no ensino superior e *atitudes* tomadas pelos estudantes de modo individual ou em conjunto para superação dessas situações de fracasso.

Análise dos dados: Os dados foram analisados à partir da análise de conteúdo segundo Bardin (2016) cujas implicações dizem respeito a “comparações contextuais” (FRANCO, 2012). Nesse contexto, foram criadas categorias de análise à partir das descrições feitas pelos sujeitos para legitimar as considerações por meio da *inferência*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Podemos verificar, à partir de Charlot (2000), que as situações de fracasso escolar podem ocorrer tanto no colegial com crianças bem pequenas quanto em cursos de graduação, em nível superior. Os sentimentos diversos ocasionados por essas vivências podem causar consequências irreparáveis, a exemplo, desde a falta de estímulo em um momento ou outro até mesmo a desistência/abandono do curso.

O Quadro 1⁸ a seguir mostra os fragmentos que indicam as situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes *na Educação Básica*, sujeitos da pesquisa, separados e organizados a partir de algumas categorias. Ao lado dessas situações estão descritas as atitudes tomadas pelos estudantes, individualmente ou em conjunto com alguém (professor, colega, família, etc.) para superação dessa situação vivenciada.

Neste quadro, é possível perceber que as descrições de “superação” foram relativamente poucas. Mesmo assim, podemos considerar que, embora sejam diversas causas ou situações relacionadas às situações de fracasso escolar, há possibilidades de superação. Nesse contexto, o próprio sujeito é tido como o maior responsável pela busca de superação, ainda que sua ação seja apenas o “pedido de ajuda” a alguém próximo ou que tem algum envolvimento no processo vivido.

⁸ As descrições presentes no quadro são fiéis ao que foi descrito pelos estudantes, tanto em termos de ideias quanto em relação à ortografia e gramática.

Quadro 1 – Situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes na Educação Básica.

Estudante	Categoria	Situação vivenciada	Atitude tomada
pI3E3	Contexto Extraescolar	“Foi no momento em que fui fazer uma das provas da OBM – Olimpíada Brasileira de Matemática das escolas públicas e privadas, nesse dia eu não consegui resolver uma questão sequer fazendo cálculos para encontrar as respostas, foram todas no ‘chute’, mesmo assim consegui acertar um bom número de questões”	“na escola tinha também um professor que ensinava os assuntos que caíam nas olimpíadas , e isso foi o que mais ajudou a tirar uma quantidade boa de acertos nas provas.”
pI3E23		“problemas com a família [...] sentimento de inferioridade perante o ensino elitista e colegas da classe alta. [...] uma soma de sentimento de inferioridade, conflitos interpessoais, medo e imaturidade refletidas no meu rendimento”	--
pI3E32		“No final do ensino médio, quando me deparei com o vestibular , também me senti em fracasso e foi nesse momento que percebi o quanto minha formação teve falhas.”	“já superei”
pI3E36		“em algumas situações a falta de docentes. O reflexo disso eram percebidos nos vestibulares, dificuldade para responder as provas ”	“ Enfrentei essa situação como uma oportunidade para reverter essa situação”
pI3E16		“Um dos primeiros motivos por não ir muito bem em matemática era justamente por ter que desde pequeno trabalhar para ajudar em casa [...] Não tive influência dentro de casa efetivamente para o estudo, porque meus pais eram ‘semianalfabetos’ e mal sabia o que era uma universidade”	“consegui superar com a ajuda de meus irmãos”
pI3E4	Conteúdo específico	“No 3º ano tive uma grande dificuldade na compreensão do assunto de divisão , era algo que não entrava na minha cabeça, levei essa dificuldade por um bom tempo, pois tinha vergonha de falar e ser taxado de burro ou algo do tipo”	“só resolvi o problema de fato quando cheguei no 5º ano e chamei a professora no final da aula para falar essa dificuldade, e começamos a trabalhar isso com atividades extras para serem feitas na escola e em casa, com isso superei essa dificuldade.”
pI3E13		“4ª série (atual 5º ano): não conseguia aprender a realizar a operação básica de divisão ”	--

pI3E11		“No 9º ano do ensino fundamental tirei uma nota péssima numa prova de matemática, onde o assunto era equação do 2º grau , fiquei muito triste pois pensei que nunca iria conseguir aprender o assunto”	“ procurei ajuda, aulas de reforço , e consegui me dar bem na recuperação”
pI3E5		“foi a não aprendizagem das contas de divisão no 5º ano, onde me prejudicou um pouco no ano seguinte”	--
pI3E5	Procedimentos / metodologias / adaptação	“No Ensino Médio tive um ótimo desempenho, mas as provas eram respondidas por questões decoradas , o que não fazia com que eu tivesse uma aprendizagem significativa e sim uma aprendizagem mecânica (decoreba), saindo do ensino médio com poucos conhecimentos matemáticos. No caso, isso foi para me também outro case de ‘fracasso’ escolar.”	“resolvia de forma a me dedicar um pouco mais ao tal ‘problema’ [...] Geralmente eu resolvia esses problemas de forma individual, mas algumas vezes era necessário a ajuda dos colegas e também dos professores.”
pI3E7		“os conteúdos passados por ela eu considerar muito ‘avançado’ para o que até então tínhamos visto com outra professora”	“estudei um pouquinho mais em casa”
pI3E9		“Durante o ensino fundamental 2, eu não gostava de matemática não que eu não por falta de esforço meu, mas sim por que não conseguia entender certos assuntos, talvez pela metodologia utilizada pelo professor ou por outros motivos que eu mesmo não entendo até hoje.”	--
pI3E13		“ o problema era a metodologia da professora , pois, a mesma apenas ensinava a forma direta (e mais rápida de divisão) ”	--
pI3E21		“Tirei uma nota ruim no ensino médio, isso se deu ao fato de não compreender as explicações do professor ”	“estudei só em casa, e tetei mim adaptar ao estilo de ensino do professor. ”
pI3E27		“no 3º ano do ensino médio, eu acabara de ser transferida de escola e sentia um pouco de dificuldade em me adaptar no novo ambiente. ”	--
pI3E33		“não ter visto todo o conteúdo que o ensino básico oferece e por ter visto alguns conteúdos de forma mecânica. ”	--
pI3E14		“também por ter mudado o professor ”	--

pIE30		“Durante o Ens. Médio, apenas no 2º ano, o professor sabia o assunto, porém compartilhar de forma que o aluno entenda se tornava algo complicado”	--
pI3E32		“o ano em que cursei a antiga 7ª série, onde estive em fracasso o ano todo, desinteresse com as aulas metódicas e extremamente tradicionais foram as principais causas.”	--
pI3E8		“de um modo geral relacionado a aprendizagem do conteúdo que são as bases fundamentais da matemática como frações, logaritmos e inequações, foram ensinados de forma superficial , logo não obtive uma aprendizagem significativa.”	--
pI3E6	Autoresponsabilização	“No ensino médio no 3º ano, não me dediquei o suficiente. ”	“estudando por vídeos aulas”
pI3E17		“um dos motivos desse fracasso foi a falta de interesse da minha parte de estudar ”	--
pI3E12		“houve momentos que não me empenhei o suficiente , sendo agraciado com notas que julgo não ter sido digno de recebê-las.”	--
pI3E33		“na educação básica, sempre tive uma visão de estudar com o intuito de passar e não necessariamente aprender. ”	--
pI3E19		“No 9º ano eu não fui muito bem em matemática na segunda prova por causa que faltei nas últimas aulas [...] fiquei na recuperação por causa disso”	“estudei para ela e tirei 10”
pI3E14		“No 7º ano do ensino fundamental tive um fracasso escolar, acredito que devido a falta de estudos. ”	“estudando em casa e prestando atenção nas aulas”
pI3E7		“Na 3ª série, atual 4º ano, fui reprovado, mesmo comparecendo todas as aulas todos os dias, tentando entender o conteúdo, mas mesmo assim, não conseguia assimilar tais conteúdos [...] também se deve ao fato de eu ter estudado muito pouco em casa ”	--
pI3E13		Frustração /	“1º ano do ensino médio: tirei 7,53 na primeira avaliação do ano em matemática , chocante para mim que era aluna de histórico variável entre 9 e 10.

pI3E26		“em uma avaliação bimestral tirei exatamente três pontos, meu espanto se deu ao fato de ter estudado mais para essa prova do que para qualquer outra, fiquei triste e desmotivada , apesar das palavras de conforto vindas da professora me senti totalmente fracassada. ”	--
pI3E6	Atribuição a Terceiros	“No ensino fundamental sempre tirei notas boas, mas lembro de um professor que brincava muito durante as aulas, e não dava todos os conteúdos. ”	--
pI3E12		“houve professores de matemática que não foram profissionais o suficiente para passar a mim uma ótima impressão sobre a disciplina”	--
pI3E22		“na 7ª série do fundamental, não fiquei na disciplina, passei com ótima nota, no entanto não consegui ter uma aprendizagem significativa, e esse fato me prejudicou muito no ensino médio. Esse fracasso atribuo a o professor , que em primeiro lugar não era formado em matemática , e lecionava matemática, não gostava da profissão e como ele falou ‘ estou aqui só pelo dinheiro, vocês que se vire ’, até hoje lembro com nitidez ele falando essa frase.”	“busquei estudar por vídeos aulas e em grupos de estudos com colegas ”
pI3E36		“ professores relaxados ”	--
pI3E7		“Talvez o fato de eu ter sido reprovado possa estar ligado ao fato de que a professora não tinha se formado nunca tinha ensinado antes ”	--

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os fragmentos transcritos no quadro acima demonstraram que há uma incidência maior em “apontamentos” de fatores relacionados à metodologia ou a procedimentos envolvidos no processo de ensino aprendizagem como causas das situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes. Outro ponto que consideramos relevante é observar que em algumas situações foi direcionada à aprendizagem não significativa o fato de vivenciar situação de fracasso escolar.

Os estudantes também foram enfáticos em muitas das “confissões”, atribuindo à falta de compromisso ou à pouca dedicação deles mesmos as consequências enfrentadas e que consideraram como situações de fracasso escolar.

A diante, o Quadro 2 dispõe dos fragmentos que indicam as situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes *no Ensino Superior*. Neste caso, a organização dos

fragmentos se deu por *disciplina* nas quais os estudantes apontaram ter vivenciado alguma dificuldade, ou como eles indicaram, alguma situação de fracasso escolar.

Quadro 2 – Situações de fracasso escolar vivenciados pelos estudantes o Ensino Superior.

Estudante	Disciplina	Situação de fracasso / motivo / causa	Atitude para superar
pI3E3	Fundamentos 1 e 2	“Nas provas [...] assuntos que eu não tinha vista na educação básica [...] não entendia nada das explicações dos professores”	“depois que comecei a estudar pelo livro é que consegui aprender alguma coisa”
pI3E21		“isso ocorreu devido ao fato de eu não ter estudado para as provas”	“estou me adaptando aos estilos das provas que os professores querem.”
pI3E22		“disciplina fácil para quem gosta de exatas, o problema era a metodologia que o professor utilizava em sala de aula, completamente sem se preocupar com a aprendizagem dos alunos.”	“busquei estudar por vídeos aulas e em grupos de estudos com colegas, buscando sempre ajudar uns aos outros, e até o momento esse metodo tem mim ajudado muito ao longo de minha vida acadêmica.”
pI3E19		“não fui muito bem por conta que foi uma revisão do ensino médio bem diferente do que tinha estudando; assunto que para muitos era revisão para mim era novidade”	“Estudei mais em casa, e também participei de alguns curso, em grupo de estudo na escola e na faculdade.”
pI3E3	Cálculo 1	“em uma prova [...] não tinha estudado suficiente”	“depois que estudei consegui fazer normalmente”
pI3E14		“devido a falta de estudos!!!”	ainda estou superando com estudos e mais dedicação”
pI3E32		<i>Sem descrição</i>	“ainda estou tentando superar, meus colegas da turma são muito prestativos e me ajudam muito, assim como, estudar sempre após a aula, pois ‘Aula dada, é aula estudada... hoje.’ (PIER).”

pI3E35		“fiz minhas primeiras ‘recuperações’, coisa que não tinha acontecido antes, cheguei até reprovar [...] por culpa dos professores? Talvez, que explicavam e eu não entendia muito, mas a reprovação ocorreu mais por culpa minha que não me dediquei em nadam ou não tanto quanto deveria, e acho que também por não me identificar muito com o curso.”	“Estou tentando, me esforçando mais, estudando um pouco mais, tentando correr atrás do prejuízo, mas ainda não superei esse fracasso.”
pI3E34		“O motivo foi por causa da falta de estudo mesmo, acabei deixando acumular assunto para a prova e a nota foi péssima.”	“Consegui superar [...] estudando mais através de videoaulas e com a ajuda de alguns colegas.”
pI3E11		“o que eu senti mais, foi na minha primeira prova de Cálculo 1, no 3º período, onde entreguei a prova em branco, pois não sabia de nada, e tive muita vontade de desistir do curso, por conta disso”	“decidi não me abater, comecei a estudar mais do que o normal e no final além de conseguir ser aprovado em Calculo 1, consegui passar em todas as disciplinas.”
pI3E4	Geometria	“eram matérias de peso e que precisavam de uma boa base do médio (coisa que não tive)” “algo que também auxiliou para a dificuldade foi não ter feito os fundamentos I e II, pois era de outro curso”	“superei estudando e ainda aparece algumas dificuldades hoje em dia, aí corro para os livros de fundamentos, pois sei que essa é a base que me falta.”
pI3E13	Geometria Analítica	“tirei 5,5 na primeira prova, estudei pouco, pensei que aquilo que eu já sabia sobre geometria analítica me ajudaria, não foi o caso.”	“Estudei MUITO respondendo muitos exercícios para a próxima prova e tirei nota superior à 8 que completou a nota baixa anterior e me possibilitou a aprovação na disciplina”
pI3E21		“eu estudava muito, mas quando ia fazer a prova dava um branco e não conseguia raciocinar direito, depois da prova percebia que saberia responder a prova mas na hora não conseguia”	“estou me adaptando aos estilos das provas que os professores querem.”
pI3E32		“apesar [...] [de] eu ter me esforçado muito, mas não foi suficiente;”	“ainda estou tentando superar, meus colegas da turma são muito prestativos e me ajudam muito, assim como, estudar sempre após a aula, pois ‘Aula dada, é aula estudada... hoje.’ (PIER).”
pI3E30		“as provas nas disciplinas do curso (específicas), somente a primeira de Geometria Analítica, foi impactante”	“Estudar principalmente aquele determinado ponto em que falhei e observar porque ocorreu. Superei, de certeza!!!”

p13E14		“falta de estudo”	“ainda estou superando com estudos e mais dedicação”
p13E34	Álgebra Linear	“O motivo foi por causa da falta de estudo mesmo, acabei deixando acumular assunto para a prova e a nota foi péssima.”	“ainda está em processo de superação.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Levando em conta que nem todas os relatos foram pontuais em expressar qualquer disciplina em específico, alguns outros fragmentos apontam para reprovações em algumas disciplinas, principalmente atribuindo à dificuldades em acompanhar os conteúdos das disciplinas. Invocando a relação com o saber, a relação epistêmica com os saberes matemáticos é fragilizada ou não acontece a aprendizagem, que é a passagem “não posse à posse” (CHARLOT, 2000, p.68).

No 3º período do curso fui reprovado em 2 disciplina do curso, por sentir muita dificuldade em absorver o conteúdo a ser estudado (p13E17);

Obtive diversas dificuldades e ainda tenho, principalmente nas disciplinas específicas do curso (p13E7);

Me deparei com conteúdos que não entendia de onde vinha nem para onde iria, isso só para responder uma questão ou um assunto (p13E16);

Por conseguinte, ao se “deparar” com saberes matemáticos que não há entendimento de sua origem, e que também não consegue imprimir ideia alguma sobre a utilidade ou importância no contexto vivido, à teoria da Aprendizagem Significativa (MOREIRA; MASINI, 2001), buscamos identificar a fragilidade envolta nesse processo de ensino aprendizagem. O responsável por fazer a mediação do conhecimento / saber matemático / conteúdo, não atentou para a necessidade de instigar o estudante a buscar em sua estrutura cognitiva conhecimentos prévios que pudessem servir de subsunçores ou ancorar os novos conhecimentos; ou anteriormente a isso, podemos deduzir: 1) os novos conhecimentos não são potencialmente significativos; ou 2) sendo esses novos conhecimentos potencialmente significativos, o estudante não conseguiu se predispor, buscando em sua estrutura cognitiva o material necessário para ancorar o novo.

Não estudei o suficiente, tirei notas baixas e não me dediquei a matérias muito importantes (p13E6);

Na universidade tive dificuldades em acompanhar conteúdos propostos pelas disciplinas, mas foi no período passado que tive a maior decepção escolar até agora, reprovei em duas disciplinas, as mais importantes do período (p13E26).

É possível observar na escrita da estudante pI3E26, que ela faz menção às disciplinas “*mais importantes do período*” as quais, não restem dúvidas, são as disciplinas ditas específicas do curso. Nesse contexto, podemos inferir que o *sentido* de importância que a estudante atribuiu às disciplinas (hipoteticamente se refere às ditas específicas do curso) tenha contribuído para que o seu sentimento de decepção tenha maior efeito a ponto de causar nela um sentimento de nostalgia negativo, pois revela “*penso nesse fracasso diariamente e imagino o que eu deveria ter feito*” (pI3E26).

Entre os relatos dos estudantes foram notados também fragmentos que corroboram com as ideias da *aprendizagem tipo queijo suíço* reportadas por Khan (2013). Pode-se observar que muitas das situações vivenciadas os estudantes atribuem a falhas advindas da formação na educação básica.

[...] creio que a minha dificuldade em entender tais assunto até hoje estão presente quando vou fazer algum cálculo nas disciplinas do ensino superior. Vejo isto como um fracasso pois, certas coisas lá no ensino fundamental vieram me causa dificuldades no ensino superior (pI3E9);

No curso superior as notas com as disciplinas específicas do curso até o momento foram acima da média. Porém considero o fracasso por não ter dominado alguns conteúdos por conta de resquícios da dedicação da dedicação e do aprendizado da educação básica (pI3E33);

Na educação superior percebi de forma mais clara o quanto defasado é o nosso sistema educacional público, pois, quando entrei na universidade, pois obtive notas baixas em algumas disciplinas o que seria um caso de ‘fracasso’ escolar, pois tive um nível de qualidade muito baixo na educação básica (pI3E5);

O fato de se “fechar os olhos” para essas situações de lacunas na aprendizagem ou não agir de modo a evitá-las ou alertar os estudantes sobre a “real” situação em que se encontram e as possíveis consequências disso podem acarretar situações delicadas e até mesmo irreversíveis.

Para muitos professores, pode parecer mera gentileza ou talvez uma necessidade administrativa de aprovar esses estudantes despreparados. Com efeito, porém, isso é uma mentira e um desserviço. Estamos dizendo aos alunos que eles aprenderam algo que na verdade *não aprenderam*. Desejamos-lhes boa sorte e os empurramos à frente para a unidade seguinte, mais difícil, para a qual não foram adequadamente preparados. Estamos encaminhando-os para o fracasso (KHAN, 2013).

Os estudantes registraram que convergem para essa ideia colocada por Khan.

Bom, passado no Ensino Médio com muitas lacunas na assimilação de muitos conteúdos, principalmente em matemática, eu passei para matemática na Ufal. E outra vez veio o fracasso escolar em minha vida (pI3E16);

Foi apenas no terceiro período que a ficha caiu ao me deparar com dificuldades reais devido as lacunas remanescentes do ensino básico, essa situação fez com que a minha autoestima sofresse queda muito forte e muitas vezes acabei me culpando por tal fracasso e até mesmo pensei em desistir (pI3E18).

Há estudantes que se referem ainda à situações relacionadas à mudança de ambiente ou “devido a nova realidade por ser diferente da educação básica, sendo uma metodologia diferente” (pI3E17); “No início foi muito difícil, pois, era tudo novo para mim. Uma metodologia complexa (pI3E36).

Casos isolados indicam que “alguns professores não se dedicaram o suficiente, faltam muito e não cobram que o aluno estude” (pI3E6) ou que o “recebimento de notas sem merecimento também ocorreram, e isso acaba interferindo na auto avaliação (pI3E12).

Por fim, existem outros fragmentos que indicam concepções de situações vividas e construções de relações de causa e efeito de diversas naturezas. Isso demonstra que, pode-se corroborar com as ideias de Charlot (2000) sobre o fato de que a expressão “fracasso escolar” abrange uma infinidade de situações de diferentes origens e que envolvem diversos agentes causadores ao mesmo tempo que incita à reflexões também bastante diversas em torno dessas situações.

Hoje no ensino superior, parece que vem à tona fracassos não percebidos no ensino básico. Não sei se é o certo dizer, mas o fracasso que mais temo é consequência do isolamento que preferia ter quando estudava no ensino fundamental e também da própria escola que não direcionava os alunos a uma vida científica.

Às vezes me pergunto o que poderia ter feito para me sentir mais à vontade com o ritmo científico da universidade, e hoje preciso ‘correr contra o tempo’ para não fracassar na vida científica, estudando de forma diferente da qual estudei no ensino básico (pI3E15).

CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das situações de fracasso escolar vivenciadas pelos sujeitos em momentos “escolares” anteriores à pesquisa, na perspectiva de estabelecer relações entre os percalços vividos na Educação Básica e suas implicações no Ensino Superior.

Pelo que foi exposto nos quadros 1 e 2, percebe-se que existe uma relação entre as situações de fracasso escolar vivenciadas pelos estudantes na educação básica e no ensino superior, sobre as quais podemos ainda dizer que há implicações entre elas.

O reconhecimento das dificuldades no processo de ensino aprendizagem deve ser uma prioridade para que as situações de fracasso escolar sejam minimizadas e até mesmo exauridas. Assim, podemos concluir que as situações de fracasso escolar vivenciadas são diversas e são diferentes os motivos e causas aos quais se atribuem essas vivências; e que a mudança de postura em relação à dedicação nos estudos, a ajuda de terceiros e a busca por meios/recursos/ferramentas diferentes proporcionam maiores chances de superação das situações de fracasso.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. – Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. – São Paulo: Edições 70, 2016.
- CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber**: elementos para uma teoria. Trad. Bruno Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- CORREA, J.; MACLEAN, M. Era uma vez ... um vilão chamado matemática: um estudo intercultural da dificuldade atribuída à matemática. **Psicol. Reflex. Crit.**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 173-194, 1999.
- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. – Brasília, 4ª edição: Liber Livro, 2012.
- KHAN, S. **Um mundo, uma escola**: a educação reinventada. [tradução George Schlesinger]. – Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2013.
- MINAYO, M. C. S. (Org.) **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis – Rio de Janeiro, Vozes, 1994.
- MORAN, J. M. A integração das tecnologias na educação. [2017] Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/integracao.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2019.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2001.
- SENA, T. T. O.; SOUZA, A. A. Causas de dificuldades no Ensino-Aprendizagem de Cálculo diferencial e integral na perspectiva dos alunos e dos professores do curso de matemática da UFAL – Campus de Arapiraca. In: Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 35. 2014, Natal – RN. **Proceeding Series of the Brazilian Society of Applied and Computational Mathematics**, Vol. 3, N. 1, 2015.
- SILVA, V. A. Relação com o saber na aprendizagem matemática: uma contribuição para a reflexão didática sobre as práticas educativas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13.37, p. 150-161. 2008.

SILVA, F. F.; BOERI, C. N. **Por que os alunos têm medo da matemática?** Um estudo de caso no primeiro ano de uma escola de ensino médio. Revista Eletrônica ÁGORA. Ano VIII, nº 16. Jun/2013. p.157-170.

SILVA, V. A. NASCIMENTO, M. C. M. Por que aprendemos Matemática? Relação com a disciplina Matemática. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática: Educação Matemática, Cultura e Diversidade, Salvador - BA, 2010. Anais do X Encontro Nacional de Educação Matemática, 2010.

EVIDÊNCIAS DE ASPECTOS DO PENSAMENTO CRÍTICO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO EM ABORDAGEM DIDÁTICA SOBRE ALBERT EINSTEIN

Ana Cácia Santos¹

Marcos Antonio Passos Chagas²

Neide Maria Michellan Kiouranis³

Divanizia do Nascimento Souza⁴

Resumo: Neste estudo, pretendeu-se investigar sobre evidências de aspectos do pensamento crítico de alunos da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública, ao longo de uma sequência de atividades baseadas, principalmente, em elementos historiográficos do cientista Albert Einstein. O estudo foi desenvolvido com pesquisa-ação ao longo de uma pesquisa de mestrado, realizada pela primeira autora. A análise dos dados teve por fundamento aspectos da Teoria do Pensamento Crítico. Nas atividades desenvolvidas ao longo de sete encontros, buscou-se mobilizar os estudantes a refletir e argumentar sobre os temas apresentados. Para isso, inicialmente foi pedido aos estudantes que escrevessem sobre o que sabiam quanto a Albert Einstein; depois eles assistiram a um filme sobre a vida desse cientista, responderam a questionamentos sobre o filme, participaram de debates e desenvolveram uma história em quadrinhos sobre a vida de Einstein. A abordagem propiciou que os alunos demonstrassem a capacidade deles de reflexão e argumentação e auxiliou no desenvolvimento dessa capacidade, o que evidenciou aspectos do pensamento crítico deles.

Palavras-chave: Albert Einstein, Sequência de Atividades, Teoria do Pensamento Crítico.

EVIDENCE OF ASPECTS OF CRITICAL THINKING OF HIGH SCHOOL STUDENTS IN A DIDACTIC APPROACH ON ALBERT EINSTEIN

Abstract: In this study, it was intended to investigate evidence of aspects of critical thinking of students in the first grade of high school in a public school, over a sequence of activities based mainly on historiographical elements of the scientist Albert Einstein. The study was developed with action research along a master's research, carried out by the first author of this

¹ Licenciada em Física. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. E-mail: anacaciapjmp_gloria@hotmail.com

² Doutor em Física pela Universidade Federal de Sergipe. Professor da Faculdade Estácio de Sergipe, Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe. E-mail: mchagasfisica@gmail.com

³ Doutora em Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e Matemática da Universidade Estadual de Maringá. E-mail: nmmkiouranis@gmail.com

⁴ Doutora em Tecnologia Nuclear. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: divanizi@ufs.br

paper. Data analysis was based on aspects of Critical Thinking Theory. In the activities developed over seven meetings, it was sought to mobilize students to reflect and argue about the topics presented. To this end, the students were initially asked to write about what they knew about Albert Einstein; then they watched a film about the life of this scientist, answered questions concerning the film, participated in debates and developed a comic about Einstein's life. The approach enabled students to demonstrate their ability to reflect and argue and helped them in the development of this ability, which highlighted aspects of their critical thinking.

Keywords: Albert Einstein, Activity Sequence, Critical Thinking Theory.

INTRODUÇÃO

Por entendemos que a física não é uma ciência estagnada no tempo e no espaço, consideramos que é de grande relevância que os alunos da educação básica vivenciam e compreendam o desenvolvimento dessa ciência.

Feynman (2004) e Rosa e Rosa (2012) mostram que existia na física certa visão de mundo antes década de 1920 e outra depois, com entendimentos diferenciados dos fenômenos da natureza. Após aquela década, a partir dos estudos de Einstein e de outros cientistas, como Planck e Bohr, dá-se início à chamada Física Moderna. Juntamente com a Física Moderna, surgem novos paradigmas científicos e educacionais e advém um avanço tecnológico fremente.

Com o avanço das novas tecnologias, os jovens estão com seus olhares cada vez mais atentos para os avanços científicos e para a compreensão da ciência de modo geral (DOMINGUINI et al., 2012). No entanto, precisamos ainda concordar com o que é afirmado nos PCN+ (BRASIL, 2006): “a física atualmente ensinada na escola, geralmente, não daria condições para compreendermos as tecnologias”, e isso ainda vem sendo atestado por autores como Jesus e Dinis (2014). Apesar de seus mais de dez anos, os PCN+ permanecem atuais e a educação brasileira ainda os têm como um eixo norteador, mesmo que isso não implique, em geral, em prática educacional muito coerente com tais parâmetros. Por exemplo, se observamos os conteúdos apresentados em um livro dos autores Torres *et al.* (2013) e Bonjorno *et al.* (2013), destinados ao Ensino Médio, veremos que a Física Clássica predomina; somente na última seção dos volumes dedicados à terceira série é que a Física Moderna aparece. Felizmente, observam-se mais e mais iniciativas de inserção de tópicos da FMC e da história dessa física em aulas do Ensino Médio, principalmente resultantes de projetos de dissertação de mestrado e teses de doutorado, a exemplo dos trabalhos de Oliveira e Gomes (2016), Jardim e Guerra (2017).

A inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM) é objeto de estudos e de pesquisas há décadas (DOMINGUINI *et al.*, 2012), e o papel da história da ciência no ensino desta temática vem sendo posto em relevância por autores diversos, incluindo Peduzzi (2009) e Silva e Moraes (2015). Considerando que o ensino de ciência deve ultrapassar os muros da escola e acompanhar o desenvolvimento da sociedade, a FMC, sendo uma das bases do científico e desenvolvimento tecnológico, precisa ser abordada no contexto escolar, tanto em seus aspectos conceituais quanto históricos. É relevante também abordar no Ensino Médio sobre o contexto sociocultural presente no desenvolvimento dessa física, para oportunizar aos educandos conhecimentos mais amplos sobre ciência.

A compreensão da natureza da ciência é fundamental para a formação de alunos mais críticos e integrados à realidade (MOURA, 2014). Conforme Moura (2014, p. 41) “a História e Filosofia da Ciência formam um caminho possível para a discussão de natureza da Ciência, porque evidenciam os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando a Ciência”. No entanto, abordar a história da física pode não ser fácil para o professor da disciplina Física que não teve na formação inicial oportunidade de apropriação da história da ciência como recurso pedagógico para o ensino de física (VITAL; GUERRA, 2017). Também, a compartimentalização do currículo escolar pode fazer com que esse professor se sinta inseguro em abordar aspectos históricos dessa disciplina, por considerar que isso demandará saberes que somente historiadores possuem.

Embora alguns livros de física do Ensino Médio já tragam informações sobre FMC, normalmente tais obras não apresentam aspectos históricos da construção do conhecimento científico nem quanto aos cientistas que contribuíram para o seu desenvolvimento. Então, assim como na maioria das escolas não se ensina sobre FMC devido a fatores como carga horária reduzida e falta de materiais disponíveis para demonstrações dessa temática (OSTERMANN, 1999), também abordagens históricas são pouco vivenciadas pelos estudantes (OLIVEIRA e GOMES, 2016).

Este trabalho descreve uma sequência de atividades realizadas com alunos de uma turma de primeira série do Ensino Médio de uma escola pública de Aracaju, SE, buscando responder ao seguinte questionamento: É possível evidenciar aspectos do pensamento crítico desses alunos a partir de uma abordagem historiográfica de elementos historiográficos de Albert Einstein? Para isso, procurou-se identificar nas respostas desses alunos às diferentes ações de intervenção, aspectos que se relacionam com as capacidades de pensamento crítico, tais como refletir e argumentar.

HISTÓRIA DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E ALBERT EINSTEIN

A física dos povos antigos era mais voltada para observação da natureza e seus acontecimentos, passando a ter um caráter experimental com os estudos e observações de Galileu Galilei, no século XVI. Devido a isso, esse cientista é considerado um dos mais importantes fundadores do método experimental; sua principal contribuição diz respeito à natureza da queda dos corpos. Para muitos estudiosos, a exemplo de Peduzzi (2009) e Feynman (2004), Galileu também é considerado um precursor da Física Moderna, pois iniciou a revolução do conhecimento da física estudada e conhecida antes das suas teorias.

Após a divulgação das teorias de Isaac Newton, no século XVII, a física passou por um período de calmaria, que perdurou por quase dois séculos. Os cientistas desse período acreditavam que todas as leis da física já tinham sido descobertas e postas em evidência. Esse quadro começou a mudar a partir da divulgação das equações de Maxwell no final do século XIX, que servem para descrever todos os fenômenos elétricos e magnéticos (PEDUZZI, 2009).

A física de antes de Maxwell, Planck e Einstein respondia aos anseios de um mundo macroscópico, onde “tudo” era visto e experimentado. Mas uma nova visão começa a surgir com as teorias destes cientistas, derivando na chamada Física Moderna, em que os constituintes do mundo microscópico começam a ganhar forma. Com as novas descobertas sobre o átomo, outros elementos entram em cena, como o elétron, os raios X e a radioatividade, o que acabou criando outros paradigmas para a ciência, possibilitando imaginar uma física que vai muito além daquilo que os olhos conseguiam enxergar (PEDUZZI, 2005).

Einstein contribuiu para mostrar que as leis físicas que existiam precisavam ser aprimoradas e que algumas verdades científicas concebidas anteriormente sobre os fenômenos da natureza eram errôneas. É notória a contribuição desse cientista para o desenvolvimento das novas tecnologias, mesmo depois de mais de cem anos do ano Miraculoso de Einstein em 1905, ano que foi denominado assim devido aos seus feitos, postulados nos seus cinco artigos.

PENSAMENTO CRÍTICO

O avanço da ciência e da tecnologia impõe cada vez mais desafios educacionais, no sentido de formar cidadãos críticos e capazes de intervir no seu meio físico e social. Com a rapidez das informações que são transmitidas por diversos meios de comunicação, faz-se necessário que as pessoas tenham capacidade de compreender e questionar os assuntos que

chegam até elas, como também de solucionar problemas, inclusive os sociais em seu entorno, de maneira a contribuir para a plena qualidade de vida. Mas para que isso aconteça, o cidadão precisa desenvolver e fazer uso das capacidades do pensamento crítico (TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2014).

O desenvolvimento dessas capacidades ajuda as pessoas a pensar e a resolver seus problemas de maneira racional, a partir de reflexões antes de tomar qualquer decisão, seja no âmbito social, pessoal e profissional. Conforme Ennis (1985, p. 46), o pensamento crítico se apresenta como “uma forma de pensamento racional, reflexivo, focado naquilo em que se deve acreditar ou fazer”.

O âmbito escolar é muito importante para o desenvolvimento do pensamento crítico, e é nele que o poder da reflexão e argumentação sobre todo os tipos de problemas enfrentados pelos alunos e pela sociedade deve ser posto em evidência, para que os estudantes possam buscar soluções de forma consciente e racional e não apenas com base em suas crenças (BULEGON; TAROUCO, 2015). No Brasil, vários documentos educacionais dirigidos à educação básica, principalmente para o Ensino Médio, evidenciam a importância do pensamento crítico; como exemplo, tem-se o artigo 35 da Lei Diretrizes e Bases da Educação da Educação Nacional (LDB), onde ele é especialmente elencado nos incisos III e IV desta lei.

III- O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV- A compreensão dos fundamentos científico-tecnológico dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (BRASIL, 1996, P.15).

No ensino de Ciências, notadamente no de Física, é fundamental que os conhecimentos científicos sejam utilizados para solucionar problemas, para que os alunos possam intervir na realidade pessoal e escolar de forma crítica e consciente. Nesse sentido, não basta somente estar mobilizado para tal pleito, também é necessária a contribuição de uma série de mecanismos pedagógicos para a efetivação do pensamento crítico. Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2014, p. 19), em se tratando de ensino de ciências,

Uma séria e real preocupação em torno da promoção do potencial de pensamento crítico dos alunos obriga a focar a atenção nas práticas didático-pedagógicas, tendo em conta as dimensões através das quais estas se concretizam na sala de aula, como sejam: os materiais curriculares, as atividades de aprendizagem, as estratégias de ensino e a atmosfera de sala de aula.

Então, para promover o desenvolvimento das capacidades de pensamento crítico dos alunos, no ambiente escolar a partir de situações de aprendizagem, mitos e crenças precisam

ser questionados e os conhecimentos científicos discutidos, confrontados e significados para a vida dos alunos.

DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

A pesquisa se deu em uma turma do primeiro ano do ensino médio de uma de uma escola pública localizada em Aracaju, Sergipe. A turma era composta por 26 alunos, em sua maioria meninas, com idades entre 15 e 16 anos.

O estudo teve por base princípios de pesquisa-ação, que visa relacionar a prática com a teoria de uma forma construtiva, possibilitando uma compreensão crítica sobre o processo de ensino e aprendizagem, como também a intervenção crítica na sociedade. A pesquisa-ação trabalha com sujeitos e problemas envolvendo situações reais, onde os sujeitos envolvidos buscam refletir sobre os diversos acontecimentos para se chegar a uma solução.

Inicialmente, foram realizadas atividades para motivar a participação dos estudantes no desenvolvimento de uma sequência de sete encontros, com duração aproximada de uma hora e quarenta minutos cada. Procurou-se saber dos alunos sobre as trajetórias deles enquanto estudantes e o que eles conheciam sobre Física. A seguir são descritas as atividades desenvolvidas em cada encontro.

No **primeiro encontro** foi apresentada a proposta da sequência de atividades para a turma. A partir da conversa inicial pudemos perceber o quanto os alunos sabiam sobre Albert Einstein e FMC. Considerando-se as falas deles, os detalhes dos encontros posteriores foram ajustados. A escolha dos materiais utilizados nas atividades levou em conta que deviam possibilitar explorar as opiniões dos alunos sobre o objeto de estudo. Esse encontro foi realizado no horário da aula da disciplina Física, com o intuito também de observar os alunos nas atividades didáticas cotidianas e de entregar os termos de consentimento para eles.

Iniciando o **segundo encontro**, foi pedido aos estudantes que escrevessem tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein. Após terem concluído essa primeira atividade, eles receberam um texto sobre o que diferencia a Física Clássica da FMC, que foi produzido a partir de um de Silva (2011), que pode ser encontrado em <http://www.infoescola.com/fisica/quantica>, e de trechos do livro de GILMORE (1998). Após isso, foi organizada uma roda de conversa para que os estudantes comentassem sobre o texto lido.

O documentário “A História de Albert Einstein” foi exibido no **terceiro encontro**, com passagens referentes a aspectos pessoais, profissionais e científicos da vida dele. Esse documentário está disponível no YouTube (www.youtube.com/watch?v=WwX-G_E7MYk).

No **quarto encontro** os alunos escreveram, individualmente, respostas para questões referentes ao documentário apresentado na semana anterior. As questões foram: O que você percebeu sobre Albert Einstein no documentário? O que você gostou nele? O que não gostou? Quais as cenas mais importantes do documentário para você? Sua concepção sobre Albert Einstein continua a mesma? Com exceção da primeira questão, as perguntas foram acompanhadas de pedido de justificativa da resposta. Após o recolhimento das respostas, foi promovido um debate sobre o documentário para que os alunos fizessem suas colocações sobre o que assistiram.

Os alunos foram convidados, no **quinto encontro**, a elaborar uma revista em quadrinhos sobre a história de Albert Einstein considerando o que eles tinham observado no documentário e nos encontros anteriores.

No **sexto encontro** os alunos apresentaram uma peça sobre a vida de Albert Einstein.

No **sétimo encontro** eles foram novamente convidados a escrever tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein.

Para a análise dos dados coletados nos encontros, constituídos de relatórios e anotações das observações, recorreu-se a Bardin (1995), que propõe um esquema para análise de conteúdo, constituído de três fases: a pré-análise; a exploração do material e o tratamento dos resultados; a inferência e a interpretação.

Na pré-análise foram identificados e agrupados os “núcleos de sentidos” próprios da análise de conteúdo tipo temática, com base nas capacidades de pensamento crítico, adaptadas e propostas por Tenreiro-Viera e Viera (2005). Na segunda etapa foram exploradas as respostas dos alunos às diferentes ações de intervenção e os registros do diário da pesquisadora. Por último, os resultados foram interpretados com o intuito de se fazer algumas inferências sobre os dados obtidos. Serão apresentadas considerações breves sobre os resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao responder ao questionamento inicial, os alunos não fizeram analogias com nenhuma contribuição científica de Einstein; a grande maioria escreveu somente uma frase pequena, como “Ele foi um grande físico”. Mesmo não sabendo exatamente quem foi Einstein, eles

mencionaram algumas frases célebres atribuídas a esse cientista, que frequentemente são utilizadas nas redes sociais como frases motivacionais. Alguns alunos deixaram em branco por não terem conhecimento sobre Einstein. Na roda de conversa, a maioria dos alunos expressou ideias. Um comentário do aluno 23, apresentado a seguir, feito na roda de conversa, demonstra que ele refletiu sobre o texto lido e tentou argumentar, o que demonstra certo pensamento crítico, pois para Ennis (1985) esse tipo de pensamento está relacionado ao pensar e agir racionalmente.

A física para mim é algo muito “esquisito”, antes de chegar no ensino médio não entendia a importância da física, achava que ela era apenas mais uma disciplina comum, como as outras, mas percebi que ela não é. Ela é feita por gênios, como: Einstein, Newton entre outros. Sempre utilizei aparelhos, porém, não sabia que só foi possível a sua construção através da física moderna ou física quântica, como queira chamar.

No **terceiro encontro**, ao longo da exibição do documentário, os estudantes comentavam pontualmente sobre algumas cenas, mas sem muito alarde. Após os alunos assistirem ao documentário, a pesquisadora fez breves comentários e passou a fala para os alunos. Em seus comentários, os alunos disseram que Einstein era muito corajoso e inteligente; que ele lutou muitos anos para comprovar a sua teoria; que muitas pessoas o ajudaram e ele não fez tudo sozinho.

Por ser um documentário extenso e que traz em seu arcabouço fatos científicos, históricos, culturais e pessoais de um cientista, com personagens explicando tudo que aconteceu com Albert Einstein, não despertou a atenção dos demais alunos. Provavelmente os alunos esperavam um filme semelhante aos dramas e de aventura, mas o documentário foge desse modelo. Mesmo assim, acreditamos que o documentário é um recurso didático que pode auxiliar na aprendizagem dos alunos, chamando a atenção deles para os conteúdos estudados.

No **quarto encontro**, que ocorreu duas semanas após o terceiro encontro, foi aplicado um questionário contendo cinco perguntas sobre o documentário. Segue abaixo as respectivas perguntas e respostas.

1- O que você percebeu no documentário?

A maioria dos alunos relatou sobre a força de vontade e a perseverança de Albert Einstein, pois mesmo diante das dificuldades e da não aceitação das pessoas sobre as suas teorias, continuou com suas pesquisas, como nos mostra os relatos a seguir:

O documentário relatou coisas bastante interessantes sobre a vida de Einstein. Ele tinha sido reprovado e mesmo assim continuou acreditando em suas teorias, isso chamou muito a minha atenção. (A23)

Eu percebi no documentário que Einstein era uma pessoa normal que trabalhava, estudava e tinha família, mas que com muita perseverança e determinação ele conseguiu fazer a teoria da relatividade. (A6)

Eu percebi que qualquer pessoa pode ser o que quiser, basta querer e ter força de vontade. (A18)

Os alunos começam a desmistificar a figura do gênio e passaram a vê-lo como um homem com defeitos e qualidades, mas com uma dedicação a mais pelos estudos, pois passou a maior parte da vida se dedicando à ciência. Dois alunos (A1, A3) perceberam durante o documentário que Albert Einstein tinha senso de humor e muita humildade, pois estava sempre preocupado com o bem da humanidade.

Albert tinha um senso de humor, uma inteligente gigante, apesar de todos as dificuldades jamais desistiu dos sonhos. (A1)

Albert Einstein tinha um senso de humor, e uma preocupação com os outros. O documentário tem muitas informações uteis. (A3)

A persistência de Albert Einstein em comprovar sua teoria foi o que mais chamou a atenção dos alunos. Ao analisarmos as respostas a essa pergunta percebemos o quanto a busca pela realização dos sonhos é enfatizada por eles. É provável que isso ocorra devido ao nível de formação dos alunos e por serem adolescentes. Somente um aluno (A26) falou sobre a vida amorosa do cientista.

Percebi mais um pouco sobre a vida de Einstein e suas descobertas, seus romances proibidos e como conseguiu ganhar o prêmio Nobel. (A26)

É perceptível na resposta desse aluno e na dos demais a naturalidade com que eles aceitaram essa parte da vida de Einstein, pois não houve nenhum espanto e nem crítica sobre a vida amorosa desse grande físico.

2- O que você gostou nele? Por quê?

Quatro alunos trouxeram novamente a persistência de Einstein em provar sua teoria.

Ele foi muito batalhador, porque se não correr atrás não conseguimos nada e ele batalhou muito para descobrir as coisas. (A4)

Gostei da insistência. Porque ele não desistiu em nenhum momento e conseguiu o que esperava, que era provar que todas as suas teorias estavam corretas. (A26)

Que ele nunca desistiu de provar sua teoria, ele sempre persistiu até que um dia ele conseguiu. (A17)

Mais uma vez, vemos o quanto é importante para esses jovens a realização dos sonhos e a perseverança de que é possível realizar aquilo que se deseja, bastando ter paciência, persistência e lutar, como bem mostra o documentário sobre a vida de Albert Einstein. As falas dos alunos nos mostram o quanto é importante trazer a história da ciência e sua construção para

sala de aula, pois os alunos conseguem se perceber como sujeitos capazes de fazerem algo significativo para o desenvolvimento da ciência. Há uma compreensão de que o conhecimento científico é construção humana e não apenas de alguns gênios, como se atribui as descobertas.

Gostei da história, pois ele mostra que mesmo os que não possuem inteligência podem desenvolvê-la com uma simples rejeição. Exemplo: quando os professores não acreditaram nele, mesmo assim ele começou a observar e descobrir as coisas de uma maneira diferenciada. (A9)

Eu gostei, porque a história dele mostra que mesmo sendo considerado sem inteligência, a pessoa pode desenvolvê-la a partir de um simples desprezo por parte das pessoas e professores. (A15)

Outros alunos gostaram do documentário que, por ter um caráter formativo, faz memória à vida pessoal, profissional e científica de Einstein, como também dos cientistas que o ajudaram na comprovação de suas teorias. Conforme os alunos A1, A3 e A23.

Gostei de todas as cenas, porque nele tive a oportunidade de me informar mais sobre Albert e suas teorias, informações que não conhecia. (A1)

Gostei das informações que ele me proporcionou, o documentário me deu informações as quais não sabia. Gostei muito de saber sobre a vida do meu gênio favorito. (A3)

Gostei, porque fala sobre a vida dele detalhadamente e explica a descoberta das teorias e invenções dele. (A23)

A partir dessa sessão, as ideias dos alunos sobre a construção de um grande cientista abriram espaço para a percepção de que a ciência é feita por grandes homens, mas que eles não são deuses e nem nasceram prontos.

Três alunos retrataram que gostaram da cena que Albert Einstein recebe o prêmio Nobel em Física e do quanto suas teorias revolucionaram o mundo científico.

Gostei da teoria, porque Einstein com sua teoria mudou o pensamento da humanidade. (A22)

Eu gostei quando no documentário passou a parte que ele consegue comprovar suas teorias e de ter ganhado o prêmio Nobel em Física. (A26)

Gostei da parte que ele começa a se dedicar aos estudos e descoberta da teoria da relatividade. (A10)

Um aluno (A6) gostou do documentário porque ele traz um recorte da vida de Einstein de uma forma lúdica, fazendo com que a aprendizagem fosse divertida e prazerosa.

Eu gostei porque foi uma maneira mais divertida de aprender sobre Einstein. (A6)

Podemos perceber na resposta do aluno o quanto a utilização de recursos didáticos alternativos poderá auxiliar no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, porque, provavelmente, dessa forma o aluno se sentirá motivado pela disciplina e pelos conteúdos ministrados em sala de aula. Três alunos (A7, A17 e A14) relataram que gostaram o documentário porque ele aborda a vida familiar de Einstein.

Gostei. Ele passou por cima das dificuldades, ele era considerado louco, o pai dele tinha desgosto dele, porém no final ele conseguiu ganhar o prêmio Nobel. (A7)

Gostei. Porque mostra a união família e que ele não tinha somente tempo para estudar. (A17)

Gostei da parte que mostra a família dele, é bom saber que ele tinha sentimentos e que não vivia somente estudando. (A14)

A fala do aluno A14 nos leva a entender que ele pensava que Einstein é era um ser humano desprovido de sentimentos, porém, essa visão mudou após assistir ao filme.

3- O que não gostou? Por quê?

Somente dois alunos falaram que não gostaram, os demais relataram que gostaram de tudo que viram.

Eu não gostei da parte que Einstein teve que viajar, porque ele teve que deixar sua esposa e seus filhos. (A10)

Não gostei da cena que fala que o pai dele morreu sem saber o quanto ele era inteligente e gênio e da cena que ele desvaloriza a sua esposa inteligente e a troca por uma mulher que só queria fama. (A7)

Os alunos fizeram uma crítica relevante considerando a história familiar do cientista, e observaram que Einstein precisou mudar de cidade para dar prosseguimento as suas teorias e estudos. Provavelmente, esses alunos valorizam muito os laços familiares. O aluno A7 faz um uma crítica interessante sobre a postura de Einstein diante da família e da esposa.

4- Quais as cenas mais importantes do documentário para você? Por quê?

Treze alunos responderam que gostaram da cena em que Einstein comprova sua teoria sobre a relatividade e quando ele ganha o prêmio Nobel, como a seguir:

A parte mais importante foi quanto ele conseguiu provar a teoria dele. Porque ele mostrou que não podemos desistir dos nossos sonhos. (A18)

A cena que ele consegue comprovar a teoria da relatividade, porque era o que todo mundo estava esperando, ela foi a base para o sucesso de Einstein. (A7).

A que cientistas vieram pedir para ele se mudar para Alemanha e a cena da premiação do prêmio Nobel. (A26)

Novamente, observou-se nas falas dos alunos a palavra sonho. Provavelmente eles se sintam mobilizados a lutar pelos seus. Somente um aluno foi mais específico e detalhista sobre as cenas que gostou.

As várias tentativas dele de tirar foto do eclipse; ele tentando trabalhar e fazer uma teoria científica e saber que ele demorou quinze anos para provar sua teoria sobre a relatividade. (A6)

Um aluno falou que gostou de todo o documentário, pois ele aborda aspectos da vida pessoal de Einstein, mostrou para o mundo ser capaz de descobrir novas teorias científicas. Cinco alunos relataram que gostaram de tudo, pois para eles uma cena é complemento da outra.

Todas, porque uma complementa a outra, o documentário é uma progressão dos acontecimentos da vida de Albert Einstein no campo dos estudos, da vida pessoal e de como ele conseguiu conciliar os estudos e a vida familiar ao mesmo tempo. (A3)

Todas as cenas são importantes para que tenhamos uma boa concepção sobre a vida dele. (A10)

- 5- Sua concepção sobre Albert Einstein continua a mesma? Se não, justifique o que mudou?

Dez alunos responderam que continuou a mesma; desses dez, somente três alunos justificaram as suas respostas.

Sim, porque na minha opinião Einstein é o melhor físico do mundo, não porque ele conseguiu fazer tudo sozinho, mas porque precisou de ajuda. Ele tinha uma imaginação muito aguçada, que foi um dos elementos que ele utilizou para provar suas teorias. Einstein não era como os outros físicos, nunca desistia, até mesmo diante das dificuldades impostas pela sua religião. A física para Einstein não era somente estudo, mas vida, era a vida dele, era o que ele gostava de fazer, era a sua paixão, sua sede insaciável de conhecimento e a vontade de explicar o porquê das coisas. (A3)

Sim, porque sabia que ele nunca iria desistir de seu sonho e ele lutou e conseguiu realizar. (A17)

Sim, ele continua sendo inteligente, um louco e um gênio como sempre pensei que ele seria. (A7)

O restante dos alunos respondeu que as concepções deles não mudaram, pois só com o filme passaram a conhecer a vida e obra de Einstein. O aluno A4 foi claro e objetivo na sua resposta, ele falou que “Não, pois não sabia de nada sobre ele”. Esse aluno apresentou respostas coerentes desde o primeiro questionário, quando informou que não sabia de nada sobre Albert Einstein e nunca tinha ouvido falar sobre ele. Exemplos dos demais relatos:

Não. Porque consegui ver algumas coisas que não sabia sobre a vida dela, como por exemplo, que ele não usava nenhum aparelho eletrônico ao longo de sua pesquisa. (A18)

Mudou. Se eu o achava inteligente, agora acho mais ainda. (A23)

Não. Porque não conhecia muita coisa sobre ele e o documentário trouxe com mais clareza aspectos sobre a vida dele e me ajudou a ver Einstein de outro jeito. (A20)

Não, mudou porque percebi que ele não usava muita tecnologia, mas mesmo assim ele conseguiu provar sua teoria. (A5)

No **quinto encontro**, os alunos foram sucintos nas histórias em quadrinhos que produziram. Embora apresentando textos curtos, foi possível perceber que a criticidade deles ganhou espaço e a imagem que eles internalizaram de Einstein foi posta em evidência nos enredos criados. Na execução da tarefa, percebemos nos alunos ações de socialização, interação e participação com a atividade e com os colegas.

A aluna A3 descreveu Einstein como um gato, apresentando nos quadrinhos recortes do ela achou mais interessante sobre a vida dele. A Figura 1 apresenta a capa da revista dela.

A Figura 2 representa o corpo do trabalho da aluna. Podemos perceber que ela representa nessas imagens vários momentos da vida de Einstein de uma forma sucinta e significativa.

Figura 1 – Capa da revistinha produzida pela aluna A3.



A Figura 3 retrata o falecimento de Einstein e a retirada do cérebro dele para estudos posteriores. Podemos perceber que a aluna A3 apresenta elementos novos sobre a vida desse físico se compararmos com as suas colocações anteriores.

Conforme Costa *et al* (2007, p. 30) a imagem “é uma estratégia que atrai a atenção do aluno, auxilia a reflexão crítica”. É de grande valia lembramos que ao desenhar, os alunos tiveram oportunidade de refletir mais sobre a história de Einstein para decidir sobre o que iriam abordar e que linguagem utilizar na criação de seus quadrinhos. Cada detalhe da revista externaliza o que eles pensam e como eles visualizam Einstein e as pessoas que conviveram com ele, como também os acontecimentos que se passaram durante a vida deste cientista.

Figura 2 – Corpo da revistinha produzida pela aluna A3.

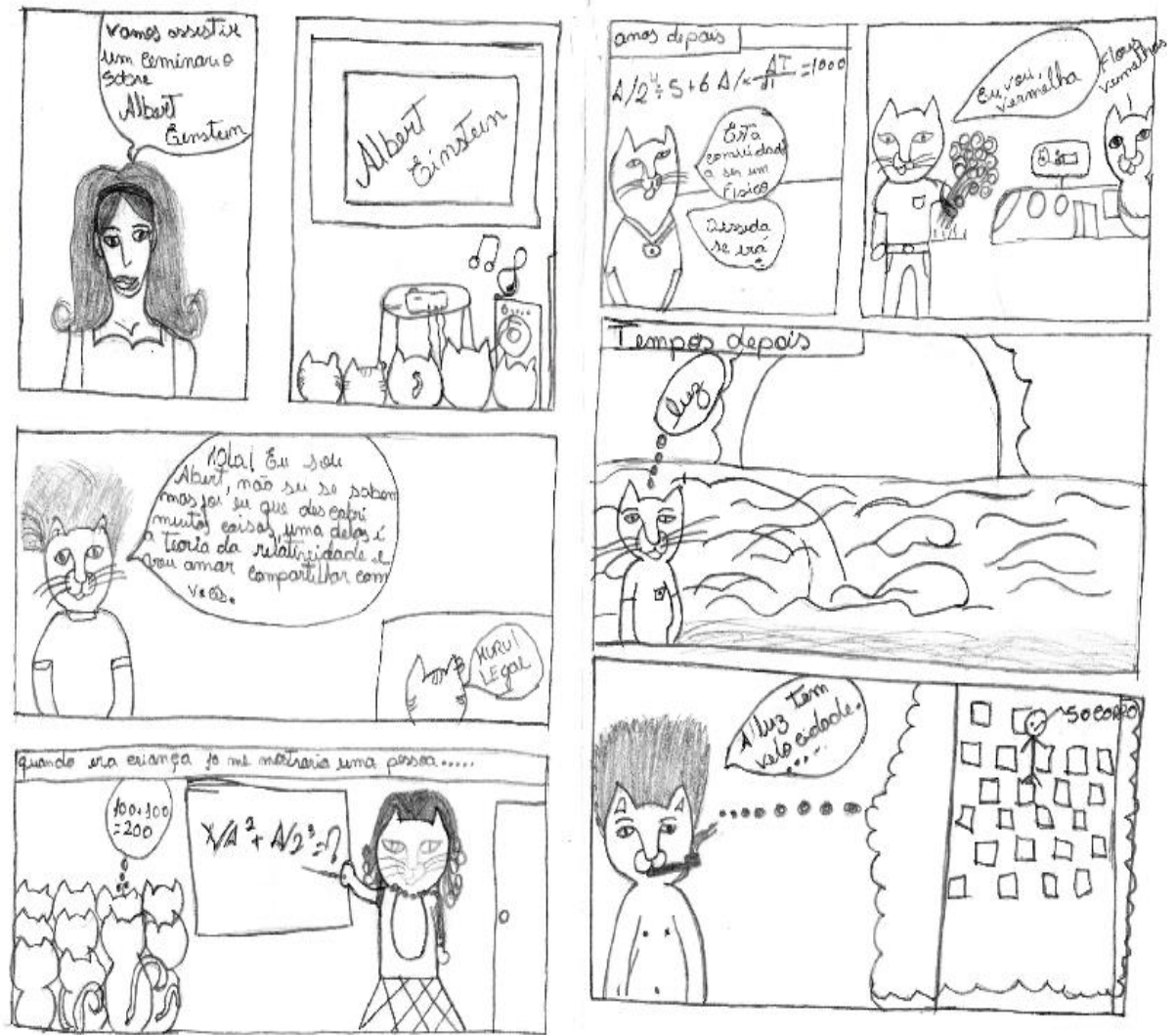


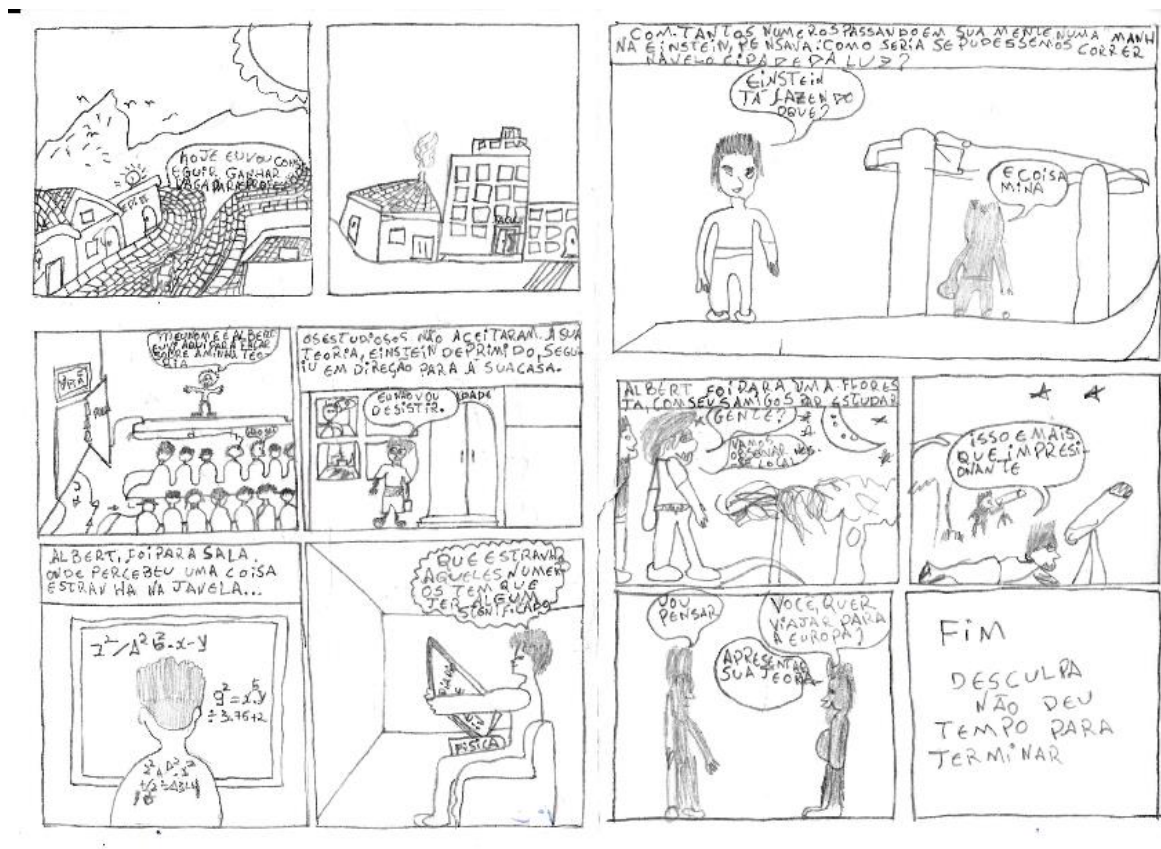
Figura 3 – Representação do falecimento de Einstein (aluna A3).



FIM

O aluno A20 fez uma releitura da vida e obra de Einstein com uma linguagem mais coloquial e contemporânea, os desenhos dela mostram um Einstein sério e ao mesmo tempo um homem descontraído. Esse aluno também foi sucinto nas respostas ao questionário, mas seus desenhos demonstram uma maior liberdade de expressão. Nos quadrinhos, esse aluno tentou abordar diversas fases da vida de Einstein, desde o seu momento solitário de estudos e de pesquisas até a fase da vida dele como professor e pesquisador. Ele retrata a cooperação que Einstein teve para ganhar a teoria da relatividade (Figura 4).

Figura 4 - Corpo da revistinha produzida pelo aluno A20.



Lemke (2002) descreve que “o idioma natural de ciências é uma integração sinérgica de palavras, diagramas, desenhos, gráficos, mapas, equações, tabelas, e outras formas de expressão visual”. Podemos perceber essa harmonia na construção do processo de aprendizagem desses alunos, pois a cada novo encontro eles trazem elementos novos e momentos diversos da vida de Albert Einstein.

Acreditamos que criar histórias em quadrinhos dá liberdade ao sujeito de caracterizar seus personagens de acordo com o que pensa ser verdade. De acordo com Held (1980) “a imaginação pode e deve ser educada, e a experiência que ela nos dá é mais importante e válida

do que qualquer outra que possamos adquirir somente através do pensamento racional”. Isso é algo muito interessante, pois os alunos nas suas representações sobre a vida de Einstein nos mostraram algo diferente do que tinham escrito nos seus questionários anteriormente, eles deram asas à imaginação e não ficaram com receio de escrever certo ou errado, de criar algo parecido ou não com o que tinham estudado, visto e respondido anteriormente.

As imagens criadas por esses jovens exigiram deles reflexão sobre o que iriam pontuar e expor nas suas historinhas. O jeito de escrever e argumentar nos leva a inferir que o pensar criticamente começa a se fazer presente na construção do conhecimento deles, pois a alunas faz uma releitura da vida de Einstein e tenta nos mostrar detalhes da vida estudantil dele através dessas representações pictóricas.

Ao analisarmos as demais histórias construídas pelos alunos, consideramos que, provavelmente, eles não se atentaram para o documentário e nem para as questões que foram discutidas em sala de aula, pois confundiram algumas partes do que tinham visto no documentário. Por exemplo, o aluno A11 escreveu a seguinte frase “Quando a mulher de Einstein faleceu, ele se casou com sua amante, ela cuidou dele quando ele ficou doente”. O documentário sobre a vida e obra de Einstein mostra que ele pediu o divórcio a sua esposa, Mileva, e em troca disso ele daria o dinheiro que ganhasse do prêmio Nobel. A sua esposa aceitou o acordo. Diante dessa aceitação Einstein foi morar com sua prima Elsa.

Foi perceptível a dificuldade que alguns alunos tinham em escrever, pois os textos produzidos por eles eram sucintos e com pouca argumentação. Porém, na construção das historinhas observamos que eles se sentiram conseguiram escrever e mostrar nas imagens os seus pensamentos e pontos de vista. Então, devemos considerar que existem diversas formas de transmitir, conhecer e comunicar uma mensagem, isso acontece de acordo com o universo gerado por cada indivíduo (ARRUDA, 2002).

Para o **sexto encontro**, a professora regente da turma sugeriu no quinto encontro que os alunos apresentassem uma peça sobre a vida de Albert Einstein. Devido a isso o intervalo de tempo do quinto encontro para o sexto foi maior, para que eles tivessem tempo para escrever o roteiro da dramatização e ensaiar. Para eles representar já era algo normal, pois participavam de oficina de teatro ofertada pelo colégio.

A aluna A7 foi a escritora/roteirista da peça, fazendo uma releitura do documentário, em um roteiro com linguagem contemporânea e com informalidade entre as relações pessoais. A peça abordou dois aspectos da vida de Einstein, o de pai e esposo e o de pesquisador. O drama tentou abordar toda a pesquisa e esforço dele para conseguir provar a teoria da relatividade,

porém somente a ajuda de Planck foi evidenciada na peça. Na peça Einstein se refere a Max Planck como amigo. Os outros cientistas foram ocultados, o que nos leva a acreditar que para os alunos, a ajuda dos outros cientistas não foi expressiva. Trouxeram também à tona a falta de credibilidade que os professores universitários próximos a Einstein tiveram para com as ideias dele, sobre sua teoria e o fim do seu casamento com Mileva, com ênfase no termo de convivência que Einstein fez para ela. No documentário, Mileva foi caracterizada como uma mulher simples e do lar, que seguia as ordens do esposo. Eles representaram que ela só aceitou o divórcio depois que Einstein propôs dar o valor do Prêmio Nobel a ela em troca da separação. Elsa, prima de Einstein, foi caracterizada como uma mulher charmosa e carinhosa para com ele, vivia com todo requinte e luxo.

Durante a encenação da peça, observou-se o quanto os alunos haviam se empenhado para dar vida à história de Einstein. Mas cada aluno colocou seu toque pessoal na caracterização do seu personagem. Ficou evidente na dramatização que eles haviam pesquisado sobre o tema, pois anteriormente nenhum aluno tinha mencionado sobre o efeito fotoelétrico em seus comentários, somente sobre a teoria da relatividade. Mas na dramatização eles mostraram que o Prêmio Nobel que Einstein recebeu foi pela teoria do efeito fotoelétrico. A investigação deles, a imaginação da aluna que escreveu o roteiro e a dos alunos que a encenou tornou a história de Albert Einstein mais acessível e compreensível para eles. A reflexão e a imaginação se fizeram presentes na construção da dramatização, e de certa forma mostra a criticidade deles em relação a forma de tratamento de Einstein para com sua esposa, pois o narrador da história enfatiza que ela era inteligente e o ajudava nas suas pesquisas. É provável que a ênfase dada à vida pessoal de Einstein se deu pelo fato de ser uma aluna a roteirista da peça.

Após a apresentação da peça, a pesquisadora teve um momento de conversa com os alunos, em que indagou sobre as impressões deles em relação ao que foi apresentado?

A Aluna A7 falou que se aprofundou mais sobre a vida de Einstein e compreendeu sobre a importância que suas teorias têm para o nosso cotidiano. Então, a pesquisadora pediu para a aluna esclarecer mais suas ideias. A aluna A7 respondeu que os estudos dele foram importantes para o surgimento das novas tecnologias, em especial o celular.

A pesquisadora perguntou por que os alunos não haviam abordado esses elementos no questionário. A aluna A7 falou que não tinha prestado atenção antes e não deu muita importância ao que estava sendo estudado. Mas se fosse escrever um texto sobre a vida de Einstein e sobre a Física Moderna e Contemporânea eles saberiam escrever corretamente e com fundamentação. Os demais alunos concordaram com a colega e não acrescentaram nada.

O aluno A18 agradeceu a pesquisadora pela oportunidade de terem conhecido a história de Albert Einstein e por conhecerem uma Física tão próxima deles. Ele disse também que a partir dali saberia qual é a Física aplicada nas novas tecnologias e a diferença entre a Física Clássica e a Moderna.

A partir do que foi apresentado, pode-se entender que as diferentes abordagens do tema apresentado possibilitaram o aprimoramento do pensamento crítico, pois permitiram trazer essas novas falas sobre o documentário. O pensamento crítico está relacionado ao poder de reflexão e argumentação (ENNIS, 1985). A argumentação mais sólida sobre quem foi Einstein se fez presente na peça e nesse breve debate.

Na fala desses alunos percebemos que houve uma mudança em relação ao processo de ensino e aprendizagem deles em relação a física. Isso de fato houve, embora de forma lenta. Mas no final podemos perceber o quanto eles foram se apropriando da FMC a partir da história de Albert Einstein.

No **sétimo encontro** foi pedido aos alunos que escrevessem tudo o que sabiam sobre a vida de Albert Einstein. Esse encontro ocorreu dois meses após o último. Somente 19 alunos estavam presentes ao encontro. Alguns alunos demonstraram saber um pouco sobre a história de Albert Einstein, outros não quiseram ou não sabiam nada sobre e acabaram escrevendo pouco em seus relatos. Seguem algumas respostas.

A aluna A1 no pré-teste pesquisou na internet, já na atividade final ela demonstrou saber algo sobre Einstein, escrevendo sem ajuda de textos da internet:

Albert no seu período escolar sofria muito bullying dos seus colegas por não se interessar nos estudos, até quando o certo dia uma professora desafiou ele a fazer uma conta grande e em segundos ele entregou a professora a resposta. Albert era casado com uma moça chamada Mileva, eles tiveram dois filhos. Albert virou um grande físico por conta da sua inteligência e suas invenções, sempre teve o seu jeito observador. (A1)

A aluna A1 traz em seu relato um resumo de tudo aquilo que assistiu no documentário. No primeiro relato a linguagem é mais culta e no último mais coloquial. No último questionário ela acrescenta algo novo ao que tinha escrito antes, com elementos que não estão relacionados.

A aluna A3 desde o início demonstrou saber alguma coisa sobre Einstein, seus textos foram cheios de informações sobre esse grande físico. O seu primeiro texto trouxe algumas informações errôneas sobre Einstein, o que pode ser considerado natural, pois ela ouviu, leu e estudou sobre Albert Einstein e sobre suas contribuições para a humanidade fora do ambiente escolar.

Einstein desde pequeno se mostrou ser um gênio, ainda criança resolveu uma conta passada pela sua professora. Einstein era judeu, porém não aceitava muito bem sua

religião, pois não entendia direito sua religião. O pai de Einstein era um rabino e sua mãe era uma mulher comum e o tio dele trabalhava como mecânico.

[...] Einstein provou a teoria da relatividade, provou também que o espaço e o tempo passam devagar, escreve e publicou livros, ele adora um cachimbo. [...]

[...] Einstein para mim é o maior físico do mundo, pois além de ser inteligente era persistente e guerreiro. Porque o tempo em que ele viveu era hostil, ele subiu na vida e é lembrado até hoje. Quando ele morreu seu cérebro foi retirado para estudos posteriores. (A3)

Esta aluna no seu primeiro texto apresentou mais elementos da vida científica e estudantil de Einstein; após a intervenção ela resume a vida dele em dois eixos, no primeiro é retratado a construção da vida científica e no segundo, a vida pessoal, com ênfase na vida conjugal de Einstein. Essa aluna apresenta indícios de capacidades de pensamento crítico, pois ela ficou em silêncio durante a escrita, refletiu e tentou argumentar, leu e releu o seu texto várias vezes, demonstrou segurança no que estava escrevendo.

Os demais alunos escreveram com propriedade sobre Einstein. Houve uma diferença considerável entre o primeiro texto escrito e o último. Acreditamos que essa diferença é positiva, pois os discentes foram mobilizados a aprenderem sobre a história da física a partir de vida e obra de um dos mais importantes físicos da era moderna. A partir da vida de Einstein alguns alunos desconstruíram a ideia de genialidade que eles tinham dos grandes cientistas, em especial de Albert Einstein, e passaram a vê-lo como uma pessoa humana, dotada de inteligência e mais perto de si. (MESQUITA, 2011)

Usar das capacidades de pensamento crítico é ter consciência no que acreditar, pensar e decidir (ENNIS, 1985). Vemos que a maioria dos discentes foram mudando suas ideias, sua opinião ao longo da pesquisa. Nos primeiros encontros os alunos estavam tímidos na escrita, escreviam poucas palavras ou preferiam não responder. Nos últimos encontros eles começaram a expressar sua opinião e refletiam sobre o que queriam escrever.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível identificar, em vários momentos da sequência, que os estudantes demonstraram habilidades relacionadas a aspectos do pensamento crítico. Na primeira atividade, por falta de conhecimento sobre o tema abordado, eles responderam sucintamente ao que foi pedido, mas ao longo das atividades passaram a apresentar argumentações mais elaboradas. Mesmo considerando que esses alunos estavam em processo de construção da criticidade e que tinham pouco ou nenhum conhecimento sobre aspectos da vida de Einstein e

quanto às definições do vem a ser Física Clássica e Física Moderna e Contemporânea, a sequência de atividades, além de propiciar oportunidades para que refletissem e argumentassem sobre tais aspectos e definições, possibilitou o aprimoramento da capacidade de reflexão e argumentação deles.

O desenvolvimento das habilidades de pensar criticamente depende muito da forma como os professores mediam as atividades de aprendizagem. Cabe aos professores promover ações motivadoras durante suas aulas, que conduzam o aluno a pensar e argumentar sobre os conteúdos e temas abordados dentro e fora do ambiente escolar. A abordagem histórica da física se mostra uma estratégia pertinente, propiciada pela leitura de textos científicos, acompanhados de vídeos, debates e produções escritas realizadas pelos alunos.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, Rio de Janeiro, n. 117, p. 127-47, 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo Edições 70, 1995.

BONJORNO, J. R.; BONJORNO, R. DE F. S. A.; BONJORNO, V.; RAMOS, C. M.; PRADO, E. P.; CASEMIRO, R. **Física: eletromagnetismo, física moderna: 3º ano- 2**. Edição, São Paulo: FTD, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BULEGON, A. M.; TAROUCO, L.M. R. Contribuições dos objetos de aprendizagem para ensinar o desenvolvimento do pensamento crítico nos estudantes nas aulas de Física. **Ciência & Educação**, v. 21, p. 743-763, 2015.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B.; LEITE, S. Q. M.; BARBOSA-LIMA, M. C. A construção da biossegurança através de imagens: contribuição para o ensino de Ciências. **Revista Eletrônica Enseñanza de Las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.

DOMINGUINI, L.; MAXIMIANO, J. R.; CARDOSO. Novas abordagens do conteúdo de física moderna no ensino médio público do Brasil. IX ANPED Sul Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. 2012.

ENNIS, R. H. A logical basis for measuring critical thinking skills. **Educational Leadership, Champaign**, v. 43, n. 2, p. 44-48, 1985.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**: tradução Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

GILMORE, R. **Alice no País do Quantum: A Física Quântica ao alcance de todos**. Editora JZE. 1ª Edição, 1998.

HELD, J. **O imaginário no poder: as crianças e a literatura fantástica**. 3. ed. São Paulo: Summus, 1980.

JARDIM, W. T.; GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigação em Ensino de Ciências**. v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

JESUS, M. A.; DINIS, J. B. O estudo da vida e obra de grandes nomes da física moderna e contemporânea através da produção de vídeo com a técnica DRAW MYLIFE. **Colégio de aplicação da Universidade Federal do Acre- Vol.1, n.1, p. 72-80, 2014.**

LEMKE, J. L. Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes, y acciones. In: BNLLOCH, M. **La educación em ciências**. Barcelona: Paidós, p. 159-186. 2002.

MESQUITA, D. S. M. **Matéria e radiação: uma abordagem contextualizada ao ensino de física**. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília.2011.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. p. 41.

OLIVEIRA, L. M.; GOMES, M. L. A. Einstein e a Relatividade entram em cena: diálogos sobre o teatro na escola e um ensino de Física criativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 943-961, 2016.

OSTERMANN, F. **Tópicos de física contemporânea em escolas de nível Médio e na formação de professores de física**. 1999. 175 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

PEDUZZI, L. O. Q. **Do átomo grego ao átomo de Bohr, Publicação interna**. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2005.

PEDUZZI, L. O. Q. **Evolução dos conceitos da Física. A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, 2009.

ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58/2-15/02/12.

SILVA, L. H. S. Física Quântica. Disponível em: www.infoescola.com/fisica/quantica/. Acesso em: 30/05/2018.

SILVA, H. R. A.; MORAES, A. G. O estudo da espectroscopia no ensino médio através de uma abordagem histórico-filosófica: possibilidade de interseção entre as disciplinas de Química e Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. p. 618-639, dez. 2015.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R.M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Revista Ciência e Educação**, v.11, n.2, p. 191-211, 2005.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construindo práticas didático-pedagógicas promotoras da literacia científica e do pensamento crítico. **Documentos de trabajo de iberciencia**, n. 02. p. 1-68, 2014.

TORRES, C. M. A.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. DE T.; PENTEADO, P. C. M. Física: **Ciência e Tecnologia**. 3ª edição, editora Moderna, São Paulo, 2013.

VITAL, A. GUERRA, A. Implementação da história da ciência no ensino de física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v.19, p. 1-21, 2017.

O QUE TEM SIDO PRODUZIDO EM TESES E DISSERTAÇÕES SOBRE CONCEPÇÕES CTS EM CURSOS DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

Rafaela Cristina da Silva Santos¹

Adjane da Costa Tourinho e Silva²

RESUMO: Uma educação voltada para a formação da cidadania e criticidade é um dos objetivos fundamentais do sistema educacional. Assim, o enfoque CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) surge como uma base auxiliadora deste processo. Este trabalho, teve como objetivo mapear produções científicas (teses e dissertações) num período de 10 anos (2007-2017/01) que tratam sobre CTS no processo de formação inicial de professores de Ciências Naturais, na busca de tentar compreender as concepções CTS que a educação brasileira está formando. Para tal, fez-se um levantamento na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações Nacional- (BDTD), de modo que as teses e dissertações foram selecionadas de acordo com as titulações de seus autores, palavras-chaves, resumo e texto de introdução. Ao final, pode-se concluir que as produções sobre CTS e formação inicial de professores são poucas, um fato que deve ser reavaliado, pois o licenciando será o mediador de conhecimentos em sala de aula, assim, deve possuir concepções sólidas para conseguir alcançar os objetivos almejados e, portanto, torna-se necessário investir em pesquisas nessa direção.

Palavras chave: Estado da Arte, CTS, Formação inicial de professores ciências, BDTD.

WHAT HAS BEEN PRODUCED IN THESES AND DISSERTATIONS ON CTS CONCEPTIONS IN THE COURSES OF INITIAL FORMATION OF TEACHERS OF NATURAL SCIENCES

ABSTRACT: An education focused on the formation of citizenship and criticality is one of the fundamental objectives of the educational system. Thus, the CTS (Science-Technology-Society) approach emerges as the auxiliary basis of this process. This work aimed to map scientific productions (theses and dissertations) over a period of 10 years (2007-2017 / 01) that deal with CTS in the process of initial training of Natural Sciences teachers, in the search to try to understand the CTS conceptions that education is forming. So, a survey was made at the Digital Library of National Theses and Dissertations (DLNTD), in which theses and dissertations were selected according to their titles, keywords, abstract and introduction. At the end, it can be concluded that the productions on CTS in initial teacher training are few, a fact

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal de Sergipe. Licenciada em Química e Especialista em Didática da Química pela Faculdade Pio Décimo. É Professora da Educação Básica, nos Níveis Fundamental e Médio, nos estados de Alagoas e Sergipe. E-mail: risquimica@outlook.com

² Doutora em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais, Mestre em Educação e Licenciada em Química pela Universidade Federal de Sergipe. Atualmente, é professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PPGEICIMA - desta universidade. E-mail: adtourinho@terra.com.br

that should be re-evaluated, since the teacher in former will be the mediator of knowledge in the classroom, thus, it must have solid conceptions to achieve the objectives.

Key words: State of the Art, STS, Initial teacher education science, BDTD.

INTRODUÇÃO

Em 1980, o aumento do número de cursos de pós-graduação em diversas Instituições de Ensino Superior (IES) gerou uma intensidade de publicações em diferentes áreas de conhecimento em nível de teses e dissertações. Esta intensificação de publicações produziu inquietações e questionamentos como: Quais são os temas mais focalizados? Como estes têm sido abordados? Quais as abordagens metodológicas empregadas? Quais as contribuições e pertinência destas publicações para a área? O que é de fato específico de uma determinada área? (ROMANOWSKI; ENS, 2006). Tais questionamentos podem ser respondidos por pesquisas denominadas de estado da arte ou estado do conhecimento. De acordo com Ferreira (2002), nos últimos quinze anos tem-se produzido um conjunto significativo desse tipo de pesquisa.

As pesquisas bibliográficas contribuem de maneira significativa na constituição de teorias em várias áreas pois, identificam os aportes significativos da formação de uma teoria em conjunto com a metodologia aplicada, apontando as possíveis limitações em que se desenvolve a pesquisa, as lacunas existentes; enaltecem novas experiências que surgem a cada pesquisa realizada, apontando alternativas para as soluções dos problemas encontrados e podem formar um perfil da área pesquisada, reconhecendo as contribuições que as pesquisas apresentadas podem propor para a área em foco. Além de fornecer um embasamento rico em teoria para o pesquisador, o estado da arte ou do conhecimento também permite conhecer todos os níveis de pesquisas já realizadas sobre aquele determinado tema, em certo período, possibilitando ao pesquisador não cometer o erro de pesquisar algo que ele julga ser inédito, mas que pode já haver pesquisas desenvolvidas e diretamente relacionadas.

Nessa perspectiva, este trabalho, parte integrante de uma pesquisa mais ampla, teve como objetivo mapear produções científicas (teses e dissertações) em um período de 10 anos (2007-2017) que tratam sobre as concepções de CTS e do ensino nesse paradigma de professores de Ciências da Natureza no processo de formação inicial, na busca de tentar compreender as concepções CTS que a educação brasileira está formando.

Uma educação que se volta para a construção de uma percepção crítica dos alunos acerca das relações entre Ciência e Tecnologia com aspectos socioambientais vem sendo considerada fundamental para o desenvolvimento democrático de um país, uma vez que uma sociedade se

torna mais inclusiva e democrática quanto maior for a participação de seus cidadãos na tomada de decisões (GIL PÉREZ et. al., 2001). O objetivo de tomadas de decisões responsáveis acerca da qualidade de vida em uma sociedade impregnada de Ciência e Tecnologia é proposto pelo ensino na perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade). Lederman (2007) considera que, em uma sociedade científica e tecnologicamente avançada, o exercício da cidadania associa-se à percepção crítica sobre as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Tal percepção possivelmente possibilitará que qualquer cidadão reconheça o que está envolvido em uma disputa sociocientífica e possa participar de discussões, debates e processos decisórios.

Entretanto, para que haja implantação dessa abordagem em sala de aula, é necessário que seus pressupostos e estratégias didáticas façam parte da bagagem de conhecimento do professor, pois ele é um dos principais agentes capazes de promover a eficácia dos processos de inovações pedagógicas.

As discussões sobre educação em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) emergiram na segunda metade do século XX, fruto da insatisfação de diferentes grupos com os impactos ambientais e sociais negativos causados pelo desenvolvimento tecnológico (AULER; BAZZO, 2001). A partir daí, cada vez mais o ensino de Ciências tem sido pensado contemplando questões que relacionam Ciência, Tecnologia, Sociedade e ambiente e, cada vez mais, crescem as produções acadêmicas nessa direção (SANTOS; MORTIMER, 2000). A emergência dos estudos nessa linha tornou-se expressiva na década de 1980 em âmbito internacional e em âmbito nacional desde 1990, com a publicação da primeira dissertação de mestrado brasileira defendida no campo da educação CTS, em 1992. A partir daí se lançou num rápido crescimento (CACHAPUZ et. al., 2008; MIRANDA, 2013).

Como evidenciado pela literatura da área, muito se tem produzido sobre ensino de CTS. Há, todavia um considerável descompasso entre a produção acadêmica e as práticas pedagógicas que se desenvolvem na escola. A reflexão sobre essa lacuna envolve a elaboração de um olhar sobre as concepções de professores sobre esse ensino. Nessa perspectiva, um estudo bibliográfico sobre esse tema fomentará um avanço nessa direção. Como discutido por Messina (1998), esse tipo de estudo funciona como um mapa que permite aos pesquisadores continuarem a sua caminhada.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em nossa pesquisa procedemos a um levantamento bibliográfico sistemático, mapeando as produções científicas de teses e dissertações nacionais interligadas com a área de pesquisa.

A pesquisa buscou trabalhos inseridos em um espaço de 10 anos, sendo assim, seu limite inicial começou pelas publicações do ano de 2007 e estendeu-se até o ano de 2017/01. O foco da pesquisa se relaciona às concepções de CTS de formandos em Ensino de Ciências da Natureza. Foram encontrados apenas 19 trabalhos sobre CTS registrados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) que estão relacionados com a formação de professores. Esses trabalhos foram selecionados primeiramente por uma busca avançada, colocando-se as palavras-chaves. Após o sistema liberar todos os possíveis trabalhos existentes naquela plataforma, foi realizada a leitura do título e do resumo de cada um deles, com o objetivo de selecionar somente aqueles que estivessem interligados direta ou indiretamente ao objetivo da nossa pesquisa.

A partir daí, procedemos a uma análise detalhada de cada trabalho, de modo a capturar o que apontam a respeito das concepções de professores de Ciências da Natureza em formação inicial sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade e o ensino nessa perspectiva.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

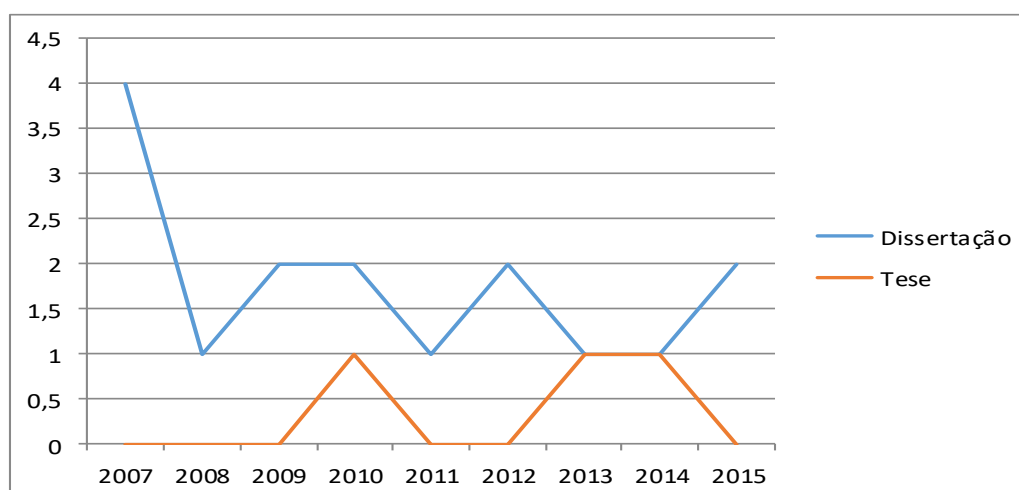
No Quadro 1 apresentamos um mapeamento geral dos trabalhos em níveis de teses e dissertações, ano de publicações, sua natureza, IES e seus respectivos autores.

Instituição	Título da Dissertação ou Tese	Autor
UFSC	Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química. (Dissertação)	Freire, Leila Inês Follmann, 2007.
UFP	CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física. (Dissertação)	Pedro Estevão da Conceição Moutinho, 2007
UFP	Contribuições do enfoque CTS para os conteúdos escolares de química. (Dissertação)	Leonora Maria Antunes Comegno, 2007.
UFRP	A implementação de uma abordagem CTS no ensino da química: Um olhar sobre a prática pedagógica. (Dissertação)	Ruth do Nascimento Firme, 2007
UEC	Ciência, tecnologia e sociedade na óptica docente: construção e validação de uma escala de atitudes. (Dissertação)	Alexander Montero Cunha, 2008.
UFSCAR	O ensino de uma abordagem CTS: evoluções nas concepções de futuros professores de física. (Dissertação)	Daniele Fiorine da Silva, 2009.
UFSCAR	Vestígio CTS no discurso dos licenciandos em ciências da UFSCAR. (Dissertação)	Alice Vianna Schmall, 2009.
USP	Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química. (Tese)	Marlene Rios Melo, 2010
UFPR	Professores formadores e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade na licenciatura em física. (Dissertação)	Rodrigo Braz Martins, 2010
FURG	Formação de professores no enfoque CTS de ciências pela narração de unidades de aprendizagem no grupo de pesquisa / formação. (Dissertação)	Edi Morales Pinheiro Júnior, 2010
UFPR	Enfoque CTS no ensino de física: Um estudo com estagiários de física. (Dissertação)	Cleiton Fábio da Rosa, 2011.
UEPB	Abordagem CTS e ensino de matemática crítica: um olhar sobre a formação dos futuros docentes. (Dissertação)	Débora Janaina Ribeiro Silva., 2012.
UFS	Percepção de licenciandos em física a respeito das inter-relações entre ciência – tecnologia- sociedade. (Dissertação)	Moacir Cardoso Nascimento, 2012.
UFABC	Ciência, tecnologia e sociedade: narrativas de licenciandos e supervisores do PIBID/ UFABC. (Dissertação)	Paula Aparecida Borges de Oliveira, 2013.
UNICAMP	Energia nuclear mediante enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação de professores de física. (Tese)	Thirza Pavan Sorpreso, 2013.
UFSC	Uma experiência na formação de professores em ciências naturais em ciências naturais em Timor-Leste. (Dissertação)	Graziela Lunardi, 2014.
UFMG	Abordagem ciência, tecnologia e sociedade em uma disciplina do curso de especialização em ensino de ciências por investigação. (Tese)	Alvares de Matos Santer, 2014

UFRGS	Educação química com enfoque CTS a formação cidadã: Caminhos percorridos nas licenciaturas da UPN da FURG (COLOMBIA- BRASIL) (Dissertação)	Andrei Steveen Moreno Rodriguez, 2015
UFS	Concepções dos licenciandos em química da Universidade Federal de Sergipe (UFS) sobre a contextualização crítica numa perspectiva CTS (Dissertação)	Everton da Paz Santos, 2015.

Uma análise gráfica (Figura 1) nos mostra que as produções de dissertações tiveram um decréscimo do ano inicial para o final. No que se refere às publicações de teses, estas estão crescendo de maneira tímida e equilibrada, diferentemente das dissertações, que tiveram seu marco inicial maior que o do final do período. Porém, é provável que estas pesquisas cresçam ao longo dos próximos anos devido ao aumento dos problemas ambientais, das discussões sobre os avanços científicos e tecnológicos, bem como seus impactos na sociedade. Assim, acredita-se que a formação inicial de professores deverá se fundamentar nas concepções CTS cada vez mais e, por consequência, espera-se que aumente a quantidade de pesquisas realizadas neste segmento.

Figura 1: Produção de Teses e Dissertações por ano 2007-2015.

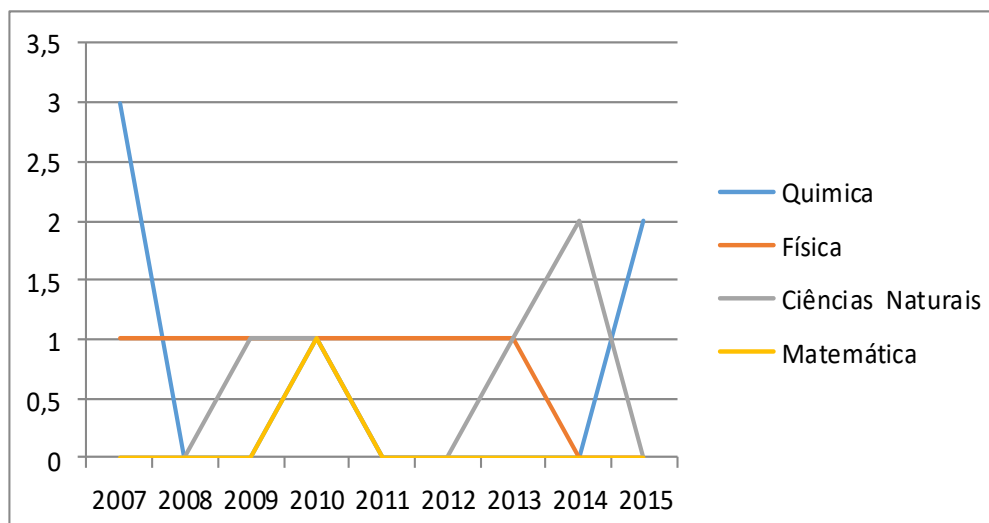


Fonte: As autoras

Considerando a produção por disciplina, podemos verificar na Figura 2 que a Química foi aquela que, juntamente com a Física, marcou o início das produções de pesquisas que relacionam concepções CTS e formação de professores, tendo no primeiro ano considerado nesta pesquisa (2007) 3 publicações de dissertação; sofreu uma interrupção de produção, voltando a ter publicações em 2010, com uma tese. No ano de 2015 houve a publicação de mais

duas dissertações. As publicações na área de Química mantiveram-se oscilando entre anos com publicações acima das demais disciplinas e anos com nenhuma publicação.

Figura 2: Produção de Teses e Dissertações por área e ano 2007-2015.



Fonte: As autoras

Na área da Física, as publicações realizadas não sofreram fortes oscilações, mas sim foram realizadas de forma equilibrada havendo a publicação de 01 trabalho por ano durante os anos de 2007 a 2013, sendo que em 2013, o último trabalho publicado foi uma tese. Assim, desde 2012 até 2017 não se tem uma nova pesquisa de dissertação publicada nesta área.

No decorrer do período limitado para a pesquisa encontramos 05 trabalhos na área das Ciências Naturais. Com a primeira publicação no ano de 2009, seguindo para 2010, 2011, 2013 e 2014, sendo que neste último ano foram publicadas duas dissertações e uma tese, encerrando até os dias atuais as publicações nesta área.

As publicações na área da matemática foram um aspecto preocupante, pois houve apenas uma publicação realizada no ano de 2010. É necessário modificar esse cenário da Área de Matemática, uma vez que esta ciência também se encontra extremamente vinculada com a sociedade, com a ciência e a tecnologia.

ANÁLISE QUALITATIVA DAS PESQUISAS DE ACORDO COM SUAS RESPECTIVAS ÁREAS:

Química:

A dissertação **Pensamento Crítico, Enfoque Educacional CTS e o Ensino de Química (FREIRE, 2007)** voltou-se para a capacidade de o professor ensinar Química por meio de um enfoque CTS na busca da possibilidade de desenvolver nos alunos um pensamento crítico (PC) relacionado à ciência e à tecnologia. A pesquisadora fez um levantamento bibliográfico sobre pensamento crítico aliado ao ensino de Química e o enfoque CTS, bem como realizou sondagens ao início e ao final de sequências didáticas CTS-PC, em duas turmas finais do nível médio. Concluindo o seu trabalho, explicitou os avanços do PC, que os participantes demonstraram ao serem submetidos às sequências de ensino desenvolvidas na perspectiva de CTS.

A dissertação **Contribuições do enfoque CTS para os Conteúdos Escolares de Química (COMEGNO, 2007)** volta-se também à criticidade, porém não a relaciona ao conceito de pensamento crítico, mas discute sobre a formação de uma postura crítico-reflexiva relacionada ao ensino de conteúdos químicos fundamentados em um enfoque CTS. Esta pesquisa fundamentou-se apenas em dados documentais e referiu-se ao Parecer nº 15/98, à Resolução nº 3/98 e aos PCNEMs. Por meio de um levantamento e análise documental, o autor-pesquisador concluiu que o movimento CTS se caracteriza como uma possível alternativa na superação da fragmentação e da distância com a qual os conteúdos de química são ensinados.

A terceira pesquisa analisada, **A implementação de uma abordagem CTS no Ensino de Química: Um olhar sobre a prática pedagógica (FIRME, 2007)**, objetivou analisar as concepções de professores de Química sobre as inter-relações CTS e a implementação desta abordagem em suas salas de aula, bem como os possíveis obstáculos a este fim. A metodologia envolveu atividades como entrevistas individuais, encontros com os professores e a observação desses professores em atuação. Os resultados informam que os professores indicam tanto sua formação inicial quanto as condições ambientais como obstáculos para o ensino de CTS.

A pesquisa **Educação Química com Enfoque CTS para a formação cidadã: Caminhos percorridos nas Licenciaturas da UPN e da FURG (COLÔMBIA - BRASIL) (RODRIGUEZ, 2015)** objetivou identificar e analisar propostas de formação nas quais se promova a Educação Química para a cidadania nos cursos de Licenciatura em Química da Universidade Pedagógica Nacional - UPN (Colômbia) e da Universidade Federal do Rio Grande - FURG (Brasil) por meio da abordagem CTS. O estudo é qualitativo, de tipo estudo de casos múltiplos. Foi desenvolvido utilizando Técnicas Bibliométricas e Análise Textual Discursiva ATD (MORAES; GALIAZZI, 2007) por meio de quatro etapas: Exploração dos sistemas educativos das duas nações, exploração de produção científica Ibero-americana em

CTS, análise de documentos que orientam as duas licenciaturas e entrevistas com os coordenadores dos dois programas. O autor destaca que os projetos políticos pedagógicos dos cursos se encontram em concordância e coerência com os documentos orientadores oficiais, que esses projetos são estruturados sob o desenvolvimento de competências, que não existe uma linha dedicada exclusivamente à análise das relações CTS nos cursos e que existe um interessante movimento em torno da valorização da profissão professor, pois se promove a prática docente como componente estruturante da formação.

A dissertação **Concepções dos Licenciandos em Química da Universidade Federal de Sergipe (UFS) sobre a contextualização crítica numa perspectiva CTS (SANTOS, 2015)** voltou-se a licenciandos do curso de Licenciatura em Química, da Universidade Federal de Sergipe (UFS), especificamente alunos matriculados na disciplina de Estágio Supervisionado I. Teve como principal objetivo investigar as concepções de um grupo desses licenciandos sobre contextualização numa perspectiva CTS para formação da cidadania, a partir de uma leitura de referenciais que se comprometem com esta abordagem. Utilizou como metodologia para tal análise, a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2011), assim como na pesquisa anterior. Foi possível identificar que, grande parte destes licenciandos, apresentou uma visão simplista do conceito de contextualização crítica do enfoque CTS defendido pelos referenciais propostos para leitura.

A pesquisa **Elaboração e Análise de uma metodologia de ensino voltada para às questões Sócio-Ambientais na Formação de Professores de Química (MELO, 2010)** procurou tornar viável a avaliação da formação de professores de Química na perspectiva de um comprometimento com as questões socioambientais. Para tanto, a pesquisadora elaborou e aplicou uma metodologia de ensino apoiada nos princípios da Química Verde em uma Instituição de Ensino Superior particular no interior de São Paulo no período de 2005-2008, estabelecendo indicadores de comprometimento socioambiental durante a evolução da elaboração dessa metodologia. Esses indicadores foram analisados sob a perspectiva do amadurecimento do aparelho psíquico proposto por Melanie Klein e generalizados para propiciar a análise dos projetos de ensino, elaborados pelos licenciandos da turma de 2008, com ênfase para as questões socioambientais na perspectiva CTSA. A autora concluiu que esses licenciandos só estariam efetivamente capacitados para ensinar sob essa perspectiva após terem sido apresentados a alguns indicadores essenciais e um ensino nessa perspectiva. Isso envolve a apropriação, não somente uma postura profissional incorporando novas estratégias

de ensino dos conteúdos teóricos, ou seja, com ênfase em CTSA, como também uma nova postura de vida frente a um consumo irresponsável e alienado.

Partindo-se da descrição dessas pesquisas, pode-se apreender uma preocupação com a formação inicial de professores de Química no sentido de que estes possam adquirir percepções adequadas acerca das relações CTS, bem como elementos didáticos para implementação deste ensino em sua prática docente. Todavia, evidencia-se que há fragilidades, nesse aspecto, na estrutura de cursos de formação, haja vista os resultados da análise das concepções dos licenciandos sobre tal tema, que expressam ideias ingênuas sobre essa complexa relação, e das matrizes curriculares verificadas. Isso, de alguma forma, se repete em outras áreas da Ciência da Natureza, como veremos a seguir.

Do ponto de vista metodológico, é perceptível o investimento em análises textuais, como a Análise Textual Discursiva ou mesmo uma análise do discurso, vertentes que, em algum nível, distanciam-se da Análise de Conteúdo.

Física:

A pesquisa **CTS e a Modelagem Matemática na Formação de Professores de Física (MOUTINHO, 2007)** foi realizada por um professor-pesquisador de física em sua turma de licenciatura composta de 32 alunos, na qual foram utilizadas a Tendência CTS e a Modelagem Matemática para gerar um ambiente de formação de professores com suporte para uma atuação voltada à criticidade. Trata-se de uma pesquisa participante, na modalidade narrativa, com objetivo de registrar e analisar as ações e os registros dos personagens da pesquisa. Foram planejadas seis atividades com o objetivo de coletar dados para responder ao problema de investigação. Esses dados foram obtidos por meio de filme, escritos dos alunos e escritos do professor-pesquisador. O autor conclui que o ambiente proporcionado pela tendência CTS e pela Modelagem Matemática, através da experimentação, são necessários para formação de um professor diferenciado, que queira dar significado à aprendizagem de seus futuros alunos, tendo em vista que percebeu nas falas destes as necessidades que têm de conhecer outras metodologias de ensino/aprendizagem em substituição à metodologia mecanicista cartesiana com a qual eles conviveram durante toda formação fundamental e média..

Na pesquisa, **Ciência, Tecnologia e Sociedade na óptica docente: Construção e validação de uma escala de atitudes (CUNHA, 2008)**, o autor visou à introdução do enfoque CTS no Ensino de Ciências. O trabalho desenvolveu-se em duas etapas. A primeira correspondeu à construção e validação de uma escala do tipo Likert para a avaliação das atitudes frente às interações CTS. A segunda etapa envolveu a aplicação deste questionário a um grupo

de 250 professores da Educação Básica para a análise do ideário presente sobre as relações CTS. Essa pesquisa, diferentemente das demais apresentadas até aqui, teve seu caráter quantitativo envolvendo uma análise multivariada de dados: a análise fatorial. Como resultado o autor destaca a presença de duas concepções distintas e contraditórias coexistindo no ideário docente: a influência social sobre a ciência e a tecnologia e o determinismo tecnológico. Conclui, considerando que a percepção da coexistência de concepções distintas permite formular caminhos mais eficazes para a introdução do enfoque CTS tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores da Educação Básica.

A pesquisa **O ensino em uma abordagem CTS: Evoluções nas Concepções de Futuros Professores de Física (SILVA, 2009)** apresenta uma análise da evolução nas concepções sobre a abordagem de ensino baseada nas relações CTS, no âmbito da formação inicial de professores de Física do nível médio. Os dados da pesquisa foram obtidos ao longo do desenvolvimento das disciplinas de Metodologia de Ensino de Física I e II ministradas no curso de Licenciatura em Física da Universidade de São Paulo. Utilizaram-se questionários, entrevistas e relatos produzidos pelos futuros professores, os quais possibilitaram caracterizar as concepções em foco e selecionar sujeitos para dois estudos de caso. A análise evidenciou que os futuros professores reelaboraram suas concepções iniciais ao longo da disciplina gradativamente, em movimentos de aproximação destas concepções a características de um ensino de Física com uma abordagem CTS. O autor ressalta a importância da conscientização dos licenciandos sobre as evoluções de suas próprias concepções.

A próxima pesquisa, **Professores e Formadores e as Relações entre CTS na Licenciatura em Física (MARTINS, 2010)**, trabalhou com relatos dos professores formadores. Para o seu desenvolvimento, foram escolhidos dois caminhos de análise. No primeiro caminho, foram analisados os documentos oficiais: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Física (DCNs), Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) e um documento institucional como o Projeto Político Pedagógico (PPP) sob a luz do Enfoque CTS. Em seguida, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores formadores e seus alunos, desejando-se compreender quais são as relações que esses professores estabelecem sobre CTS e como elas se apresentam no curso investigado para a formação do licenciando. No que refere à análise da própria prática docente, os professores revelam dificuldades em desenvolver essa relação em disciplinas que compõem a Formação Profissional Geral, em especial, nas disciplinas de fundamentação ou de base, conhecidas comumente como "Físicas Básicas". Em

contrapartida, há uma crença entre esses professores de que as disciplinas de Formação Profissional Específicas ligadas à Licenciatura são desencadeadoras dessa discussão na formação do licenciando, como por exemplo, a disciplina de Física da Tecnologia. Diante disso, evidenciou-se um descompasso entre o que indicam os documentos e as práticas docentes, pois os professores não visualizam o curso como articulador dessa abordagem na formação docente.

A pesquisa **Enfoque CTS no Ensino de Física: Um estudo com Estagiários de Física (ROSA, 2011)**, teve como objetivos compreender as concepções de futuros professores de física acerca das relações CTS e analisar de que forma o curso de formação inicial está abordando as discussões nessa temática, bem como, as possibilidades de dificuldades na implementação de atividades com enfoque CTS em aulas no Estágio. Utilizando três alunos como sujeitos da pesquisa, que foram selecionados a partir de um questionário inicial, esta pesquisa também realizou uma entrevista semiestruturada a fim de compreender quais eram as concepções dos sujeitos acerca das relações CTS. Após a entrevista, os sujeitos realizaram docência no estágio e, ao término deste, os mesmos foram convocados para uma nova entrevista semiestruturada, com o objetivo de compreender as dificuldades e as possibilidades da implementação desse enfoque nas suas aulas.

Por meio dos resultados obtidos, foi possível perceber que esses sujeitos incorporaram posicionamentos críticos e de superação dos mitos de neutralidade da Ciência e Tecnologia (CTS). Em relação à implementação das atividades no estágio, os sujeitos ressaltam a dificuldade de contemplar os conceitos da física no enfoque CTS.

A pesquisa **Percepções de Licenciandos em Física a respeito das Inter-relações CTS (NASCIMENTO, 2012)** investigou as percepções de um grupo de licenciandos em Física da Universidade Federal de Sergipe a respeito das inter-relações CTS, em duas etapas. Na primeira houve montagem e aplicação de uma escala do tipo Likert, denominada neste trabalho de Questionário CTS e, na segunda etapa, a partir dos resultados obtidos na primeira, foram escolhidas seis afirmativas do questionário CTS para que fossem comentadas pelos licenciandos. O autor observou um distanciamento dos licenciandos em relação aos parâmetros: superação do modelo de decisões tecnocráticas, superação da perspectiva salvacionista da ciência e superação do determinismo tecnológico.

A pesquisa **Energia Nuclear mediante o Enfoque CTS na formação de Professores de Física (SORPRESO, 2013)** fundamentou-se nos elementos de Física Nuclear por meio da abordagem CTS em uma disciplina oferecida aos anos iniciais da licenciatura em Física. Como referencial teórico e metodológico para a constituição desta pesquisa, utilizou algumas noções

de Análise do Discurso, e algumas noções associadas às relações entre escola e sociedade, bem como entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Por fim, realizaram-se análises dos discursos dos licenciandos. A autora considerou que, além de os licenciandos terem a oportunidade de estabelecer um primeiro contato com a abordagem CTS, a unidade de ensino contribuiu para que suas concepções fossem ressignificadas, como por exemplo, a ideia de que o cotidiano do estudante se restringiria apenas à utilização de artefatos tecnológicos e à compreensão científica de atividades rotineiras, mas também abrangeria uma dimensão crítica sobre problemáticas da atualidade associadas à Ciência e à Tecnologia e a busca de intervenção nos rumos sociais.

Dentre os trabalhos aqui apresentados, conforme verificamos, há investimentos em análises quantitativas as quais se aliam à qualitativa. Isso se expressa nos trabalhos de Cunha (2008) e Nascimento (2012).

Ciências Naturais

A pesquisa **Vestígios CTS no discurso dos Licenciandos em Ciências na UFSCAR (SCHMALL, 2009)** configura-se como um estudo sobre a forma como alguns estagiários da Licenciatura em Ciências na UFSC estão significando a perspectiva Ciência Tecnologia e Sociedade- CTS- de ensino, em seus relatórios de estágio. Utilizou-se da Análise do Discurso (AD) de linha francesa como referencial principalmente teórico, mas também metodológico.

A pesquisa **A formação de Professores no Enfoque CTS na aula de Ciências pela narração de Unidades de Aprendizagem no grupo de pesquisa/formação (PINHEIRO JÚNIOR, 2010)** examina as aprendizagens de novo professores no grupo de pesquisa/formação, em um processo educativo colaborativo que articulou a formação de professores de Ciências e o desenvolvimento curricular, via narração de Unidades de Aprendizagem (UA), em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). As narrações das aulas mostram ser um dispositivo fundamental para a compreensão das teorias pedagógicas dos professores em processos de formação continuada. Com relação ao enfoque CTS, as narrações mostram um movimento inicial importante que precisa, entretanto, intensificar problematizações sobre a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da C&T e o determinismo tecnológico.

Para a pesquisa **Ciência, Tecnologia e Sociedade: Narrativas de Licenciandos e supervisores do PIBID/ UFABC (OLIVEIRA, 2013)**, o objetivo principal foi investigar se o enfoque CTS é contemplado, ou não, nas narrativas dos licenciandos-bolsistas e professores-supervisores participantes do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). As narrativas foram obtidas por meio de entrevistas e registros em forma de áudio.

Foram entrevistados nove participantes, sendo dois bolsistas e um supervisor de cada uma das seguintes disciplinas: Biologia, Física e Química. Os resultados evidenciam que os licenciandos estão se esforçando para atuarem na perspectiva CTS, buscando promover a formação cidadã, a desmitificação das crenças, a consideração do cotidiano do aluno e o incentivo à tomada de decisão, entre outros. Os resultados da análise também evidenciaram aspectos ligados aos saberes docente e à formação inicial e continuada.

Assim como a pesquisa anterior, esta pesquisa, **Uma experiência na formação de Professores em Ciências Naturais em Timor-Leste (LUNARDI, 2014)** também utiliza a narrativa como forma de obter um panorama sociohistórico amplo das quatro fases que constituem o sistema educativo de Timor-Leste. A metodologia usada envolveu uma extensa análise da realidade educacional, a partir de documentos normativos e do levantamento de dados realizados com os professores timorenses que participaram na formação Bacharelato de Energia. Foi elaborado, também, um perfil dos professores envolvidos na pesquisa para se obter uma visão geral desses sujeitos. A autora conclui que, trabalhar numa perspectiva dialógica o ensino de ciências em Timor-Leste deve ser algo amplamente discutido e refletido. Neste ponto, considera que seriam necessárias profundas e complexas reflexões sobre a possibilidade de convergir a educação problematizadora para os materiais didáticos propostos pela reforma educacional do país.

A pesquisa **Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade em uma disciplina do curso de especialização em Ensino de Ciências e por Investigação (SANTER, 2014)** investigou as abordagens Ciência, Tecnologia e Sociedade presentes nas tarefas da disciplina CTS I, elaborada tendo em vista uma matriz para a abordagem CTS. A disciplina CST I ocorre em um ambiente virtual de aprendizagem, o qual foi utilizado como instrumento de produção de dados. Do ponto de vista teórico- metodológico, a presente pesquisa se sustentou na análise da dinâmica discursiva das redes sociais. A análise revela uma intensa interação entre tutora e alunos, bem como a natureza dessa interação que varia de momentos em que os pontos de vista dos alunos são considerados, para outros em que o espaço gerado para tal exposição passa a ser restringido pela tutora. A autora considera que a percepção da tutora acerca de sua abordagem comunicativa favoreceria a natureza das interações e a exploração sobre as questões de CTS dos alunos.

A descrição dos trabalhos acima, repete, de alguma forma, aspectos mais gerais relativos aos resultados encontrados nos anteriores. Ressalta-se aqui, todavia, o uso de narrativas como

forma de obtenção de dados em dois dos trabalhos apresentados, sendo eles: Junior (2010) e Oliveira (2013).

Matemática

Considerando o período investigado, encontrou-se apenas um trabalho envolvendo unicamente o ensino de matemática, o qual é descrito a seguir.

O presente **trabalho Abordagem CTS e Ensino de Matemática Crítica: Um Olhar Sobre a Formação dos Futuros Docentes (SILVA, 2010)**, relata e discute uma experiência de utilização dos enfoques CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e da Matemática Crítica na formação de professores de matemática para o Ensino Médio por meio da técnica e procedimento da pesquisa ação. A pesquisa foi desenvolvida com os alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Estadual da Paraíba. A intervenção com base nos pressupostos da formação CTS e da Matemática Crítica se deu após a verificação da compreensão de prática de ensino manifestada pelos alunos nos primeiros momentos da disciplina. Como resultado, obteve-se uma leitura diferenciada do ensino de matemática, uma tentativa importante de se valorizar a relação ciência-cotidiano-vida e planos de aula com propostas de contextualização circunstanciada dos conteúdos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estado da arte pode demonstrar que existem poucos trabalhos na linha CTS direcionados especificamente para a formação de professores. Eles convergem em seus resultados, apontando para fragilidades nas concepções de licenciandos acerca das relações CTS, bem como as dificuldades que enfrentam na implementação deste ensino em suas aulas (na academia ou na vida profissional). Além disso, verificam-se fragilidades na abordagem ao tema nos cursos de formação inicial, o que se expressa tanto nos depoimentos de docentes e discentes, quanto na análise das matrizes curriculares de tais cursos.

Por outro, os investimentos para superar tal situação, expresso nas experiências descritas nas poucas pesquisas encontradas no período investigado, têm se mostrado frutíferos. Torna-se importante que as pesquisas nessa direção sejam intensificadas e seus resultados apreciados por professores e gestores envolvidos em cursos de formação inicial.

A escassez de pesquisas sobre a relação CTS e formação inicial torna-se um fato preocupante, pois os professores enquanto agentes mediadores de conhecimento devem possuir uma boa concepção em CTS para exercer bem a sua função de promover, além do interesse por

seus conteúdos ministrados na visão dos discentes, a criticidade e cidadania dos mesmos. Assim, é necessário que se tenham mais pesquisas direcionadas às concepções CTS inter-relacionadas com a formação de professores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, D. Movimento Ciência – Tecnologia - Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua Implementação no ensino de física. In: **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Resumo, n. 6, Florianópolis, 1998.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. **Revista Ciência e Educação**, vol.7, n.1, 2001, p.1-13.
- CACHAPUZ, A; PAIXÃO, F; BERNARDINO LOPES, J; GUERRA, C. Do Estado da Arte da Pesquisa em Educação em Ciências: Linhas de Pesquisa e o Caso “CiênciaTecnologia-Sociedade”. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 27-49, 2008.
- COMEGN. L. M. A. Contribuições do enfoque CTS para os conteúdos escolares de química. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação). **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2007.
- CUNHA. A. M. Ciência, tecnologia e sociedade na óptica docente: construção e validação de uma escala de atitudes. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Educação). **Universidade Estadual de Campinas**, 2008.
- FIRME, N. R. A implementação de uma abordagem CTS no ensino da química: Um olhar sobre a prática pedagógica. 2007. 204 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências). **Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, 2007.
- FERREIRA, N. S. A. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, v. 21, n. 79, p. 257-272. 2002.
- FOLLMANN, F. L. I. Pensamento crítico, enfoque educacional CTS e o ensino de química. 2007. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2007.
- GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. In: Abell, S. K.; LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Handbook of research on science education**. Mahwah – NJ: Lawrence Erlbaum Associates, p. 831-880, 2007.
- LUNARDI. G. Uma experiência na formação de professores em ciências naturais em ciências naturais em Timor-Leste. 2014. 213 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) – **Universidade Federal de Santa Catarina**, Florianópolis, 2014.

- MARTINS, R. B. Professores formadores e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade na licenciatura em física. 2010. 116 f. Dissertação (Mestrado em Educação). **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba, 2010.
- MELO, M. R. Elaboração e análise de uma metodologia de ensino voltada para as questões sócio-ambientais na formação de professores de química. 2010. Tese (Doutorado em Educação). **Universidade de São Paulo**. São Paulo, 2010.
- MIRANDA, E. M. Análise das principais tendências da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade (CTS) em teses e dissertações brasileiras das áreas de educação e ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, v.20, p. 2214-2218, 2013.
- MOUTINHO, P. E. C. CTS e a modelagem matemática na formação de professores de física. 2007. 115f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - **Universidade Federal do Pará**, Belém, 2007.
- NASCIMENTO, M. C. Percepção de licenciandos em física a respeito das inter-relações entre ciência – tecnologia- sociedade. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). **Universidade Federal de Sergipe**, São Cristóvão, 2012.
- OLIVEIRA, P. A. B. de. Ciência, tecnologia e sociedade: narrativas de licenciandos e supervisores do PIBID/ UFABC. 2013. 125f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino, História e Filosofia das Ciências e da Matemática). **Universidade Federal do ABC**, São Paulo, 2013.
- PINHEIRO JÚNIOR, E. M. Formação de professores no enfoque CTS de ciências pela narração de unidades de aprendizagem no grupo de pesquisa / formação. 2010. 102f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde). **Universidade Federal do Rio Grande**, Rio Grande, 2010.
- ROSA, C. F. da. Enfoque CTS no ensino de física: Um estudo com estagiários de física. 2011. 112f. Dissertação (Mestrado em Educação). **Universidade Federal do Paraná**, Curitiba 2011.
- RODRIGUEZ, A. S. M. Educação química com enfoque CTS a formação cidadã: Caminhos percorridos nas licenciaturas da UPN da FURG. 2015. 160f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências). **Universidade Federal do Rio Grande**, Rio Grande 2015.
- ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez., 2006.
- SANTER, A. de M. Abordagem ciência, tecnologia e sociedade em uma disciplina do curso de especialização em ensino de ciências por investigação. 2014. 309 f. Tese. (Programa de Pós-Graduação em Educação). **Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais**, 2014.
- SANTOS, E. P. Concepções dos licenciandos em química da Universidade Federal de Sergipe (UFS) sobre a contextualização crítica numa perspectiva CTS. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática). **Universidade Federal de Sergipe**, São Cristóvão, 2015.

SCHMALL, A. V. Vestígio CTS no discurso dos licenciandos em ciências da UFSCAR. 2009. 220f. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia e Sociedade). **Faculdade de São Carlos**, São Carlos, 2009.

SILVA, D. J. R. Abordagem CTS e ensino de matemática crítica: um olhar sobre a formação dos futuros docentes. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado de Ciências e Matemática). **Universidade Estadual da Paraíba**, Paraíba 2012.

SILVA, D. F. O ensino de uma abordagem CTS: evoluções nas concepções de futuros professores de física. 2009. 215f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de São Paulo, **São Paulo**, 2009.

SORPREAO, T. P. Energia nuclear mediante enfoque ciência, tecnologia e sociedade na formação de professores de física. 2013. 211 f. Teses (Programa de Pós- Graduação em Educação). **Universidade de Campinas**, Campinas, 2013.

RELATO DE EXPERIÊNCIA EM ESTÁGIO SUPERVISIONADO: UM ESTUDO SOBRE AS LEIS DA TERMODINÂMICA TENDO POR EIXO NORTEADOR O MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

Wescly Santana Lima¹

Tiago Nery Ribeiro²

Resumo: Neste estudo investigamos a aplicabilidade de uma sequência didática em aulas de Física sobre o conteúdo Leis da Termodinâmica em uma turma da segunda série do ensino médio. A investigação visou verificar a eficácia da estratégia didática que emprega o debate simulado, utilizando como base o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS. O procedimento metodológico empregou abordagem do tipo qualitativa, utilizando elementos do estudo de caso, fundamentada em questões abertas. Os alunos participantes da pesquisa formam um grupo de uma escola da rede estadual de ensino. A sequência didática foi subdividida em quatro unidades, cada uma delas trabalhada de maneira estratégica durante estágio supervisionado. As atividades da sequência didática sucederam as da análise das respostas dos alunos aos questionamentos. Como resultado das atividades, podemos considerar, com a experiência realizada em sala de aula durante o estágio supervisionado, que, a partir da utilização do enfoque CTS, aliado com debate simulado, o processo de ensino e aprendizagem passou a ter outro sentido para os estudantes e professores envolvidos, e que a estratégia de ensino aqui apresentada colabora para o desenvolvimento sociocientífico do aluno, que se envolve nos debates realizados em sala de aula.

Palavras-chave: Debate simulado, Ensino de Física, Leis da Termodinâmica, CTS.

EXPERIENCE REPORT IN SUPERVISED STAGE: A STUDY ON THE LAWS OF THERMODYNAMICS WITH THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE AS A NORTEXIS

Abstract: In this study, we investigated the applicability and results of a didactic sequence applied in a second-grade class of high school in physics classes through activities related to the content Laws of thermodynamics. The investigation aimed to verify the effectiveness of the didactic strategy that employs the simulated debate, using Science, Technology and Society - CTS as a base. The methodological procedure used a

¹Wescly Santana Lima é discente do curso de Física licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

² Tiago Nery Ribeiro é professor do curso de Física Licenciatura do Campus Prof. Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe.

qualitative approach, using elements of the case study, based on open questions. The students participating in the research form a group from a state school. The didactic sequence was subdivided into four units, each of which was strategically worked. The didactic sequence activities followed those of the analysis of the students' responses to the questions. As a result of the activities, we can consider, with the experience carried out in the classroom during the supervised internship, that, using the CTS approach, combined with simulated debate, the learning teaching process started to have another meaning and that the teaching strategy presented here contributes to the socio-scientific development of the student through debates held in the classroom.

Keywords: Simulated debate, Physics Teaching, Laws of thermodynamics, STS.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo relatar uma experiência didática ocorrida por meio de uma sequência de ensino aplicada em uma escola da rede pública do Estado de Sergipe durante a regência de classe na disciplina Estágio Supervisionado em Ensino de Física do curso de Física do Campus Professor Alberto Carvalho da Universidade Federal de Sergipe. O conteúdo tratado na sequência didática foi o relacionado às Leis da Termodinâmica, tendo por eixo uma perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), abordando questões problema baseadas em textos, simulações e uma situação problema a partir da utilização do motor de combustão interna como tema gerador da unidade de ensino.

Escolhemos o enfoque CTS por corroborarmos com Bazzo (2003), quando cita que o objetivo de uma educação em CTS é propiciar a formação de amplos segmentos sociais de acordo com a nova imagem da ciência e da tecnologia que surge nesse contexto. Dessa forma, acreditamos que, além de motivar os estudantes para a busca de informações relevantes e importantes com a perspectiva de que possa analisá-las e avaliá-las, é possível refletir sobre o conhecimento em questão, definindo os valores implicados neles e oportunizando ao aprendiz tomar decisões a respeito.

Além disso, faz-se necessário promover uma contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia, como consta na Base Nacional Curricular Comum – BNCC, e para isso se faz necessário discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural (BRASIL, 2018).

Introduzir temas sociais e tecnológicos presentes no cotidiano exige mudanças nas concepções pedagógicas. O professor, então, deve buscar novas estratégias de ensino

e propiciar aos alunos meios eficazes de relacionar o conteúdo estudado com o meio em que eles vivem.

Em nossa concepção, tratar o estudante como um sujeito vazio, que não traz consigo conhecimentos, como somente um recipiente depositário de informações, não seria adequado. Acreditamos que seja necessário preparar os estudantes para atuar e tomar decisões sobre situações que envolvam o seu cotidiano, os conceitos físicos inseridos na sua realidade. Para isso, faz-se necessário o desenvolvimento de uma estratégia que tenha o potencial de unir o conteúdo com o desenvolvimento de um pensamento crítico e criativo na análise das situações.

Dessa forma, nos perguntamos: Como seria realizar o estudo das Leis da Termodinâmica a partir de uma situação problema que tenha como eixo norteador os motores de combustão interna em uma turma de ensino médio?

Esse questionamento conduziu a uma ação didática que teve por objetivo desenvolver e vivenciar uma sequência de ensino (unidade de ensino) sobre as Leis da Termodinâmica na perspectiva da temática CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade. Neste trabalho foram analisados os resultados da fase de debate simulado como estratégia de ensino durante a aplicação desta unidade de ensino “As Leis da Termodinâmica tendo por eixo norteador o motor de combustão interna” durante atividades de Estágio Supervisionado em Ensino de Física IV.

REFERENCIAL TEÓRICO

O movimento CTS tem como um dos seus principais objetivos repensar as relações entre homem, ciência, tecnologia e sociedade. As investigações desse campo de pesquisa têm sido realizadas há alguns anos no Brasil, oportunizando intervenções importantes no processo de ensino e aprendizagem no ensino de Física.

Para Chrispino:

o CTS é uma maneira de abordar o currículo escolar ou mesmo de posicionar-se frente à Educação e ao mundo real, nos seus mais diversos aspectos. Mais do que uma técnica (pois não é uma ferramenta didática que conduz a um fim de aprendizado específico para encerrar-se logo após), nem uma metodologia (pois que abarca aspectos muito mais amplos que aqueles que caracterizam uma metodologia), CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educacional. (CHRISPINO, p. 81-82)

Por isso, “Enfoque CTS” é como também chamamos esse campo de investigação, tem o potencial de percepção da necessidade de renovação na estrutura curricular, de

forma que possibilite a junção do contexto da ciência, tecnologia e sociedade. Segundo Medina e Sanmartín, alguns dos objetivos principais que devem ser seguidos quando se pretende trabalhar com CTS no contexto educacional são:

- Questionar as formas herdadas de estudar e atuar sobre a natureza, as quais devem ser constantemente refletidas. Sua legitimação deve ser feita por meio do sistema educativo, pois só assim é possível contextualizar permanentemente os conhecimentos em função das necessidades da sociedade.
- Questionar a distinção convencional entre conhecimento teórico e conhecimento prático – assim como sua distribuição social entre “os que pensam e os que executam”. A não distinção remete a um sistema educativo confuso, que diferencia a educação geral da vocacional.
- Combater a segmentação do conhecimento, em todos os níveis de educação. Qualquer conhecimento deve ter relação com o contexto – seja ele social, histórico ou científico, com outros campos do saber e com outros conhecimentos do mesmo campo de saber.
- Promover uma autêntica democratização do conhecimento científico e tecnológico, de modo que ela não só se difunda, mas que se integre na atividade produtiva das comunidades de maneira crítica. (MEDINA; SANMARTÍN, 1990, apud, PINHEIRO et al, 2007, p. 74)

Partindo dessa ideia, podemos esperar que seja possível alcançarmos uma experiência de realizar o processo de ensino e aprendizagem no enfoque CTS independente do tema, do nível de conhecimento, das séries, do ambiente de ensino, ou seja, discutir os avanços da ciência, da sociedade e da tecnologia de forma contextualizada na sala de aula.

Por conta disso, o enfoque CTS tem o potencial de ser encarado como uma maneira de apresentar um debate íntimo das relações existentes entre a prática e a teoria, de forma a contextualizar, organizar e multiplicar os conhecimentos manifestados nos saberes necessários para a sociedade atual.

Após estudarmos algumas possíveis estratégias de ensino que tivessem o potencial de permitir perceber o CTS a partir de uma ideia de educação básica como um espaço de debate sobre as relações existentes entre a ciência, a sociedade e a tecnologia a partir da realidade do aluno, resolvemos escolher como estratégia de ensino um debate simulado. Essa estratégia de ensino pode possibilitar a exposição de pontos de vista diferentes sobre uma mesma questão, além de, poder contribuir para desenvolver o poder de argumentação dos alunos. Nesta atividade, os alunos assumem papéis distintos e posições contrárias a respeito de determinada questão, mesmo não concordando necessariamente com o que estão defendendo.

Segundo Gordillo (2005, p.11), o objetivo da vivência do debate é criar na sala de aula cenários democráticos propícios para promoção da participação do público na qual você pode aprender a participar. Ainda segundo o autor, um dos objetivos do debate simulado é trabalhar de forma cooperativa e oferecer argumentos racionais para o debate em torno das alternativas possíveis.

A estratégia do debate simulado já está sendo empregada em diversos cursos como recurso pedagógico, dentre eles podemos citar direito, sociologia, medicina, entre outros. Essa estratégia tem como principal objetivo auxiliar o estudante, principalmente, no desenvolvimento de conhecimentos e maturidade científica em questões que envolvam temas controversos, nos quais sejam necessários pensar de forma crítica e estimular a discussão entre os estudantes. Vale ressaltar que essa estratégia tem seus fundamentos pedagógicos ancorados na aprendizagem ativa e na aprendizagem colaborativa.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS

Considerando a sequência didática como uma ação ativa que se desenvolve ao longo do processo de ensino e aprendizagem, esse estudo se enquadra numa abordagem qualitativa, utilizando elementos da pesquisa-ação. Como afirma Thiollent:

A pesquisa ação é um tipo de investigação social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 2008, p. 14)

A sequência didática foi dividida em quatro unidades, tomando um tempo de oito horas/aula para sua aplicação. Os estudantes tiveram participação ativa em todo processo de ensino-aprendizagem. A sequência didática foi aplicada em uma turma com 40 alunos do segundo ano do ensino médio.

A unidade 1 foi composta inicialmente de um texto intitulado de “Emissões de poluentes por veículos automotores”, que relaciona o crescimento da população com o aumento da frota de veículos, e conseqüentemente o aumento da emissão de gases poluentes na atmosfera. A unidade foi composta pela leitura e discussão do texto e por duas atividades com 4 questões abertas, que estavam norteadas na exposição do décimo terceiro objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas - ONU, que discute acerca do combate as alterações climáticas.

Na unidade 2 foi realizada a discussão do texto “O motor a combustão interna: o que é e como funciona?” Nessa unidade, por meio de uma perspectiva histórica da

evolução dos motores, foi discutido sobre a relação entre os equipamentos e o desenvolvimento da sociedade e as consequências trazidas por eles. Além disso, foi proposta uma atividade na qual os estudantes deveriam destacar os aspectos positivos e negativos que os veículos trouxeram para sociedade, além de buscar soluções alternativas a substituição do motor a combustão interna.

Na unidade 3 foi trabalhada a relação entre os motores de combustão interna, seus rendimentos e as Leis da Termodinâmica, realizando a utilização de imagens e simulações computacionais. Neste momento também foi indicado que os alunos assistissem ao filme “Ice: Um dia depois do amanhã” para discutir na próxima unidade.

Na unidade 4 foi organizado um caso simulado baseado no filme, quando se dividiu a turma em 3 grupos. O grupo 01 tinha por objetivo pesquisar, discutir e argumentar a favor da industrialização, independentemente do que ocorra com a natureza. O grupo 02 tinha o objetivo de defender a preservação da natureza e contrário a ampliação das indústrias. O grupo 03 teve o objetivo de funcionar como júri, realizando perguntas e buscando contradições no discurso de cada grupo.

O debate foi organizado em cinco fases:

- Preparação – Fase de preparação individual. Neste momento foi indicado o filme “Ice – Um dia depois do amanhã”, que retrata a controvérsia entre a conservação do meio ambiente e a busca de licença de operação de grandes empresas e os impactos que podem causar. Esta fase teve por objetivo desenvolver competências básicas para os estudantes participarem dos debates, desenvolverem opinião acerca do tema, ser capaz de levantar questões e realizar análises críticas. Também foi dividido os grupos para discussão da seguinte forma: o primeiro foi adepto a não concessão da licença de operação dessas empresas, o segundo foi a favor da concessão da licença e, conseqüentemente, a favor do desenvolvimento tecnológico pouco importando o que acontecesse com o meio ambiente, e o terceiro foi mediador e questionador das duas questões.

- Trabalho em Equipe – Depois de definidas as equipes e os respectivos papéis, elas tiveram um tempo para reunir informações e argumentos para sustentar a hipótese que lhes foi atribuída.

- Exposição das equipes – Neste momento, as equipes realizaram uma exposição oral apresentando informações e argumentos a favor da postura assumida na controvérsia.

- Debate aberto – Depois das apresentações, o professor, como mediador, abriu o debate para que os pontos de vistas dos diferentes grupos fossem confrontados, e o terceiro grupo questionasse as afirmações feitas por pelos demais.

- Conclusão – ou pós debate, foi o momento que os estudantes, fora das atribuições feitas anteriormente, puderam expor suas opiniões individuais a respeito das controvérsias e da atividade que foi realizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de aulas necessárias para a aplicação dependerá das condições de ensino, ou seja, número de alunos por sala, quantidade de aulas disponíveis, e ainda, da escolha do professor em aprofundar certos temas ao sistematizar os conhecimentos em determinada atividade. Por exemplo, o professor pode realizar uma aula extra de exercícios, fazendo cálculos sobre as Leis da Termodinâmica, rendimento e entropia, ou até atividades experimentais. Para a realização na análise dos resultados resolvermos separar pelas unidades de aula aplicadas;

Unidade 1

Na primeira unidade foi apresentado aos estudantes os objetivos a serem desenvolvidos na sequência didática e o cronograma das atividades de maneira expositiva, bem como o responsável pela condução do projeto. Ao longo da unidade foram discutidos os possíveis impactos e alguns problemas causados pelo aquecimento global na sociedade, após a leitura e discussão da problemática do texto “Emissões de poluentes por veículos automotores”, aplicou-se uma atividade afim de verificar a opinião dos alunos acerca da temática abordada.

A questão 01 abordou a temática que vem sendo apresentada em vários noticiários que citam que a temperatura da Terra está aumentando ao longo dos anos. Por isso foi apresentada a pergunta: Você poderia citar, com suas palavras, quais os possíveis motivos para que isso esteja acontecendo?

Essa questão requereu que os estudantes buscassem concepções a partir de noticiários, revistas, jornais e internet sobre algo que remetesse aos possíveis motivos do aquecimento global. Identificamos que os alunos citaram possíveis causas, dentre elas tivemos: Emissão de CO₂ na atmosfera devido a queima de combustíveis fósseis, poluição do meio ambiente e emissão de fumaça pelos automóveis e pelas indústrias.

Na questão 2 da atividade foi perguntado aos estudantes se o processo do aumento da temperatura do planeta Terra seria um processo natural ou causado pelo homem. Identificamos todos os estudantes responderam afirmativamente. Nove dos alunos descreveram que o responsável por esse aumento da temperatura seriam os seres humanos, justificando que isso ocorre devido ao processo de industrialização. Dez alunos apontaram para o uso excessivo de carros com motores a combustão interna, e sete para o desmatamento, o restante apontou para ambos eventos.

No quesito 3 foi questionado se eles achavam que existia alguma relação entre os veículos automotores e o aumento da temperatura terrestre. Nessa questão eles apontaram que existia a relação sim, também apontaram indícios de como eles acham que funcionava o motor de um carro por exemplo.

Observou-se que durante a discussão dos textos os alunos conseguiram identificar como principal causa da emissão de gases poluentes os motores a combustão, além disso alguns estudantes tentaram explicar como funcionava o motor quando afirmavam: “*os carros, usam o petróleo como combustível, no funcionamento do veículo ele queima o combustível provocando liberação de gases na atmosfera*”. A partir dessas justificativas, eles tentaram explicar os quatro tempos do funcionamento do motor a combustão, principalmente a queima do combustível e com isso a solução de se colocar ou criar filtros mais eficientes para os escapes dos automóveis.

Na atividade dois desta unidade, na qual discutimos sobre o décimo terceiro objetivo de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU, foi discutido sobre o possível cumprimento desse objetivo até o prazo estimado. Buscamos identificar as concepções dos estudantes a respeito das políticas públicas e as decisões tomadas por governantes a respeito do efeito estufa. Nas discussões, identificamos que 25 alunos não acreditam que é possível esse prazo ser cumprido. Isso porque eles afirmam que: *cada dia que se passa o processo de industrialização é mais acelerado, ou seja, só cresce o número de fatores que contribui para o aumento da temperatura terrestre*. Além disso, informaram que existe uma *lentidão nas tomadas de decisões efetivas por parte dos governantes*.

O segundo questionamento dessa atividade serviu para procurar soluções para que fosse possível a realização desse décimo terceiro objetivo. As soluções citadas se encaixam no quadro de: melhores políticas públicas, diminuição da circulação de automóveis e melhoria do transporte público para que a população faça maior uso desse serviço e maior investimento na pesquisa para criação de produtos mais sustentáveis.

Diante das respostas nessa primeira unidade, verificamos uma importante organização dos conhecimentos acerca do tema, demonstrando uma preocupação social com o mesmo e uma busca para desenvolver atitudes que favoreçam a discussão do conteúdo, o que tem o potencial de favorecer o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico, ou seja, uma satisfatória sintonia entre o tema e o enfoque CTS.

Unidade 2

Na segunda unidade, o objetivo foi introduzir aspectos relacionados a tecnologia que existe nos motores de combustão interna a partir da problematização, visando facilitar a aprendizagem dos conceitos envolvidos no tema. Iniciamos essa unidade com a leitura e discussão do texto intitulado “O motor a combustão interna: o que é e como funciona?” (VIANNA, 2012).

O texto aborda o funcionamento do motor a combustão interna partindo de uma evolução histórica até a revolução industrial, na qual foi implementada a utilização de máquinas térmicas como objeto de transformação de energia. Após a leitura do texto ocorreu a resolução e discussão de questões acerca do conteúdo abordado.

Na primeira questão foi solicitado aos estudantes para destacar os aspectos positivos e negativos que as máquinas térmicas trouxeram para a sociedade. Na escolha dos fatos positivos observamos que eles tenderam a apontar aspectos referentes à locomoção e à rapidez do desenvolvimento tecnológico associado aos meios de transporte. Entre os pontos negativos, eles destacaram que além de poluir a atmosfera, com a grande frota de veículos que o mundo possui atualmente, nas grandes cidades ocorrem os congestionamentos, confrontando com a ideia de fácil locomoção que eles apontaram inicialmente. Esse ponto de vista foi um importante tema controverso para iniciar um pequeno debate sobre a utilização e qualidade do transporte público, a partir do questionamento: como podemos poluir menos se todos nós queremos ou temos a necessidade de termos automóveis? O que fazer sobre isso?

Longe de ser uma panaceia, a discussão teve o potencial de ser encarada como uma maneira de praticar questões/problemas que os estudantes identificaram como importantes na sociedade, podendo fazê-los refletir sobre o verdadeiro papel de cidadania do indivíduo.

Na segunda questão, os estudantes citaram algumas alternativas de transportes, que em substituição ao motor a combustão, podem diminuir a poluição na atmosfera. Nas

respostas, além de citar os carros elétricos e híbridos, os estudantes citaram os monotrilhos, como meio de transporte que atualmente só existe um aqui no Brasil. Esta questão suscitou uma discussão acerca de: por que esses tipos de meio de transporte não são incentivados em nosso país? Isso oportunizou debater um pouco sobre os valores envolvidos na tecnologia envolvida nos carros elétricos e o que isso poderia acarretar, por exemplo, na indústria do petróleo. Identificamos indícios de desmitificação do espírito de neutralidade da ciência e da tecnologia, corroborando com Pinheiro et al (2007), como uma forma de superar a mera repetição do ensino das leis que regem o fenômeno. Essa constatação possibilita refletir sobre o uso político e social que se faz desse saber. Esse é o princípio básico do CTS, que considera que é imprescindível desenvolver subsídios para que o aprendiz tenha a oportunidade de saber questionar e desenvolver a criatividade no ato de conhecer em sala de aula.

Unidade 3

Esta terceira unidade foi denominada como “A relação entre os motores de combustão interna e as Leis da Termodinâmica”. Nesta unidade introduzimos os conceitos físicos, históricos e ambientais da termodinâmica envolvidos no motor a combustão interna.

Inicialmente, realizamos uma contextualização histórica a respeito do desenvolvimento das máquinas térmicas e, em seguida, iniciou-se o estudo dos quatro ciclos do funcionamento do motor. Esse estudo teve por finalidade introduzir o princípio de conservação da energia, que é descrito pela primeira lei da termodinâmica. Utilizamos como estratégia pedagógica um simulador dos quatro tempos do motor térmico que trabalha no Ciclo Otto. Por meio da observação desse ciclo podemos visualizar e descrever o processo de combustão dos gases. Logo em seguida, foi proposto uma análise das perdas de energia que ocorre no ciclo em um automóvel. Com essa análise foi possível identificar as formas que um automóvel utiliza a energia fornecida pelo combustível, que na verdade é dissipada pelo sistema de resfriamento, pela exaustão, atrito etc.

Previendo o debate que ocorreria na quarta unidade, essa unidade foi importante na formação de competências necessárias para o estudante, uma vez que, de preferência, o debate deve ser conduzido após eles estarem de certa forma familiarizados com o tópico termodinâmica. Nesse momento, os estudantes demonstraram certa preocupação com o conteúdo, pois a necessidade de uma análise mais criteriosa do tema os faria se sair

melhor no debate. Então, identificamos indícios que o método do debate oportunizou uma participação mais ativa do estudante durante essa fase, fazendo com que eles se reportassem as dúvidas que havia sobre o conteúdo com maior intensidade.

Unidade 4

A conclusão desta sequência didática foi realizada por meio do debate simulado (GORDILLO,2005), que se iniciou extraclasse. Os estudantes assistiram ao filme “Ice: Um dia depois do amanhã” e fizeram a leitura de jornais e revistas a respeito do tema.

Ao iniciar esta unidade em sala de aula, foi solicitado que a turma se dividisse em três grupos. O primeiro grupo assumiu a posição de defender a industrialização, o segundo grupo tinha por objetivo defender a preservação da natureza e contrário a ampliação das indústrias por conta dos dejetos e o grupo três assumiu a função de júri, para questionar e intermediar o debate.

Com o início do debate, os dois grupos expuseram seus argumentos a respeito do tema definido afim de expor os diferentes pontos de vistas. Nessa fase identificamos que os estudantes iniciaram suas falas mais tímidos, retraídos, receosos com aquilo que iriam expor. Acreditamos que seja normal esse comportamento, pois todos eles estavam passando pela experiência do debate pela primeira vez.

As apresentações estavam focadas no filme e naquilo que tinham pesquisado, pouco se apercebeu durante o debate, que houvesse uma posição particular. As opiniões sempre estavam associadas ao posicionamento de determinado autor que eles pesquisaram. Isto é um indício de que houve uma busca na fundamentação da ideia a partir da experiência científica acerca daquilo que cada estudante gostaria de defender.

Momento bastante interessante foi quando os grupos foram questionados pelo terceiro grupo e nesse momento tiveram que sustentar seus argumentos. Faz-se necessário citar que, como na estratégia predominava o trabalho em equipe, nesse momento o professor precisou assumir o papel de mediador, de forma a coordenar as discussões, para que cada um tivesse a oportunidade de falar, incentivando a participação de todos.

Reconhecemos que, para todos da turma, foi um momento complexo e polêmico, pois se tratava de um tópico que quanto mais se procurava soluções, mais dúvidas apareciam. Por exemplo, um dos estudantes participantes chegou a citar: “*professor, quanto mais se discute nesse debate, mais eu fico com dúvida em que lado ficar*”. Os dois grupos se engajaram em suas defesas, o que valorizou significativamente o debate e o

tópico trabalhado durante a aula, contextualizando de algum modo o conteúdo, muitas vezes tão cobrado em sala de aula.

Ao final do debate, os alunos puderam sair dos papéis assumidos, tendo a oportunidade de expressar individualmente seus posicionamentos sobre a controvérsia. Neste momento da aula vale destacar os seguintes comentários dos estudantes participantes:

“Esse debate é importante para entender sobre a ideia de cada pessoa para proteger o meio ambiente sem deixar de lado o desenvolvimento da tecnologia. (...)”

“Gostei do debate porque foi algo diferente, algo que nunca tinha acontecido em minha turma, temos a oportunidade de expor nossas opiniões.”

“O debate serviu para entender mais sobre energia e meio ambiente”

“Aprendi que as pessoas devem ter consciência com o que faz sobre o desmatamento que prejudica as florestas.”

Essa atividade trouxe indícios da importância de fomentar o debate dentro da sala de aula, de tal forma que abre possibilidades de abordar questões relevantes que despertam o interesse e instiga tanto o estudante como o professor a pensar e raciocinar a respeito das tomadas de decisões. Nesse contexto, a abordagem do aquecimento global abre um leque de possibilidades para trabalhar diversos conteúdos como as Leis da Termodinâmica, industrialização e biodiversidade.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Os resultados desta aplicação nos permitem concluir que o estudo das Leis da Termodinâmica a partir de uma temática como os motores de combustão interna possibilita uma evolução conceitual significativa.

Além disso, foi notória a participação dos alunos durante a aplicação, pois, essa estratégia tem o potencial de tornar o estudante um sujeito ativo no processo de ensino e aprendizagem. Com relação às estratégias utilizadas, os resultados da aplicação demonstram sucesso de forma que os alunos conseguiram debater, expor, argumentar e defender seus pontos de vista, relacionando corretamente com o tema proposto.

Notamos, com a experiência realizada em sala de aula durante o estágio supervisionado que, a partir da utilização do enfoque CTS, aliado com debate simulado, o processo de ensino de aprendizagem passou a ter outro sentido. Como cita Pinheiro:

Professores e alunos passam a descobrir, a pesquisar juntos, a construir e/ou produzir o conhecimento científico, que deixa de ser considerado algo sagrado e inviolável. Ao contrário, está sujeito a críticas e a reformulações, como mostra a própria história de sua produção. Dessa forma, aluno e professor reconstróem a estrutura do conhecimento. Em nível de prática pedagógica, isso significa romper com a concepção tradicional que predomina na escola e promover uma nova forma de entender a produção do saber. (PINHEIRO et al, 2007, p. 77)

A utilização de diversas estratégias altera a forma de ensinar, possibilitando novas oportunidades de configurações no ensino e aprendizagem, arquitetando várias relações entre a sequência didática, os alunos e o professor.

A combinação de temas sociais e o ensino de Física demonstra potencial de inserção do debate simulado que pode oportunizar ao aluno perceber as situações atuais vivenciadas na sociedade e formar opiniões sobre tais fatos. Mas recomendamos utilizar o debate simulado de forma estruturada, a partir de uma preparação prévia, incentivando a interação entre os estudantes em um livre debate. É fundamental que o debate simulado parta de um único tópico, para evitar desfocar as ideias sobre o tema a ser abordado.

A partir do trabalho desenvolvido no estágio, acreditamos que se abre a oportunidade de se utilizar essa estratégia com o potencial de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, sendo uma experiência positiva para o processo de formação do estagiário de licenciatura em Física. Essa experiência oportuniza, além da vivência do debate, uma experiência de ensino diferente, com uma nova forma de ensinar e aprender Física.

REFERÊNCIAS

BAZZO, W.A.; LINSINGEN, I.Von; PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero-América. Organização dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura** (OEI) Madri, Espanha, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação – MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Semtec. **PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília-DF; MEC; CONSED; UNDIME, 2018.

CHRISPINO, A. **Introdução Aos Enfoques CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – Na Educação e no ensino**. documentos de trabajo de IBERCIENCIA | n.º 4. Acessado em:

https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/IMG/pdf/introducao_aos_enfoques_cts_na_educacao_e_no_ensino_final.pdf, Acesso no dia 03 de dezembro de 2019.

GORDILLO, M. M. **La escuela en la red: un caso sobre educación, nuevas tecnologías y socialización**. Organización dos Estados Ibero-Americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI): Madri,Espanha, 2005.

MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad**. In: Ciencia, Tecnología y Sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos, p. 114-121. 1990.

PINHEIRO, N.; SILVEIRA, R. M. C. F. e BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 2008.

VIANNA, D. M. Org. **Temas para o ensino de física com abordagem CTS** (ciência, tecnologia e sociedade) - 1. ed. - Rio de Janeiro: Bookmakers, 2012.

UMA PROPOSTA PARA APRENDIZAGEM DE NÚMEROS DECIMAIS APLICADA À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS POR MEIO DO JOGO MATEMÁTICO

Bianca Carolina Rossi¹

Angélica Mello Mendonça Freitas²

Estaner Claro Romão³

Resumo. O ensino da matemática, principalmente do conteúdo referente ao sistema de numeração racional decimal, se mostra muito desafiador para os professores do ensino fundamental. Atualmente, ainda se percebe o uso constante de metodologia tradicional, pouco atrativa e sem relação com a realidade dos alunos. Dessa forma, é evidente a necessidade de mudança metodológica no decorrer das aulas de matemática, a fim de estimular os alunos à resolução dos problemas de forma prática, dinâmica e contribuindo para melhorar o aprendizado do conteúdo proposto. Portanto, este estudo buscou construir um jogo Matemático para o ensino fundamental e analisar as contribuições deste recurso em duas habilidades fundamentais: a manipulação de números racionais decimais e a aplicação desse conceito em problemas que envolvam grandezas e medidas. O projeto foi desenvolvido com 17 alunos do 4º ano do ensino fundamental no decorrer de 4 etapas. O jogo foi construído com o auxílio dos alunos e, ao final do processo, todos se organizaram em equipes de 3 a 5 integrantes para iniciar o jogo. Os alunos apresentaram melhoras significativas na assimilação do conteúdo bimestral, comprovando que a metodologia utilizada é eficiente no desempenho do raciocínio lógico, na compreensão e resolução de problemas utilizando os números decimais.

Palavras-chave: Sistema de Numeração Decimal; Ensino Fundamental; Resolução de Problemas.

A PROPOSAL FOR LEARNING DECIMAL NUMBERS APPLIED TO PROBLEM SOLVING THROUGH MATHEMATICAL GAME

Abstract. The teaching of mathematics, especially the content on the system of rational decimal numbering, is very challenging for elementary school students. Currently, the use of a traditional methodology is still perceived, which it is unattractive and unrelated to the student's reality. Thus, it is evident the need of methodological change during math classes, in order to stimulate students to solve problems in a practical and dynamics way and to contribute with the improving of content learning. Therefore, this study aimed to construct a didactic game for elementary school and analyze the contributions of this resource in two fundamental skills: the manipulation of rational decimal numbers and the application of this concept in problems that involve magnitudes and measures. The project was developed with 17 students from the 4th

¹ Mestranda em Projetos Educacionais de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo. bcrossi@usp.br

² Mestranda em Projetos Educacionais de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo. angelicamendonca@usp.br

³ Doutor e docente permanente do Programa de Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo. estaner23@usp.br

year of elementary school in a course of 4 stages. The game was built with the help of the students and, at the end of the process, everyone were organized in teams of 3 to 5 members to start the game. The students presented significant improvements in the assimilation of the bimonthly content, proving that the methodology used is efficient in the performance of the logical reasoning, in the understanding and resolution of problems using the decimal numbers.

Keywords: Decimal Numbering System; Elementary School; Mathematical problem solving.

INTRODUÇÃO

A aprendizagem da matemática, especialmente do conteúdo referente ao sistema de numeração racional decimal, se mostra muito desafiador para os alunos em fase de letramento matemático. A Base Nacional Comum Curricular - documento normativo que estabelece o conjunto de aprendizagens fundamentais - define como letramento matemático a competência relacionada à habilidade de raciocinar, representar, comunicar e argumentar matematicamente favorecendo a formulação de resolução de problema em contextos variados ao proporcionar o uso de conceitos procedimentais. Nesse sentido, considera-se que a diversidade de recursos didáticos pode favorecer o alcance dessas habilidades (BRASIL, 2018). Entre esses recursos, optou-se por utilizar o jogo, neste trabalho, pelas características apresentadas quanta à interação social e desenvolvimento cognitivo.

Segundo apontamentos de Vygotsky (1984), o desenvolvimento humano ocorre a partir de mediações que amadurecerão as funções cognitivas superiores. Nesse sentido o processo de mediação é fundamental na aprendizagem humana, uma vez que o impulsiona a níveis de abstrações maiores. Para esse autor, o jogo se constitui num importante recurso didático, haja vista que suas regras e organização atuarão como mediadoras nesse processo de aprendizagem.

Macedo (1995), ao fazer referência aos estudos de Piaget, discorre sobre a estreita relação entre a construção da inteligência e o jogo. Segundo Macedo, Piaget ainda classifica os jogos em três tipos. O primeiro tipo se refere ao Jogo Sensorio Motor, que tem por objetivo proporcionar prazer e conhecimento corporal. Esse tipo de jogo tem predomínio nos dois primeiros anos de vida. O segundo diz respeito ao Jogo Simbólico que tem como função a assimilação da realidade por meio da representação e fantasia. Por fim, focaliza nos jogos de regras que se caracterizam pela existência de um conjunto de leis e obrigações impostas pelo grupo social, cujo descumprimento será passível de punição. É sobre essa última descrição que se baseia a proposta deste trabalho.

Com a finalidade de empregar um recurso dinâmico relacionado às habilidades de reconhecimento da base numérica decimal e às possibilidades de resolução de problemas que

envolvam unidades de medida, elaborou-se uma proposta com uso de jogos pedagógicos numa classe de 4º ano do Ensino Fundamental. Neste estudo, buscou-se analisar as contribuições da construção do jogo “Medidas em Ação” em duas habilidades fundamentais: manipulação do número racional decimal e aplicação desse conceito em problemas que envolvam grandezas e medidas.

O Sistema de Numeração Decimal

De acordo com Lerner e Sadovsky (1996), o sistema de numeração se constitui num produto cultural, utilizado nas mais distintas situações sociais, que promove nos alunos inquietação e curiosidade. No entanto, para se compreender a lógica utilizada nesse sistema numérico é importante ter clareza da base sobre a qual ela se constitui: base 10. Por esse motivo, utiliza-se o termo sistema de numeração decimal. Parece óbvio que os números tenham este agrupamento em dezenas, porém nem sempre foi assim. Os babilônicos, por exemplo, se utilizavam da base 60, já os maias compunham sua numeração pela base 20 (OLIVEIRA, 2008).

Ao perceber esse aspecto cultural na composição do sistema de numeração, cabe ressaltar que a mesma regra decimal que define o uso de números racionais inteiros deverá também ser estendida ao uso de números racionais menores que o inteiro: decimais, centesimais e ademais ordens. A Base Nacional Comum Curricular coloca como uma de suas habilidades, com relação ao número, justamente esse reconhecimento de regras convencionadas na composição das ordens numéricas. Outra habilidade, destacada no mesmo documento é o fato de que o aluno compreenda que a composição dos números pode ser obtida por meio de adição e multiplicação por potência de dez, reconhecendo o valor posicional dos algarismos inteiros ou decimais (BRASIL, 2018).

No que se refere ao sistema de numeração utilizado em nossa civilização atual, é possível entender o conflito do aluno frente a esse tipo de agrupamento que, posteriormente com o uso reflexivo, lhe parecerá óbvio. Apesar dessa generalização não ser imediata na infância, a Base Nacional Comum Curricular prevê que, no decorrer dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, os alunos façam uso dos números racionais inteiros ou decimais em diversas situações. Incluem-se nessas situações problemas que envolvam medidas de comprimento, capacidade e massa, recorrendo, quando necessário às transformações de unidades de medidas, sobretudo as padronizadas mais usuais (BRASIL, 2018).

Assim, para que se compreenda a lógica interna envolvida nas regras posicionais do número é necessário repensar a forma tradicional de ensino desse conteúdo, que afasta abruptamente o aluno de sua estrutura natural de aprendizagem. Santanna e Nascimento (2011),

ao argumentar que os objetivos da brincadeira são a interação, diversão e também aprendizado, propõem que os métodos de ensino incluam as mais diferentes formas de aquisição de conhecimento. O jogo pode ser considerado uma dessas formas, dado seu caráter afetivo-social.

O Uso de Jogos como Recurso Didático no Ensino de Matemática

Apesar dos crescentes estudos relacionados à inovação dos recursos didáticos, percebe-se que o ensino de matemática nas escolas de Ensino Fundamental e mesmo nas Escolas de Ensino médio ainda tem se alicerçado numa perspectiva bastante mecânica (PASSOS; TAKAHASHI 2018). Os recursos didáticos podem ser entendidos como aqueles instrumentos que o professor utiliza para auxiliar nos processos de ensino e de aprendizagem. Como auxiliar que é, a função do recurso didático é servir como mediador na relação estabelecida entre professor, aluno e o conhecimento (PASSOS, 2009). Nessa fundamentação sobre emprego de recursos educativos se encontra um forte aliado no processo pedagógico - o jogo, que possibilita ao aluno a consolidação satisfatória de conteúdos ministrados em aula (SILVA; MORAES, 2011).

No que se refere ao ensino de matemática, ressalta-se a importância dos jogos, sobretudo aqueles que contêm regras, por apresentarem condições de desenvolvimento e exercício de conceitos de modo mais significativo e atrativo. Além desse aspecto, destaca-se também o fato de que o trabalho com jogos desencadeia o aspecto afetivo e motivador ao proporcionar o engajamento do aluno frente à ação que irá realizar. Seja pelo interesse pela competição ou mesmo pela possibilidade de desenvolver vínculos afetivos com os colegas, o que se observa nessa atividade é que o aluno se desloca de um posicionamento passivo para um posicionamento ativo, ao atuar sobre o jogo com interesse e esforço (STAREPRAVO et. al., 2017). Outro ponto a se destacar é que, durante o ato de jogar, percebe-se não apenas um amadurecimento cognitivo, como também o desenvolvimento de habilidades sociais (SILVA; MORAES, 2011), tais como a afetividade, ética e autorregulação (STAREPRAVO et. al., 2017).

Assim, para que se contemple tanto habilidades sociais, quanto o desenvolvimento de funções cognitivas, é necessário ter clareza de como selecionar e empregar este recurso educativo. As escolhas sobre o tipo de jogo devem ser dirigidas por minuciosos planejamentos para que se atinja aos objetivos almejados nos conteúdos selecionados (PASSOS; TAKAHASHI, 2018). Portanto, o jogo não deve ser escolhido ao caso, mas fazer parte de uma ação intencional por parte de quem ensina para que possa contribuir com a construção do conhecimento (STAREPRAVO et. al., 2017).

Para o bom planejamento da utilização criteriosa de jogos no ambiente escolar, destacam-se três pilares fundamentais: educadores formados e preparados para sua utilização; variedade e boa qualidade de materiais à disposição e estruturas/planejamentos adequados. Dificilmente bons resultados serão obtidos, caso haja falhas em um dos pilares (SILVA; MORAES, 2011). A partir dessa fundamentação, também se sugerem algumas estratégias no emprego desse recurso nas aulas de matemática. O primeiro refere-se à utilização repetitiva do mesmo jogo a fim de que o aluno tenha tempo de conhecer as regras e de extrair conhecimentos matemáticos. O segundo, diz respeito ao incentivo imputado aos alunos na leitura, interpretação e discussão sobre regras. Finalmente, o terceiro propõe que se incentive o registro das estratégias elaboradas no jogo com a finalidade de aprimorar a reflexão sobre o conhecimento em desenvolvimento (BARBOSA, 2008).

Nesse sentido, Starepravo et. al. (2017) alerta para o fato de que o conhecimento, desenvolvido durante o jogo, possa ser generalizado numa etapa posterior. Isso significa que, após o uso do recurso como elemento estratégico, o conhecimento nele adquirido deve ser paulatinamente desvinculado da situação inicial para que possa ser empregado em outros contextos. É nesse ínterim que se encontra a situação problema, pois permite ao aluno empregar o conceito desenvolvido nos jogos em situações reais.

Contextualização por meio de Resolução de Problemas

Ao utilizar jogos matemáticos como instrumento para alcançar a compreensão de um conteúdo, outra função de destaque nesse processo é a aplicação desses conceitos adquiridos durante o jogo para aprimorar habilidades do raciocínio lógico (BARBOSA, 2008). Esse ambiente de trocas de experiências, discussões e interação entre os alunos os auxiliam a avançar nos processos cognitivos superiores, atuando na Zona de Desenvolvimento Proximal. É nessa interação que eles partem da Zona de Desenvolvimento Real rumo à Zona de Desenvolvimento Potencial (VYGOTSKY, 1984). Essa atividade se constitui, portanto, numa mediadora entre o que o aluno já sabe sobre aquele conteúdo matemático e onde pode chegar ao aplicar esse aprendizado em outras situações. A possibilidade de aplicar o aprendido em situações semelhantes conduz o aluno à resolução de problemas, pois nelas um raciocínio muito semelhante ao utilizado no jogo poderá ser empregado novamente, tornando aquele conhecimento mais genérico e aplicável a diferentes contextos. Logo, considera-se que a resolução de problemas junto ao trabalho com jogos de regras possibilita avanços na aquisição da fluência do cálculo e no domínio da linguagem matemática de modo progressivo (STAREPRAVO et al., 2017).

A situação problema se caracteriza como propulsoras da aprendizagem e deve motivar os alunos ao permitir que proponham soluções para situações que tenham de enfrentar. Outra tarefa a ela atribuída é proporcionar o engajamento de quem soluciona o problema. Para isso é necessário que a situação proposta apresente as seguintes características: ser desafiadora, atraente e motivadora. Isso significa dizer que a situação problema deve possuir a medida certa de dificuldade adequando-se ao nível dos alunos e ao mesmo tempo propondo certo nível de adversidade (SMOLE; DINIZ; MILANI, 2007).

Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Fundamental indica como uma de suas competências específicas o enfrentamento de situações que envolvam problemas. Para tanto, propõe que as situações didáticas no ensino da matemática privilegiem a expressão oral ou escrita de respostas, conclusões e uso de diferentes linguagens por parte dos alunos (BRASIL, 2018). Essas definições, no entanto, servem para todo o seguimento do Ensino Fundamental. Como este trabalho trata de uma situação didática desenvolvida com alunos do 4º ano do Ensino Fundamental, faz-se necessário um delineamento mais abrangente do uso dessa competência exclusivamente com a faixa etária da série em questão.

Espera-se, portanto, que nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental, os alunos consigam progressivamente resolver problemas de forma convencional ou não com números racionais inteiros ou decimais. Logo, para a Base Nacional Comum Curricular é fundamental colocar os alunos diante de tarefas que envolvam unidades de medidas, nas quais haja indicação do uso de números racionais tanto em sua forma fracionária, quanto na decimal. Tais problemas, oriundos de situações cotidianas, preferencialmente, deverão envolver diversas grandezas, além de possibilitar, assim como no uso de jogos, o desenvolvimento de habilidades éticas (BRASIL, 2018).

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado em uma turma de 17 alunos do 4º ano do Ensino Fundamental I de uma escola municipal do Vale do Paraíba do Estado de São Paulo, entre os meses de outubro e novembro de 2018. Quanto ao emprego de números decimais e quanto ao uso de grandezas utilizadas em medições, observou-se dificuldades no raciocínio da composição numérica inferior a um inteiro e na elaboração de estratégias para resolução de problemas que envolvessem comprimento, massa e volume. Vale ressaltar que, antes do início do projeto, os alunos já mantinham contato com os dois objetos de estudo por meio da resolução de problemas ou mesmo em aulas explicativas. O recurso selecionado, para auxiliar no

desenvolvimento das habilidades relatadas, foi inspirado no jogo “Imitatrix” e nomeado como “Medidas em Ação”.

Antes do início das atividades com os jogos, os alunos responderam a um pré-teste com a finalidade de identificar o que já sabiam sobre o objeto de estudo. O pré-teste continha 4 questões que envolviam transformação de medidas de capacidade, comprimento e massa.

Em seguida, iniciou-se o trabalho com o jogo “Medidas em Ação” que poderia ser jogado por um grupo de 3 a 5 pessoas a partir de 8 anos. Os materiais que o contemplam são: uma cinta de velcro para a cabeça, 32 cartas (distribuídas entre nível moderado: cor verde - e nível avançado: cor rosa); um tabuleiro, quatro peões, um dado de cores e lousa com tabela de conversão. Antes do início da partida, os alunos deveriam colocar as cartas na sacola para misturá-las e em seguida, posicionar os peões na casa que indica o início. Para iniciar a partida, foi sugerido que os alunos utilizassem jogos de sorte a fim de decidir quem seria o primeiro. Esse deveria começar a partida colocando a cinta de velcro sobre a cabeça e outro jogador deveria retirar uma carta da sacola e colá-la na cinta sobre a cabeça do primeiro jogador, sem deixá-lo olhar.

Após esses elementos introdutórios, o jogador com a cinta na cabeça deveria jogar o dado e quem possuísse o peão correspondente à cor sorteada pelo dado deveria dizer, ao jogador com a cinta, uma medida equivalente à de sua cabeça. Além disso, também precisaria dizer qual unidade de medida estava sobre a cabeça do colega, sem dizer o algarismo. Assim, se na cabeça do colega estivesse a carta “8 litros”, o jogador responsável por dar a medida equivalente poderia falar: “A unidade de medida de sua cabeça está em litros e é igual a 8000 mililitros”, por exemplo. Antes de dar a resposta, o jogador responsável pela dica poderia fazer uso da lousa com tabela de conversão. Obviamente essa medida equivalente poderia variar conforme a escolha dos jogadores. Concluída a primeira parte do jogo, os dois jogadores da rodada deveriam caminhar duas casas, caso a resposta estivesse correta.

O jogo seguiria repassando a cinta em sentido horário e dando continuidade aos mesmos procedimentos adotados na primeira jogada. No decorrer das partidas, caso o dado mostrasse a face colorida, todos os outros deveriam decidir juntos qual seria a resposta. Numa partida com menos de 5 integrantes, caso o dado mostrasse alguma cor que ninguém selecionou, o jogador com a cinta deveria escolher outro para lhe dar a dica. Venceria o jogo aquele/aqueles que chegasse/chegassem ao final do tabuleiro primeiro.

As regras foram lidas em pequenos grupos com o acompanhamento da professora e, ao longo de uma rodada experimental, foram rediscutidas entre os alunos e a professora. As rodadas experimentais foram feitas em 3 grupos de 5 alunos e 1 grupo de três alunos escolhidos

aleatoriamente. No decorrer da partida, a professora fez algumas inferências com relação à interpretação das regras e uso da lousa de conversão de medidas.

Em seguida, a professora convidou os alunos a começarem a confeccionar outros kits do mesmo jogo em grupos à escolha dos alunos. Foram elaborados 3 kits diferentes. Quatro grupos de quatro alunos se responsabilizaram por pintar e montar os tabuleiros e dois alunos auxiliaram a professora na montagem dos dados. Em seguida, os peões foram entregues a cada aluno para que pudessem decorá-los.

Concluída a confecção, em outro momento, foi proposto aos alunos que todos os kits fossem usados simultaneamente. As partidas foram iniciadas e concluídas obedecendo às normas e utilizando apenas as cartas de nível moderado. A professora mediava os conflitos quanto à interpretação das regras quando foi necessário. Mais uma partida foi realizada dessa maneira, em outra ocasião. Tanto na primeira, quanto na segunda partida, os grupos de jogadas foram organizados pelos próprios alunos.

Num outro momento, a professora selecionou os alunos para uma nova partida. Foram organizados em 3 grupos de 5 alunos e um grupo de 3 alunos. Preferiu-se manter no grupo de três alunos, aqueles com mais dificuldades nos conteúdos matemáticos para que tanto a professora investisse uma atenção especial a esse grupo como também para evitar a desigualdade expressiva entre os grupos, visto que os demais aprenderam as regras com uma maior facilidade. Nessa fase, no entanto, foram acrescentadas as cartas de nível avançado e, por isso, a professora optou por acompanhar cada um dos grupos durante toda a partida e tirar eventuais dúvidas. Dada à organização minuciosa dessa etapa, enquanto um grupo estava jogando, os demais realizavam alguns exercícios envolvendo numeração decimal e resolução de problemas. Em outra ocasião, os alunos selecionaram novamente os grupos em que gostariam de jogar e realizaram outra partida com o nível moderado e avançado de cartas.

No decorrer das várias partidas, foram propostas algumas atividades de interpretação de problemas relacionando a manipulação do número racional decimal às situações que envolviam diferentes grandezas. Tais exercícios envolviam raciocínio a respeito de unidades de medida como comprimento, capacidade, massa e até mesmo a aplicação do sistema decimal ao sistema monetário.

Ao final, os alunos realizaram uma atividade de pós-teste a fim de se identificar o quanto avançaram no decorrer das etapas desenvolvidas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Atualmente, percebe-se um esforço crescente dos documentos normativos da educação para que novas estratégias de ensino, que privilegiem a resolução de problemas e a investigação, sejam adotadas nas esferas da Educação Básica. A essa forma de aprendizagem são conferidas algumas habilidades fundamentais da matemática, tais como capacidade de raciocínio, representação, comunicação e argumentação (BRASIL, 2018).

Assim, a proposta de jogo desenvolvida para o 4º ano do Ensino Fundamental pautou-se numa estratégia que abordasse três dessas competências: raciocínio, representação e comunicação. A atividade se deu pela percepção, obtida pela professora da classe, de que apenas as aulas teóricas e a inclusão de alguns recursos pedagógicos mais genéricos não estavam sendo suficientes para que os alunos compreendessem os usos dos números decimais em situações cotidianas. Percebeu-se também a dificuldade em aplicar essa representação numérica em situações que envolvessem grandezas e medidas e suas equivalências.

Desse modo, a proposta elaborada objetivou facilitar a capacidade de reconhecer equivalências em números decimais e aplicá-las à resolução de problemas envolvendo unidades de medidas. Já os resultados da proposta observaram três aspectos: a análise qualitativa do desenvolvimento do jogo, a comparação do pré-teste e pós-teste e o desempenho dos alunos na resolução de problemas envolvendo decimais e unidades de medidas.

Aplicação do Jogo

Por tratar-se de um jogo desenvolvido especialmente para a turma em questão, na aplicação da rodada experimental observou-se que algumas regras deveriam ser ajustadas para a configuração que apresentam atualmente. Esses ajustes foram discutidos com os alunos. Essa rodada, assim como sugerido nas regras do jogo, foi iniciada pelo nível de cartas considerado moderado. Essas cartas apresentavam apenas números naturais. Ressalta-se que, nessas rodadas experimentais, todos os grupos foram acompanhados pela professora e, por esse motivo, não jogaram simultaneamente. Em outras duas ocasiões os alunos tiveram a oportunidade de fazer uso do jogo novamente. Dessa vez, todos os grupos jogaram juntos e a professora mediava quando necessário. Foi possível observar, nas circunstâncias descritas, que os alunos se apropriaram das regras do jogo muito rapidamente. A dificuldade apareceu no uso da lousa com tabela de conversão, pois algumas unidades de medidas eram novas para os alunos. Além da novidade, os alunos apresentaram dificuldades em transformar medidas, mesmo aquelas mais conhecidas por eles.

Nesse sentido, houve a necessidade de intervenção da professora para apresentar as unidades menos usuais e para explicar as propriedades da tabela de conversão. É importante

ressaltar que, apesar da tabela de conversão apresentar medidas pouco convencionais, todas as cartas do jogo contemplaram apenas medidas usuais, já que o objetivo do recurso didático empregado foi fornecer suporte para que o aluno percebesse as propriedades da equivalência em situações cotidianas. No entanto, na busca de desafiar o colega, os alunos organizavam equivalências utilizando também medidas menos convencionais.

Na ocasião em que as cartas de nível avançado foram introduzidas no jogo, percebeu-se certo desequilíbrio na linha de raciocínio dos alunos. As cartas, diferentemente das utilizadas no nível moderado, já apresentavam medidas com números decimais. Novamente foi necessária a mediação da professora quanto ao uso da lousa com a tabela de conversão em todos os grupos. As dificuldades foram minimizadas, pois a professora acompanhou com exclusividade todos os grupos. Optou-se por organizar 3 grupos de 5 alunos que apresentaram mais facilidade nas primeiras etapas que foram jogadas. Essa organização se deu em virtude da necessidade de oportunizar maior atenção para o quarto grupo que possuía apenas 3 alunos que demonstraram mais dificuldade nas etapas iniciais. Entretanto, na jogada simultânea do grupo com o nível avançado de cartas, todos tiveram a oportunidade de escolher os colegas de grupo e apresentaram boa apropriação das regras. Uma questão observada sobre a estratégia utilizada pelos alunos nessa fase foi a observação da coloração das cartas. Assim, se aquele que estivesse com cinta e, conseqüentemente, com a carta observasse que a cor era rosa, logo a associavam a vírgula.

Cabe destacar que as partidas tiveram duração de, aproximadamente, 25 minutos a depender da fase em que foi realizada. As partidas experimentais apresentaram duração um pouco maior.

Com relação à escolha do recurso didático “jogo”, é importante frisar que sua escolha deve ser cuidadosamente planejada para que atenda algumas habilidades fundamentais: exploração do aspecto motivador; amadurecimento cognitivo e desenvolvimento de habilidades sociais – ética e autorregulação (STAREPRAVO et al., 2017). Por esse motivo, a opção pelos jogos de regras pareceu bastante pertinente ao proporcionar que os alunos entrassem em contato com tais possibilidades de conhecimento.

Comparativo entre Pré-Teste e Pós-Teste

Com a finalidade de analisar os possíveis progressos dos alunos no que se refere à transformação de números decimais, realizou-se o pré-teste e o pós-teste.

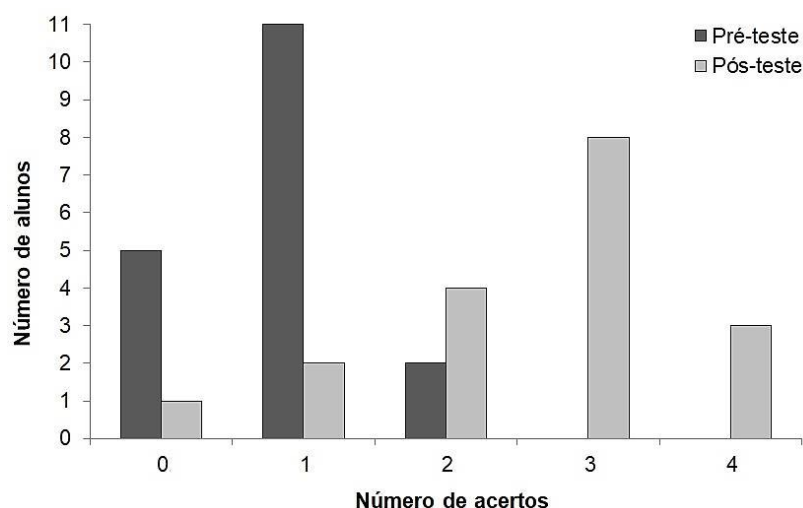


Figura 1 – Comparação do número de acertos do pré e pós-teste sobre transformações de medidas aplicadas aos alunos (N=18) do ano do 4ºano do ensino fundamental I.

Nota-se, nos dados retratados (Figura 1), que o trabalho com o jogo “Medida em Ação” provocou avanços no que se refere à transformação de medidas, ao proporcionar o emprego da regra aprendida em números naturais ou decimais. Assim, percebe-se melhorias na compreensão do valor posicional dos algarismos uma vez que a média de acertos do pré-teste foi de 20,8%, enquanto a média do pós-teste foi de 55,6%.

Contudo, um aluno chama a atenção para seu resultado, pois pareceu não demonstrar avanços mesmo após as várias partidas do jogo. Esse resultado pode sugerir que o aluno esteja defasado em seu processo de aprendizagem e careça retomar habilidades mais primárias no que se refere ao conhecimento matemático para que alcance o mesmo nível de abstração dos demais alunos.

Aqui, pode-se também fazer uma análise do ganho educacional que o jogo proporcionou para o ensino de números decimais utilizando-se da análise a partir do fator g de Gery, no qual (GERY, 1972),

$$g = \frac{\bar{n}_2 - \bar{n}_1}{\bar{n}_M - \bar{n}_1}$$

nos quais, \bar{n}_1 é a média de acertos do pré-teste, \bar{n}_2 é a média de acertos do pós-teste e \bar{n}_M é o número máximo de acertos que pode ser alcançado.

Tabela 1 – Ganho educacional por Gery (1972).

Classificação	Valores
Ganho baixo	$0,00 < g < 0,30$

Ganho médio	$0,30 < g < 0,70$
Ganho alto	$g > 0,70$

Fonte: Gery (1972).

Ao analisar-se os resultados apresentados na Figura 1 através do fator de g de Gery, obteve-se $g = 0,54$, o que equivale a um ganho médio conforme apresentado na Tabela 1.

Resolução de Problemas

Outro dado que auxiliou nas análises deste trabalho foi a percepção do desempenho dos alunos quanto à resolução de problemas. A Tabela 2 demonstra o desempenho dos alunos na realização de problemas que envolviam cálculos de números decimais aplicados à compreensão de grandezas e medidas.

Tabela 2 – Resolução de Problemas após Jogo “Medidas em Ação”.

Grandezas e Medidas	Respostas Corretas	Respostas Incorretas
Situação problema envolvendo Sistema Monetário.	13	5
Situação problema envolvendo Medida de Comprimento.	13	5
Situação problema envolvendo Medida de Capacidade.	12	6
Situação problema envolvendo Medida de Massa.	10	8

Fonte: Os autores.

Os resultados revelaram que a maior parte dos alunos apresentaram bom desempenho na resolução de problemas envolvendo decimais. Esse dado possivelmente revela que o uso do jogo, ao permitir a manipulação dos números decimais, contribuiu para que os alunos obtivessem melhor desempenho na compreensão e resolução de problemas. Observa-se que as situações problemas, envolvendo sistema monetário e comprimento, revelaram melhor desempenho dos discentes; já em problemas referentes à medida de capacidade e de massa, os alunos demonstraram resultados pouco menos expressivos. Possivelmente, tal dado revela que fazer uso adequado dos números decimais não é o único fator a influenciar na resolução de problemas com grandezas e medidas. Além dessas habilidades, percebe-se que, os usos contínuos dessas grandezas nas diversas situações sociais, influenciam significativamente o bom desempenho de quem as realiza. Outro fator importante pauta-se no fato de que as resoluções desses tipos de problemas, que trabalham proporcionalidade numérica, não são consideradas básicas para o quarto ano, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular

(BRASIL, 2018). Isso indica que o trabalho com o jogo pode ter proporcionado aos alunos a extrapolação dos conceitos considerados mínimos para a série.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos pressupostos teóricos sobre conceituação numérica e resolução de problemas no Ensino Fundamental, sobretudo no 4º ano, pode-se perceber que o uso do jogo “Medidas em Ação” contribuiu significativamente na aprendizagem dos alunos.

No início da aplicação da proposta, ao colocar os alunos diante de situações em que deveria haver transformação de medidas, identificou-se uma grande dificuldade na percepção de equivalências em números racionais decimais. Contudo, ao final da proposta, observou-se grande avanço com relação a esse mesmo conteúdo.

É importante destacar que a proposta de transformações de medidas proporcionada pelo jogo, apenas se mostrou eficiente por poder ser aplicada em situações que envolvam raciocínios e cálculos com números decimais. Desse modo, a pesquisa indica que seu uso deve estar intimamente atrelado às situações cotidianas.

Portanto, conclui-se que a utilização do jogo se mostrou tão eficiente no desenvolvimento de habilidades cognitivas, quanto na melhoria do desempenho do raciocínio lógico. Seu caráter dinâmico, reflexivo e motivador propiciou aos alunos ultrapassar os limites da barreira dos conteúdos considerados básicos, rumo a conceitos com nível de abstração mais complexo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, S. **Jogos Matemáticos como metodologia de ensino-aprendizagem das operações com números inteiros**. Londrina: UEL: 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1948-6.pdf>. Acesso em 15 de Novembro de 2018 às 19h.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base**. Brasília, DF, 2018.

GERY, F. W. Does mathematics matter? *In*: WELCH, A. (ed.). **Research papers in economic education**. New York: Joint Council on Economic Education, p. 142-157, 1972.

LERNER, D.; SADOVSKY, P. **O sistema de numeração: um problema didático** *In*: PARRA, C.; SAIZ, I. Didática da matemática, reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artmed, 1996.

MACEDO, L. Os jogos e sua importância na escola. **Cadernos de Pesquisa**, n. 93, p. 5-11, 1995.

OLIVEIRA, V. O. **Diferentes sistemas de numeração**. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense. Curitiba: SEED/PR., V.1. (Cadernos PDE). 2008. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_uenp_mat_artigo_veronica_ortiz_de_oliveira.pdf. Acesso em: 16 de Novembro de 2018 às 19h30.

PASSOS, C. L. B. Materiais manipuláveis como recursos didáticos na formação de professores de matemática. In: LORENZATO, S. (Org.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores**. Campinas: 2. ed. 2009.

PASSOS, E. O.; TAKAHASHI, E. K. Recursos didáticos nas aulas de matemática nos anos iniciais: critérios que orientam a escolha e o uso por parte de professores. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. v. 99, n. 251, p. 172-188, 2018.

SANTANNA, A.; NASCIMENTO, P. R. A história do lúdico na educação, **REVEMAT**, v. 06, n. 2, p. 19-36, 2011.

SILVA, K. O.; MORAIS, M. J. O. Desenvolvimento de jogos educacionais no apoio do processo de ensino aprendizagem no ensino fundamental. **Holos**. v.5, p. 156-164, 2011.

STAREPRAVO, A. R.; BIANCHINI, L. G. B.; MACEDO, L.; VASCONCELOS, M. S. Autorregulação e situação problema no jogo: estratégias para ensinar multiplicação. **Psicologia Escolar e Educacional**. v.21, n.1, p. 21-31, 2017.

SMOLE, K.S.; DINIZ, M.I.; MILANI, E. Jogos de matemática do 6º ao 9º ano. **Cadernos do Mathema**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VYGOTSKY, Lev. **A formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.