DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL DO ALUNO SURDO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ADITIVOS: UMA AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA

Conceptual development of the deaf student in additive problem solving: A diagnostic evaluation

Rosiane da Silva Rodrigues
Marlise Geller

Resumo

O artigo apresenta um recorte de uma tese de doutorado desenvolvida junto ao LEI (Laboratório de Estudos de Inclusão) no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. A investigação, realizada em uma instituição especializada na educação de surdos, busca compreender os diferentes fatores que permeiam o processo de resolução de problemas aditivos por alunos surdos do Ensino Fundamental. Este recorte baseia-se em uma avaliação diagnóstica com uma turma de 3º e 4º anos do Ensino Fundamental (em um total de sete alunos), junto à qual foram propostas resoluções de diferentes problemas aditivos classificados e analisados a partir da teoria dos campos conceituais proposta por Vergnaud (2009). A análise aponta indícios envolvendo diversas variáveis. Em relação à resolução dos diferentes tipos de problemas, os alunos demonstraram fortemente esquemas de ação de juntar e separar. No que se refere à apresentação do problema, o português escrito mostrou-se ineficaz, enquanto a Língua Brasileira de Sinais (Libras), essencial. A apresentação do enunciado do problema em Libras não foi suficiente para o entendimento de todos os problemas propostos, necessitando então de uma explicação mais aprofundada do contexto do problema. Conclui-se inferindo a importância de que no ensino de alunos surdos se contemple a comunicação por meio de Libras e a avaliação do desenvolvimento conceitual do aluno.

Palavras-chave: Surdez. Campo Conceitual Aditivo. Avaliação diagnóstica. Educação Matemática.

Abstract

The article presents part of a doctoral thesis developed by LEI (Inclusion Studies Laboratory) at the Postgraduate program in Science and Mathematics Teaching of Lutheran University of Brazil. The research was conducted at a specialized institution in deaf education, It Seeks to understand the different factors that permeate the process of solving additive problems by deaf students of Elementary School. Also the research is based on a diagnostic evaluation with a group of 3rd and 4th years of elementary school (a total of 7 students), among whom were proposed resolutions of various additives problems classified and analyzed from Vergnaud's conceptual field theory (2009). The analysis shows evidence involving several variables. In relation to the resolution of the different types of problems, the students strongly demonstrated schemes of action of joining and separating. As regards the presentation of the problem, the Portuguese writing proved to be ineffective, while Libras (Brazilian Sign Language), was essential. The presentation of the problem in Libras was not sufficient for the understanding of all the proposed problems, necessitating more detailed explanation of the context of the problem. The conclusion is inferring the importance of the education of deaf students to contemplate the communication through Libras and evaluation of the conceptual development of the student.

Keywords: Deafness. Additive Conceptual Field. Diagnostic evaluation. Mathematics Education.

Introdução

Este trabalho é um recorte da tese[1] de doutorado em andamento "O processo de resolução de problemas aditivos no Ensino Fundamental: um estudo com alunos surdos", do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da ULBRA Canoas/RS, desenvolvida dentro do Laboratório de Estudos de Inclusão (LEI).

Sabe-se que a educação constitui-se como direito fundamental e essencial às pessoas. Documentos como a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional[2] e a Declaração Universal dos Direitos Humanos[3] corroboram com essa afirmação, reforçando que é direito de todo ser humano o acesso à educação.

Inserido nesse contexto está o direito das pessoas surdas ao acesso à educação. E essas, para garantir processos adequados de escolarização, exigirão dos professores conhecimentos específicos de suas necessidades educativas, além de ações pedagógicas que visem às suas potencialidades e possibilidades e não sua condição biológica.

A Matemática, parte desse processo de escolarização, traz desafios ao professor que a lecionará a alunos surdos, pois esse professor necessitará saber sobre as especificidades ligadas a esses alunos, bem como planejar ações pedagógicas adequadas a essas especificidades. Assim, conhecer o aluno surdo e suas particularidades torna-se relevante para analisar como este aprende.

O interesse por essa área do conhecimento e por esses sujeitos justifica-se por dois motivos principais. O primeiro está relacionado à experiência da pesquisadora com crianças e jovens surdos, por meio da docência. Nessa caminhada, percebeu-se que uma das maiores dificuldades estava no trabalho com a resolução de problemas matemáticos. Independentemente do ano ou idade, as dificuldades eram oriundas desde o entendimento do problema apresentado na língua portuguesa escrita e/ou em Libras até a compreensão dos conceitos envolvidos no problema.

O segundo motivo está ligado ao fato de que pesquisas (NUNES et al., 2005) vêm apontando a necessidade de mais investigações relacionadas à compreensão dos conceitos matemáticos por crianças que tenham alguma necessidade educativa específica. Esses autores trazem a necessidade de uma análise mais aprofundada quando se quer entender o desenvolvimento dessas crianças.

Assim, propõe-se investigar como os alunos surdos resolvem os problemas aditivos, sendo essa uma das dificuldades demonstradas por eles. Para isso, optou-se por uma avaliação inicial com a intenção de diagnosticar os problemas que ainda não eram de domínio desses alunos. Foram realizadas leituras diversas sobre os problemas aditivos, de como esses estão estruturados, pesquisas já realizadas sobre o assunto com esses sujeitos e também que fatores influenciam no cenário descrito.

Para compor essa fundamentação, apontam-se ideias da teoria dos campos conceituais proposta por Vergnaud (2009), mais especificamente sobre o campo conceitual aditivo, a fim de compreender como se estruturam os problemas aditivos, bem como os fatores que influenciam na sua aprendizagem; além de estudos realizados por Nunes et al. (2005), juntamente com outros autores, sobre o ensino e a aprendizagem de problemas aditivos, bem como de pesquisas na área da matemática realizadas com sujeitos surdos.

Busca-se trazer discussões/inquietudes sobre a compreensão de alguns dos diferentes aspectos presentes nas estruturas aditivas e observados/analisados na avaliação diagnóstica desses alunos. Acredita-se que a investigação, como um todo, trará indícios importantes de fatores que influenciam, positivamente ou não, na aprendizagem do campo conceitual aditivo por alunos surdos, trazendo assim contribuições ao ensino e à aprendizagem da Matemática.

[1] Número CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética): 65910616.1.0000.5349.
[2] http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf
[3] http://portal.mj.gov.br/sedh/ct/legis_intern/ddh_bib_inter_universal.htm

Percurso metodológico

A pesquisa proposta assume características de uma investigação qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; BOGDAN; BIKLEN, 1994). Dentro dessa perspectiva, elegeu-se o método exploratório descritivo (GIL, 2008; TRIVIÑOS, 1987), considerando a busca pela descrição das características específicas, para elucidar o problema a ser investigado, a constituição do ambiente, dos fatos e dos fenômenos dessa realidade específica. Essas são fundamentadas por Gil (2008), que considera como objetivos primordiais das pesquisas exploratórias descritivas: proporcionar visão geral acerca de determinado fato, descrever as características de determinada população ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Busca-se familiaridade com esse assunto, que carece ainda de ser investigado, que é o da matemática na educação de surdos.

Os sujeitos da pesquisa são sete alunos – três matriculados no 3º ano e os outros quatro no 4º ano do Ensino Fundamental. Pelo reduzido número professores e alunos, estes estudam em uma mesma turma de uma escola especial da região metropolitana de Porto Alegre/RS, onde a pesquisadora atua há nove anos.

Para o desenvolvimento da pesquisa, compactua-se com Nunes et al. (2005) quando se refere que a maioria dos alunos já sabe algo sobre aritmética antes de ingressar na escola, mas nem todos já desenvolveram o raciocínio aditivo operatório ao chegar ao quinto ano do Ensino Fundamental. Essa autora destaca ainda a importância de avaliar os alunos para conhecê-los melhor. Não considera a avaliação como o exame do desempenho do aluno, como frequentemente se tem apresentado, mas sim como uma busca de evidências que possam ajudar a tomar decisões sobre os objetivos do ensino para um grupo específico de alunos e permitir conhecer melhor os resultados da ação pedagógica.

O desafio para o professor, segundo Nunes et al. (2005), é encontrar o ponto de partida e delinear objetivos para o desenvolvimento do conceito durante o ano escolar. A autora diz que o professor, como profissional reflexivo e que planeja o ensino com base em evidências, buscará formas de transformar sua sala de aula em função das suas observações. E, para ensinar com base em evidências, é crucial terem-se instrumentos de avaliação do desenvolvimento conceitual do aluno e fazer isso em diferentes momentos para analisar o seu progresso.

Assim, para a coleta desse diagnóstico, propôs-se, inicialmente, um encontro com a professora titular da turma, quanto se realizou uma entrevista a fim de averiguar o perfil dos alunos e de seu universo numérico, os conceitos referentes à adição e subtração já desenvolvidos por ela e como essa professora procede no trabalho com resolução de problemas aditivos. A aplicação das avaliações ocorreu, por meio de filmagens, individualmente em ambiente escolar, enquanto os demais alunos da turma realizavam exercícios com a professora titular.

Com base nos estudos feitos sobre o campo conceitual aditivo proposto por Vergnaud (2009), elaboraram-se oito problemas aditivos diferentes, conforme proposta de classificação do autor. Por meio destes, buscou-se descrever as estratégias utilizadas por esses alunos durante a resolução dos problemas, a fim de posteriormente organizar um plano de ensino que possa contribuir no progresso dos alunos, levando em conta o seu ponto de partida e as suas peculiaridades.

Reflexões teóricas

Para analisar a resolução de problemas por crianças surdas em fase de escolarização à luz da teoria dos campos conceituais, torna-se necessário conhecer características dessa teoria, como está constituído o campo conceitual aditivo e questões relacionadas ao ensino e aprendizagem de crianças surdas.

Teoria dos campos conceituais

Gerard Vergnaud é reconhecido pelo desenvolvimento da Teoria dos Campos Conceituais. O objetivo dessa teoria é o de projetar uma estrutura às pesquisas sobre atividades cognitivas complexas, em especial com referência às aprendizagens científicas e técnicas, tratando-se de uma teoria psicológica do conceito ou, melhor, da conceitualização do real, que permite situar e estudar as filiações e rupturas entre conhecimentos, do ponto de vista de seu conteúdo conceitual (VERGNAUD, 1996).

Nessa teoria, um campo conceitual define-se por um conjunto de situações cujo domínio progressivo exige uma variedade de conceitos, de procedimentos e de representações simbólicas em estreita conexão. Os conceitos só adquirem sentido em situações ou conjunto de situações, e são as situações que vão construindo a referência do conceito. Como exemplo, pode-se considerar o campo conceitual das estruturas aditivas, que tem um conjunto de situações cujo tratamento implica uma ou várias adições ou subtrações.

De acordo com essa teoria, um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação, uma situação não se analisa com um só conceito e a construção de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo longo que pode durar anos.

Vergnaud (1996) considera um conceito como uma terna de conjuntos C = (S, I, R), em que S é o conjunto das situações (referente) que dão sentido ao conceito, I é o conjunto de invariantes (significado) que podem ser reconhecidas e usadas pelos sujeitos para analisar e dominar situações de S, e R é o conjunto das formas (palavras, enunciados, sinais, diagramas, gráficos, sentenças formais) que permitem representar simbolicamente o conceito, suas propriedades, as situações e os procedimentos de tratamento (significante).

Em resumo, pode-se explicar essa tríade como tarefas e situações pertencentes à realidade, em que a criança, por meio dos diferentes significantes (gráficos, signos, símbolos), consegue chegar à explicitação dos invariantes, significado do conceito. Ou seja, por meio das situações e da resolução de problemas é que um conceito passa a ter sentido para a criança, logo os conceitos passam a ser significativos pelas situações que ocorrem na interação entre sujeito, realidade e tarefa.

Para Vergnaud (1996), os três planos – referência (S), significado (I) e significante (R) – estão interligados para se poder compreender o desenvolvimento e o funcionamento de um conceito no transcorrer da aprendizagem.

A interação entre essa tríade não acontece espontaneamente; exige esforço do aluno e do professor, pois nem sempre é fácil representar graficamente o que se está entendendo (MAGINA et al., 2008). Por exemplo, tem-se um referente (S-referente) que são cinco canetas. Esse significado (I-significado) de cinco pode ser representado pelo algarismo cinco ou, ainda, pelo numeral cinco em LIBRAS (R-significante).

Pode-se também ter um significante para representar mais de um significado. Um exemplo dado por Magina et al. (2008) é o signo M (significante), para representar o número mil (significado), em algarismo romano, e o M (significante), para representar o gênero masculino (significado).

Segundo essa teoria, os conceitos só adquirem sentido em situações ou em um conjunto de situações e são as situações que vão construindo a referência do conceito. Um conceito torna-se significativo por meio de uma variedade de situações. Vergnaud (1996) usa o conceito de situação num sentido que, segundo ele, é atribuído usualmente pelos psicólogos, em que os processos cognitivos e as respostas do sujeito são função das situações com as quais este é confrontado.

Quanto às situações, Vergnaud (1996) indica duas ideias principais:

- Variedade – explica que existe uma grande variedade de situações num campo conceitual dado e que as variáveis de situação são um meio de construir sistematicamente o conjunto das classes possíveis;
- História – os conhecimentos dos alunos são elaborados por situações que eles enfrentaram e dominaram progressivamente, sobretudo para as primeiras situações suscetíveis de dar sentido aos conceitos e procedimentos que se quer ensinar a eles.

Sobre as situações, Vergnaud (1996) considera que toda situação pode ser, em princípio, conduzida a uma combinação de relações de base com dados conhecidos e desconhecidos, que correspondem ao número de questões possíveis. Nas estruturas aditivas, podem ser identificadas seis relações de base, a partir das quais é possível enquadrar todos os problemas de adição e subtração da aritmética comum. Essas relações de base serão citadas e aprofundadas mais adiante, neste artigo.

Outra definição importante para Vergnaud (1996) é a de esquema considerado como uma organização invariante do comportamento para uma classe de situações dadas. É um plano de ação, uma estratégia que abrange uma classe de ações, numa certa sequência, tendo por objetivo resolver uma tarefa de certa complexidade. O esquema, totalidade dinâmica organizadora da ação do sujeito para uma classe de situações específica é, portanto, um conceito fundamental da psicologia cognitiva e da didática.

Segundo Vergnaud (1996), o esquema compreende os seguintes elementos:

- Objetivos principais e secundários, expectativas e antecipações da meta a ser atingida;
- Invariantes operatórios (teorema-em-ação e os conceitos-em-ação), que dirigem o indivíduo a reconhecer os elementos pertinentes à situação; são os conhecimentos contidos nos esquemas que constituem a base, implícita ou explícita, que permite obter a informação pertinente e dela inferir a meta a alcançar e as regras de ação adequadas; são componentes essenciais dos esquemas;
- Regras de ação do tipo "se... então...", de busca de informações e de controle dos resultados da ação, que permitem a geração e continuidade de ações do sujeito;
- Inferências, raciocínios ou cálculo de regras e de antecipações feitas a partir de informações sobre a situação vivida e do sistema de invariantes operatórios de que o sujeito dispõe.

Como citado anteriormente, os esquemas se referem necessariamente a situações, ou classes de situações, em que Vergnaud (1996) distingue entre:

- Classes de situações em que o sujeito dispõe, no seu repertório, em dado momento de seu desenvolvimento e sob certas circunstâncias, das competências necessárias ao tratamento relativamente imediato da situação;
- Classes de situações em que o sujeito não dispõe de todas as competências necessárias, o que obriga a um tempo de reflexão e exploração, a hesitações, a tentativas frustradas, levando- o eventualmente ao sucesso ou ao fracasso.

De acordo com Vergnaud (1996), o conceito de esquema não funciona do mesmo modo nas duas classes. Na primeira, percebem-se condutas mais automatizadas, organizadas por um só esquema, enquanto na segunda observa-se a sucessiva utilização de diversos esquemas, que podem entrar em competição e que, para atingir a meta desejada, devem ser acomodados, descombinados e recombinados.

A relação entre situações e esquemas, para Vergnaud (1996), é a fonte primária da representação e, portanto, da conceitualização. Por outro lado, são os invariantes operatórios que fazem a articulação essencial entre teoria e prática, pois a percepção, a busca e a seleção de informação baseiam-se inteiramente no sistema de conceitos-em-ação disponíveis para o sujeito (objetos, atributos, relações, condições, circunstâncias) e nos teoremas-em-ação subjacentes à sua conduta.

As expressões conceito-em-ação e teorema-em-ação designam os conhecimentos contidos nos esquemas. Teorema-em-ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real, enquanto conceito-em-ação é uma categoria de pensamento considerada como pertinente (VERGNAUD, 1996).

Na conceitualização das estruturas aditivas são indispensáveis, segundo Vergnaud (1996): os conceitos-em-ação, como o conceito de cardinal, de coleção, de estado inicial, de transformação, de relação quantificada; os teoremas-em-ação, por exemplo, a descoberta pelas crianças que não é necessário recontar o todo para achar o cardinal de A U B. Esse conhecimento pode ser expresso pelo teorema-em-ação Card (A U B) = Card (A) + Card (B) se $A \cap B = \varnothing$

Vergnaud (1996) ressalta ainda que a linguagem e os significantes na teoria dos campos conceituais têm uma função tríplice:

- Ajuda a designação e, portanto, a identificação das invariantes (objetos, propriedades, relações e teoremas);
- Contribui ao raciocínio e à inferência;
- Auxilia a antecipação dos efeitos e metas, a planificação e o controle da ação.

A linguagem tem função de comunicação, representação e de auxílio ao pensamento. Em geral, os alunos têm dificuldades para explicar ou mesmo expressar em linguagem natural seus teoremas e conceitos-em-ação. Na abordagem de uma situação, os dados a serem trabalhados e a sequência de cálculos a serem feitos dependem de teoremas-em-ação e da identificação de diferentes tipos de elementos pertinentes. A maioria desses conceitos e teoremas-em-ação permanece implícita, mas eles podem também ser explícitos ou tornarem-se explícitos, e aí entra o ensino com o papel de ajudar o aluno a construir conceitos e teoremas explícitos e cientificamente aceitos, a partir do conhecimento implícito. É nesse sentido que conceitos-em-ação e teoremas-em-ação podem, progressivamente, tornar-se verdadeiros conceitos e teoremas científicos. Mas isso pode levar muito tempo.

Vergnaud (1996) atribui à criança e à atividade infantil sobre a realidade papéis decisivos no processo educativo. Acredita que os conhecimentos que essa criança adquire devem ser construídos por ela em relação direta com as operações que ela, criança, é capaz de fazer sobre a realidade, com as relações que é capaz de discernir, de compor e de transformar, com os conceitos que ela progressivamente constrói.

No que diz respeito à aprendizagem da matemática, somente um conhecimento claro das noções a ensinar pode permitir ao professor compreender as dificuldades encontradas pela criança e as etapas pelas quais ela passa. Esse conhecimento não pode ser um simples conhecimento geral da inteligência e do comportamento da criança. Trata-se de um conhecimento aprofundado do conteúdo a ser ensinado e das relações desse conteúdo com a atividade possível da criança.

O valor do professor reside na sua capacidade de estimular e de utilizar essa atividade da criança. Sua formação e seu esforço devem procurar dar-lhe um maior conhecimento sobre a criança e permitir-lhe ajustar permanentemente as modalidades de sua ação pedagógica.

Essas ideias integram a base da investigação, pois se acredita que a apresentação de situações significativas ao aluno, estruturadas com base na teoria dos campos conceituais, poderá contribuir para o domínio do campo conceitual aditivo.

Campo conceitual aditivo

O campo conceitual das estruturas aditivas, definido por Vergnaud (2009), constitui-se do conjunto de situações que pedem uma adição, uma subtração ou uma combinação dessas duas operações para serem resolvidas e, ao mesmo tempo, pelo conjunto dos conceitos e teoremas que permitem analisar essas situações como tarefas matemáticas.

Segundo Vergnaud (2009), para lidar com os problemas do tipo aditivo, é necessário fazer a distinção entre duas espécies de números, os números naturais e os números relativos, os quais correspondem, de fato, a noções, elas próprias diferentes: elemento e relação, estado e transformação medida e operador aditivo. Os números naturais representam medidas dos conjuntos de objetos isoláveis. Os números relativos representam as transformações que essas medidas sofrem.

Existem vários tipos de relações aditivas e, em decorrência, vários tipos de adições e subtrações. As diferenças não são, segundo Vergnaud (2009), habitualmente feitas no ensino básico nem mesmo no segundo ciclo (11 a 13 anos). Mas são importantes porque as dificuldades dos casos são diferentes e justificáveis matematicamente. As relações aditivas são relações ternárias[4] que podem ser desencadeadas de diversas maneiras e resultar em uma grande variedade de estruturas aditivas. Vergnaud classifica seis esquemas ternários fundamentais, indicados na figura 1:

Figura 1 – Seis esquemas ternários fundamentais.

Categoria	Descrição
1ª	Duas medidas se compõem para resultar em uma terceira.
2ª	Uma transformação opera sobre uma medida para resultar em outra medida.
3ª	Uma relação liga duas medidas.
4ª	Duas transformações se compõem para resultar em uma transformação.
5ª	Uma transformação opera sobre um estado relativo (uma relação) para resultar em um estado relativo.
6ª	Dois estados relativos (relações) se compõem para resultar em um estado relativo.

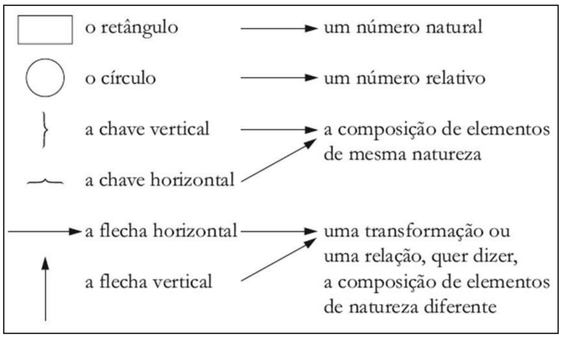
Fonte: adaptado de Vergnaud (2009).

[4] Relações ternárias: relações que ligam três elementos entre si.

Para ajudar a compreender essas distinções, Vergnaud (2009) sugere que o mais simples é apresentar exemplos no interior de um mesmo domínio de referência, escrever o esquema relacional correspondente e analisar as equações numéricas equivalentes a esse esquema. Para ele, a representação da equação provoca grandes dificuldades e confusão para as crianças, pois os professores do ensino elementar são tentados a se utilizar das equações, mas o autor recomenda que nessa etapa do ensino não se empreguem as equações, porém, se tiver de empregá-las, que o faça ao menos com conhecimentos das dificuldades que elas suscitam.

No estudo dos problemas aditivos, Vergnaud (2009) limitou-se a um domínio de referência e a números pequenos inteiros. Igualmente o fizemos na avaliação diagnóstica. O código utilizado nos diversos esquemas e nas diferentes equações é representado conforme a Figura 2:

Figura 2 – Código de representação de esquemas.



Fonte: Vergnaud (2009).

E as equações, segundo a Figura 3, por:

Figura 3 – Código de equações.

n	→	um número natural
(+ n) ou (- n)	→	um número relativo
+	→	a adição de dois números naturais
+	→	a adição de um número natural e de um número relativo
✚	→	a adição de dois números relativos

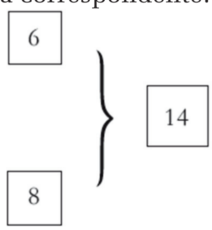
Fonte: Vergnaud (2009).

Essa prática, segundo Vergnaud (2009), não pode ser considerada como aleatória. Inicialmente, é necessário reconhecer a diversidade de estruturas de problemas, analisar as operações envolvidas e as operações de pensamento necessárias para resolver cada classe de problemas, pois para cada classe de problemas as dificuldades enfrentadas pelos alunos variam e os procedimentos também.

A primeira categoria de relações aditivas refere-se a duas medidas que se compõem para resultar em uma medida. Vergnaud (2009) utiliza um exemplo para ilustrar: “Paulo tem 6 bolinhas de gude de vidro e 8 bolinhas de gude de metal. Ele tem ao todo 14 bolinhas”.

6, 8, 14 são números naturais.

Esquema correspondente:



Equação correspondente: 6 + 8 = 14

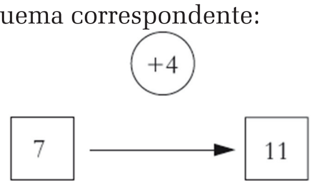
+ é a lei de composição à adição de duas medidas, isto é, de dois números naturais.

A segunda categoria refere-se à transformação que opera sobre uma medida para resultar em uma medida (VERGNAUD , 2009).

Primeiro exemplo: “Paulo tinha 7 bolinhas de gude antes de jogar. Ganhou 4 bolinhas. Ele agora tem 11.”

7 e 11 são números naturais; + 4 é um número relativo.

Esquema correspondente:

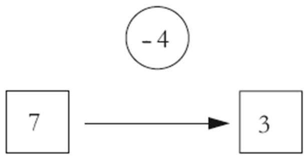


Equação correspondente: 7 + (+4)

+ é a lei de composição que corresponde à aplicação de uma transformação sobre uma medida, isto é, a adição de um número natural (7) a um número relativo (+4).

Segundo exemplo: “Paulo tinha 7 bolinhas de gude antes de jogar. Perdeu 4 bolinhas. Ele tem agora 3.”

Esquema correspondente:



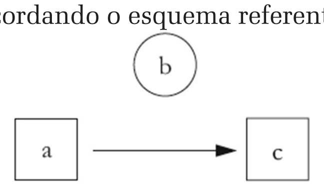
Equação correspondente: 7 + (-4) = 3

As próximas categorias não serão discutidas neste artigo, pois a avaliação diagnóstica explorou apenas as duas primeiras.

A complexidade dos problemas do tipo aditivo, segundo Vergnaud (2009), varia não apenas em função das diferentes categorias de relações numéricas citadas anteriormente, mas também em função das diferentes classes de problemas que podem ser formulados para cada categoria.

A seguir, observamos a análise dos problemas referentes à segunda categoria de relações aditivas:

Recordando o esquema referente:



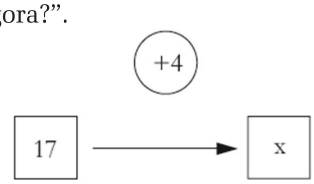
Distinguem-se, primeiro, seis grandes classes de problemas:

- conforme seja a transformação b positiva ou negativa;
- conforme seja a pergunta referente ao estado final c (conhecendo-se a e b), à transformação b (conhecendo-se a e c), ou ao estado inicial (conhecendo-se b e c).

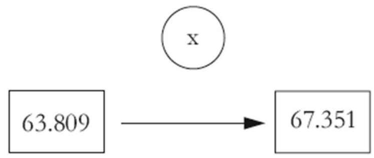
A questão se refere a

	c	b	a
b > 0	Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3
b < 0	Exemplo 4	Exemplo 5	Exemplo 6

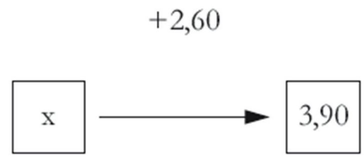
Exemplo 1: “Havia 17 pessoas dentro de um ônibus, subiram 4. Quantas pessoas estão ali dentro, agora?”.



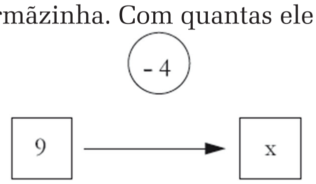
Exemplo 2: “Um paulistano viaja de carro em férias. Ao sair de São Paulo, seu velocímetro marca 63.809km; na volta, marca 67.351km. Quantos quilômetros ele percorreu durante as férias?”



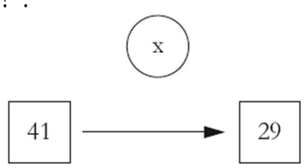
Exemplo 3: “Henrique acaba de achar R$ 2,60 na calçada. Ele os colocou no seu moedeiro. Ele tem agora, ao todo, R$ 3,90. Quanto dinheiro ele tinha em seu moedeiro antes do achado?”



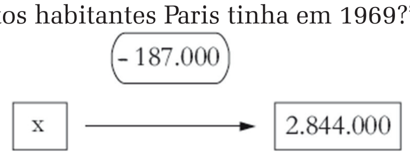
Exemplo 4: “João tem 9 balas. Ele deu 4 para sua irmãzinha. Com quantas ele ficou?”.



Exemplo 5: “Paulo acabou agora um jogo de bolinha de gude. Ele tinha 41 bolinhas antes de jogar. E agora ele tem 29. Quantas bolinhas ele perdeu?”.



Exemplo 6: “Em 1974, a população de Paris era de 2.844.000 habitantes. Em cinco anos a cidade havia perdido 187.000 habitantes. Quantos habitantes Paris tinha em 1969?”.



O cálculo relacional que implica a solução dos problemas 1 e 4 é considerado para Vergnaud (2009) o mais simples, pois é suficiente aplicar uma transformação direta ao estado inicial. No entanto, na classe 1, a transformação direta é uma adição e sua aplicação é sempre possível; já na classe 4, a transformação direta é uma subtração e sua aplicação não é possível, a menos que o valor do estado inicial seja suficientemente grande. De acordo com o autor, esta é uma eventual fonte de dificuldades para as crianças menores; torna-se necessário ter clareza, por exemplo, que não se pode dar 4 balinhas se somente se têm 3 balinhas.

Por outro lado, Vergnaud (2009) salienta que a subtração aparece nesse esquema como uma operação que não supõe de forma alguma a introdução prévia da adição. Dar, perder, descer, diminuir, etc., são transformações que têm uma significação própria. Mesmo que relacionadas com as transformações opostas, receber, ganhar, subir, aumentar, etc., de modo algum lhe são subordinadas. A subtração não precisa ser definida como a inversa da adição; ela tem uma significação própria. O problema que se impõe ao professor é o de mostrar o caráter oposto ou recíproco da adição e da subtração, não da segunda em relação à primeira.

O cálculo relacional que implica a solução dos problemas das classes 2 e 5 já é mais complexo e ocasiona insucessos mais tardios. Mesmo com números pequenos, pode-se abordar esse tipo de problema, segundo Vergnaud (2009), antes do fim do 2º ano do Ensino Fundamental, enquanto os problemas das classes 1 e 4 podem ser abordados mais cedo. Há dois procedimentos principais para o sucesso nesse tipo de problema, o procedimento de "complemento" e o procedimento de "diferença" (VERGNAUD, 2009). O procedimento de "complemento" consiste em buscar, sem fazer a subtração, o que é preciso acrescentar (ou retirar) ao estado inicial para chegar ao estado final. Ele só é possível com números pequenos ou com números que prestam a um cálculo mental. Mas não pede um cálculo relacional complexo e é utilizado muito precocemente.

Para Vergnaud (2009), o procedimento de "diferença" consiste em buscar, pela subtração entre os estados final e inicial, o valor da transformação. Segundo o autor, pode ser utilizado com todos os números, porém supõe um cálculo relacional mais elaborado que o procedimento de "complemento": se b faz passar de a para c, então b é igual à diferença entre c e a.

Esse cálculo relacional, explica Vergnaud (2009), está acima do alcance da maioria das crianças do primeiro ano do Ensino Fundamental, na medida em que o valor absoluto da transformação não é obtido da mesma maneira conforme seja ela positivo (classe 2) ou negativa (classe5).

classe 2, $|b| = c - a$ classe 5, $|b| = a - c$

O procedimento de "complemento" não obriga a criança a raciocinar sobre a transformação de outro modo senão no sentido direto: partir do estado inicial, aplicar a transformação, chegar ao estado final. Se a criança não consegue encontrar imediatamente o complemento, ela pode mesmo fazer tentativas e corrigir-se em função do resultado obtido: no exemplo 5, a criança pode, assim, aplicar ao 41 a transformação -10, o que dá 31; depois, -11, o que dá 30, enfim, -12, o que dá 29, o resultado buscado. De onde a conclusão de que Paulo perdeu 12 bolinhas.

O procedimento da "diferença", ao contrário, obriga a criança a raciocinar de pronto sobre a transformação nas relações que a unem ao estado final e ao inicial, e a calcular diretamente a subtração.

$|b| = c - a$: no exemplo 5 em que a transformação é negativa, isto resulta em $|b| = a - c = 41 - 29 = 12$.

Vergnaud (2009) destaca que o cálculo relacional que implica a solução dos problemas das classes 3 e 6 é ainda mais complexo porque a solução canônica (válida em todos os casos) implica a inversão da transformação direta e o cálculo do estado inicial pela aplicação ao estado final dessa transformação inversa: se b faz passar de a para c, então – b faz passar de c para a, e é preciso aplicar – b a c para encontrar a. Para Vergnaud (2009), as classes de problema 3 e 6 são um pouco mais difíceis que os das classes 2 e 5, e muito mais difíceis que os das classes 1 e 4, mesmo com números menores que dez. Para Vergnaud (2009), pode-se encontrar, a respeito, vários procedimentos alternativos à solução canônica:

- O procedimento de "complemento", que consiste em buscar diretamente o que é preciso acrescentar a b para encontrar c, somente é válido quando a transformação é positiva e quando os números em jogo se prestam ao cálculo mental.
- O procedimento de "estado inicial hipotético", que consiste em formular uma hipótese sobre certo estado inicial, em aplicar-lhe a transformação direta, a encontrar um estado inicial e a corrigir a hipótese de partida em função do resultado obtido (comparação do estado final assim encontrado e do estado final dado no problema). Os exemplos 3 e 6 não ajudam na ilustração desse procedimento, mas o exemplo a seguir contribui melhor:

"Roberto distribui uma bala a cada um de seus 7 colegas. Assim, ele distribui 7 balas. Sobram-lhe então 4. Quantas balas ele tinha antes da distribuição?".

Algumas crianças raciocinam então da forma que o exemplo seguinte ilustra:

"Se Roberto tem 10 balas e dá 7 balas, sobram 3 para ele. Não é isso, é preciso mais. Se Roberto tem 11 balas e dá 7, ele fica com 4. É isso... ele tinha 11 balas".

Lembrando que a solução canônica consiste em aplicar a transformação +7 (oposta da transformação −7) ao estado final 4 e, assim, encontrar 11.

Portanto, as seis classes de problemas citadas não formam um conjunto tão homogêneo quanto se poderia imaginar porque os cálculos relacionais necessários não são da mesma complexidade e acabam por levar muitas crianças a recorrer a procedimentos não canônicos.

Por isso, Vergnaud (2009) aconselha que o professor esteja atento ao interpretar as condutas das crianças e a não rejeitar como errados os caminhos não clássicos que ela pode empregar. Diz ainda que existem elementos que permitem ver o que a criança compreendeu e o que ela não compreendeu, e então apoiar-se nos próprios insucessos para fornecer as explicações necessárias.

Além das diferenças entre essas seis principais classes de problemas, outras são levadas em conta por Vergnaud (2009) como: maior ou menor facilidade do cálculo necessário, a ordem e apresentação das informações, o tipo de conteúdo e de relação focalizada.

Quanto à facilidade maior ou menor do cálculo numérico necessário, é evidente um fator importante de complexidade. Assim, a subtração 67.351 - 63.809 do exemplo 2 pode tornar esse problema mais difícil que o do exemplo 5, o qual pede uma subtração mais fácil (41 - 29). Mas, do ponto de vista relacional, a classe 5 é mais difícil que a classe 2.

De um modo geral, a complexidade cresce, no interior de uma mesma classe de problemas, com a dificuldade do cálculo necessário. Os números grandes ocasionam mais dificuldades que os números pequenos; os números decimais, mais dificuldades que os números inteiros, exceto quando a operação necessária se reduz a uma composição de números pequenos ou a operações mentas simples, como 4.000 + 9.000, 666 - 555, etc.

Vergnaud (2009) explica que é preciso notar que certos números impedem a utilização de certos procedimentos porque eles não se prestam a um cálculo muito simples, sendo necessário, assim, recorrer-se à solução canônica que, em geral, supõe um cálculo relacional mais elaborado. Então, a maior dificuldade dos problemas que obrigam a "escrever uma operação" vem, em grande parte, do fato de que os procedimentos de solução mais imediatos são, então, inoperantes.

É assim que, no exemplo 2, a natureza dos números em jogo (63.809 e 67.351) não permite recorrer ao procedimento de "complemento" e torna obrigatório colocar em ação o procedimento da "diferença", mais complexo do ponto de vista relacional.

Vergnaud (2009) destaca que também a ordem e a apresentação das informações são fatores na complexidade dos problemas. De acordo com o autor, as informações pertinentes à solução de um problema podem ser dadas de muitas maneiras:

- Submersas entre outras em um texto, ou apresentadas de tal forma que a criança reconheça implicitamente que ela tem diante de si as informações necessárias e suficientes para a solução;
- Ordenadas segundo o desenrolar temporal dos fatos relatados ou, ao contrário, fornecidas em desordem ou em ordem inversa.

Assim, Vergnaud (2009) orienta que, além de fornecer enunciados que contêm apenas as informações necessárias e suficientes, como o caso do exemplo 6, é necessário habituar também a criança a receber enunciados em que constem informações inúteis, as quais ele deverá deixar de lado, assim como enunciados em que certas informações necessárias estão ausentes.

Em relação à ordem das informações, pode-se notar, por meio do exemplo 6, o qual fornece os dados na ordem inversa da ordem temporal, que essa questão da ordem das informações já está presente no caso da relação aditiva estado-transformação-estado. De um modo geral, Vergnaud (2009) aponta que se pode complicar seriamente o problema se a ordem das informações pertinentes for invertida ou se essas informações forem dadas em desordem e, mais ainda, se fornecidas submersas entre outras informações.

Igualmente, o conteúdo dos problemas e o domínio de relações ao qual eles fazem referência podem exercer um papel importante. O ganho ou a perda de bolinhas de gude, gastos e ganhos de dinheiro, quilômetros percorridos, consumo ou produção de quantidades físicas não podem ser colocadas no mesmo plano no ensino elementar, pela justa razão de que as noções às quais elas fazem referência não são de mesmo nível. A diferença que existe entre as quantidades discretas e as contínuas, e entre as contínuas, por exemplo, não podem ser colocadas no mesmo plano. Contudo, podem-se propor problemas análogos que levem em conta a vida cotidiana da criança.

Assim, Vergnaud (2009) mostra que não é inútil, no decorrer do estudo de uma mesma relação aditiva, diversificar os conteúdos e mostrar que, sob esses contínuos diferentes, uma estrutura idêntica é encontrada.

De outro lado, a própria forma de relação pode exercer um papel igualmente importante. Para a criança, por exemplo, não é necessariamente equivalente dizer "perdeu 6 reais" ou "tem 6 reais a menos".

Ainda que relações ternárias estáticas e transformações possam colocar-se sob uma mesma forma sagital[5] ou algébrica, a criança não capta da mesma forma uma relação estática entre dois elementos (VERGNAUD, 2009).

Existem, assim, fontes múltiplas da diversidade e da complexidade dos problemas no interior de uma mesma categoria estado-transformação-estado. Porém, para Vergnaud (2009), a fonte principal, aquela que torna clara todas as outras, prende-se à existência de seis classes de problemas e de seis formas de cálculos relacionais de dificuldade desigual.

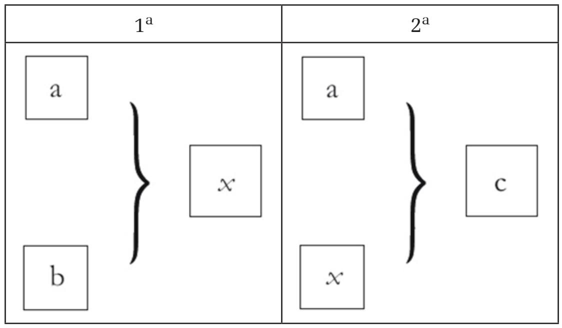
Até o momento explorou-se uma categoria de relações aditivas (a segunda citada inicialmente), de forma mais breve, encontram-se as demais.

A primeira categoria de relações aditivas, nas quais duas medidas se compõem para resultar em uma medida, dá lugar apenas a duas grandes classes de problemas (VERGNAUD, 2009).

1ª – Conhecendo-se duas medidas elementares, encontrar a composta.

2ª – Conhecendo-se a composta e uma das medidas elementares, encontrar a outra.

Representação:



Exemplos de problemas:

1ª – "Há 4 meninas e 5 meninos sentados à mesa. Quantas crianças há ao todo?".

2ª – Um agricultor tem 56ha de terras, dos quais 17ha em floresta e capoeira, o restante é cultivável. Qual a área cultivável que ele tem disponível?".

A primeira classe de problemas se resolve por uma adição, cuja dificuldade pode variar em função dos números dados, do conteúdo e da forma das informações. A segunda classe de problemas se resolve normalmente por uma subtração, mas ela pode também ser resolvida igualmente pelo procedimento chamado de "complemento", exceto se os números em jogo se prestem a este procedimento. A dificuldade varia, segundo Vergnaud (2009), nesse caso ainda, em função dos fatores habituais.

A subtração x = b – a é entendida, nesse caso, como a operação inversa da adição a + x = b, e isso já constitui uma forma de cálculo relacional. Essa forma de subtração é um pouco mais complexa que a subtração exemplificada na segunda categoria de relações aditivas, que correspondia a uma transformação negativa operando sobre uma medida inicial (perder, tirar, etc.).

Vergnaud (2009) considera um erro ver a subtração como uma operação sempre subordinada e secundária em relação à adição. Na categoria que estamos vendo, ela é efetivamente subordinada, pois a busca do complemento entre uma medida elementar e uma medida composta

5 Sagital: esquema no qual flechas são utilizadas para representar as relações binárias (que ligam dois elementos entre si).

não tem sentido, a menos que primeiramente se atribua um sentido à composição de duas medidas elementares.

Então, este foi um estudo inicial sobre os diferentes tipos de problemas aditivos e fatores ligados à sua complexidade. Os estudos reforçam a necessidade de o professor propor problemas específicos para desenvolver determinados conceitos, levando em conta toda essa complexidade para compreender a sua aprendizagem.

A Matemática e a criança surda

Ao ensinar Matemática, independentemente de ser para alunos com deficiência ou não, torna-se relevante que o professor leve em consideração as peculiaridades do seu aluno e então estimule suas potencialidades. Miranda e Miranda (2011) falam da importância do professor administrar a heterogeneidade de experiência e valores pessoais dos seus alunos para promover a aprendizagem e o respeito de ambos.

Sendo esse aluno um sujeito surdo, e a comunicação um fator essencial para a construção de conhecimentos, é importante considerar que a língua materna desse aluno é a Língua Brasileira de Sinais (Libras). Gesser (2009) defende que o aluno surdo deve ter a oportunidade de acesso a uma escola que reconheça as diferenças linguísticas, que promova a língua padrão e que ofereça professores proficientes na língua de sinais, permitindo a alfabetização na língua primeira e natural dos surdos. Segundo Albres e Saruta (2012), a sociedade é constituída na língua e pela língua, e no uso dela nos tornamos indivíduos únicos, pois por esse meio que é feito todo o processo de troca de experiências e informações, construindo e compartilhando conhecimentos a partir de interações.

A importância dada à língua portuguesa, a não valorização da identidade e valores culturais dos surdos e a falta de materiais que ajudem a atender as especificidades desses estudantes, de acordo com Miranda e Miranda (2011), fez com que o ensino de Matemática se tornasse igual ao desenvolvido com alunos ouvintes. Os autores relatam que os professores se centram mais na prática de exercícios do que em situações-problemas, enfatizando problemas característicos, relacionados somente às competências linguísticas de seus alunos, dando mais atenção a estratégias concretas do que à análise de estratégias. Professores de surdos costumam considerar que as maiores dificuldades observadas aparecem na resolução de problemas, atribuindo-as especificamente à interpretação de enunciados.

Metodologias de ensino e aprendizagem ineficientes, falta de motivação, o domínio da série de contagem e as diferenças idiossincráticas entre as línguas faladas e a de sinais são fatores que podem causar um atraso no desenvolvimento das habilidades matemáticas dos indivíduos surdos (LEYBAERT; VAN CUTSEM, 2002).

Entretanto, outras pesquisas mostram vantagens dos indivíduos surdos em outros domínios cognitivos, como desvio de atenção visual (RETTENBACK; DILLER; SIRETEAUNU, 1999), detecção do movimento periférico (BAVELIER et al., 2000), velocidade da geração da imagem mental (EMMOREY; KOSSLYN, 1996), associação de palavras (MARSCHARK et al., 2004), entre outras.

Então, pode-se pensar que as crianças surdas apresentam dificuldades matemáticas oriundas da linguagem e, ainda, que a visualização pode potencializar a aprendizagem, uma vez que o

> [...] elemento visual configura-se como um dos principais facilitadores do desenvolvimento da aprendizagem dos surdos. As estratégias metodológicas utilizadas na educação devem necessariamente privilegiar os recursos visuais como um meio facilitador do pensamento, da criatividade e da linguagem viso-espacial. (SALES, 2004, p.10)

Em pesquisa posterior, Sales (2008) afirma que a utilização de recursos didáticos, principalmente os visuais, como as mídias tecnológicas, com o apoio da Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), permite estabelecer um canal de comunicação favorável para que esses alunos interajam com seus pares e, ao mesmo tempo, apropriem-se dos conceitos matemáticos.

Na dissertação de mestrado, Sales (2008) analisou as evidências apresentadas pelos alunos surdos e pesquisadores, por meio de ações reflexivas no processo de ensino com resolução de problemas aditivos, proporcionado pela Libras, e que demonstrassem ser indícios de envolvimento e de aprendizagem. Constatou que o ambiente proporcionado pela resolução de problemas aditivos, por meio da língua de sinais associados a alguns recursos didáticos, permite estabelecer um canal de comunicação favorável para que os sujeitos interagissem com seus pares e também com o grupo.

Sobre a resolução de problemas, temos estudos de Bastos e Pereira (2009), que analisaram a aprendizagem de surdos de Ensino Médio mediante o emprego de situações-problema. Perceberam que o ensino de situações-problema enfatiza a interação entre conceitos matemáticos, ação, observação e análise, minimizando os processos operatórios de forma mecânica, possibilitando desenvolver um conhecimento teórico e prático mais integrado e tornando as práticas escolares de Matemática mais motivadoras e dinâmicas.

Nunes et al. (2005) afirma ser indispensável que a professora faça um diagnóstico da compreensão de diversos aspectos das estruturas aditivas entre seus alunos, no início de trabalho com este, a fim de poder planejar trabalhos que promovam a compreensão de novos aspectos em seus alunos. Cita que pesquisadores do Instituto Freudenthal desenvolvem uma abordagem à avaliação educacional que pode ter grande utilidade para o planejamento do ensino de matemática. Essa abordagem busca encontrar meios para apresentar aos alunos problemas interessantes que necessitam diversas estratégias de solução e sejam relativamente independentes da habilidade de leitura dos alunos, para que a avaliação em matemática não seja contaminada por outros aspectos da aprendizagem escolar dos alunos. Assim, os problemas são apresentados por meio de desenhos e as instruções são dadas oralmente. No caso de alunos surdos, o acesso ao problema por desenhos e instruções por meio da Libras poderia possibilitar uma melhor análise de como esses alunos constroem os conceitos matemáticos.

Nunes et al. (2005) reforça a necessidade de que o problema possa ser apresentado visualmente, com um mínimo de instruções verbais, para reduzir a influência de fatores irrelevantes ao objeto da avaliação, como por exemplo a habilidade de leitura da criança ou sua memória para informações orais.

Quanto à linguagem, Gregory (1995) sugere que ela pode ser, em parte, responsável pelo atraso na aquisição de conceitos numéricos apresentados pelas crianças surdas, pois as palavras do dia a dia podem ter um significado matematicamente específico quando utilizadas. Um exemplo: um número “alto” refere-se à quantidade em vez da localização da representação numérica.

Mas Ansell e Pagliaro (2006) destacam que a apresentação visoespacial não é suficiente para que os surdos apresentem um desempenho favorável em resolução de problemas matemáticos. Em pesquisas com 233 crianças surdas de terceiro ano do Ensino Fundamental, esses autores observaram que metade das crianças teve desempenho abaixo do das crianças ouvintes.

Traxler (2000) realizou um estudo com 4.808 estudantes surdos, com idades entre 8 e 18 anos. Para esse estudo, aplicou-se o Teste Stanford Achievement, que foi adaptado para sujeitos surdos pela equipe do Instituto de Pesquisa de Gallaudet. Compõem o teste: subtestes de leitura, resolução de problemas e procedimentos matemáticos, linguagem e soletração; com escores divididos em nível avançado, intermediário, básico e abaixo do básico. No subteste de Matemática, 80% dos sujeitos surdos mostraram um nível de desempenho abaixo do básico e em resolução de problemas matemáticos, nível básico.

Os dados de Traxler (2000) nos mostram que investigações e propostas com melhorias para o ensino e a aprendizagem com estudantes surdos são necessárias.

Análise de dados

A avaliação diagnóstica foi elaborada com base nos estudos de Vergnaud (2009) sobre o campo conceitual aditivo. Composta por oito problemas relativos às operações de adição e subtração, cada questão era apresentada, inicialmente, na Língua Portuguesa escrita, em seguida na língua brasileira de sinais (Libras) e, se houvesse necessidade, explicada também em Libras.

Como mencionado anteriormente, o teste foi aplicado, individualmente, a sete alunos, sendo três matriculados no 3º ano e quatro no quarto ano do Ensino Fundamental, mas que estudam em uma mesma turma devido à organização e estrutura da escola.

Apresentaram-se dois problemas de composição (VERGNAUD, 2009) envolvendo a relação parte-todo:

- Problema 1: João tem 5 carrinhos de brinquedo e Laura tem 4. Quantos carrinhos os dois têm juntos?
- Problema 2: João tem 4 carrinhos de brinquedos e Laura tem alguns. Quantos carrinhos Laura tem, sabendo que juntos eles têm 12 carrinhos?

Os seis próximos problemas tratam de problemas de transformação. Os problemas 3 e 4 requerem o estado final, tendo o estado inicial e as transformações conhecidas, enquanto os problemas 5 e 6 requerem as transformações, e os problemas 7 e 8 requerem o estado inicial:

- Problema 3: João tem 6 tartarugas de brinquedo. Ganhou 3 novas tartarugas. Quantas tartarugas ele tem agora?
- Problema 4: Laura tem 10 tartarugas de brinquedo. Deu 7 a João. Quantas tartarugas ela tem agora?
- Problema 5: João tem 8 tartarugas de brinquedo. Perdeu algumas enquanto brincava e agora tem apenas 3. Quantas ele perdeu?
- Problema 6: Laura tem 6 tartarugas de brinquedo. Ganhou algumas de João e agora têm 10. Quantas tartarugas ela ganhou de João?
- Problema 7: João tem algumas tartarugas de brinquedo. Ganhou 3 novas tartarugas de Laura e agora tem 9. Quantas tartarugas ele tinha antes de ganhar as tartarugas de Laura?
- Problema 8: Laura tem algumas tartarugas de brinquedo. Perdeu 2 e agora ela tem 6. Quantas tartarugas Laura tinha inicialmente?

A distinção que se apresenta entre os problemas 3 e 4, 5 e 6 e entre o 7 e o 8 está na transformação, algumas positivas e outras negativas.

A aplicação dos problemas foi feita primeiramente na Língua Portuguesa escrita. Constatou-se que nenhum dos alunos conseguiu compreender o que era solicitado no problema, mesmo auxiliados no vocabulário de algumas palavras de português para Libras. Alguns problemas foram entendidos apenas pela comunicação em Libras, mas, para outros, foram necessárias explicações adicionais, também em Libras, uma vez que a proposta era a de observar se os alunos já haviam construído os esquemas de ação necessários para a solução e que a compreensão do enunciado do problema em si não atrapalhasse, naquele momento, o seu raciocínio. Isso também pode ser observado com alunos ouvintes, que precisam muitas vezes de uma maior explicação do enunciado do problema para a sua compreensão. O importante nesse contexto é a mediação pela Libras, auxiliando a interpretação desse enunciado.

Percebeu-se também que, embora o aluno compreendesse o que o problema lhe solicitava, não conseguia traçar uma estratégia de resolução. Esses são problemas que Vergnaud (2009) classifica como aqueles em que o aluno não possui em seu repertório de estratégias, uma que, de imediato, solucione o problema. Essas situações exigiram dos alunos um tempo maior, explicações adicionais para que organizassem em seu pensamento um esquema de ação que lhes permitisse resolver o problema. Quando esse esquema ainda não parecia construído, o aluno dizia que não sabia ou demonstrava desinteresse por resolver a situação; ficava em silêncio, procurava um número entre os dados do problema e então dizia ser aquela a resposta. Quando chamados a verificar a solução no problema, muitos até percebiam que não poderia ser aquela a solução, trocavam por outro número do problema, diziam que não sabiam, demonstravam desconhecer uma estratégia de solução.

O problema 1 foi resolvido facilmente pelos alunos, assim que comunicados em Libras. Esse problema exigia dos alunos a coordenação do esquema de ação de juntar e a contagem, uma simples composição de suas partes. Pela facilidade que demonstraram na resolução percebeu-se que, diante dessas circunstâncias e naquele momento, esses alunos já disponibilizavam em seu repertório as competências necessárias ao tratamento da situação, alguns contaram nos dedos, outros resolveram mentalmente, por se tratar de números pequenos.

O problema 2 foi solucionado por quatro alunos. Embora o problema também fosse de composição, não exigia o total das partes, e sim uma das partes, o que requer uma coordenação entre os esquemas de juntar e retirar, além da contagem. Dois alunos resolveram mentalmente a situação, novamente facilitada pelos números serem pequenos. Um aluno solucionou utilizando material de contagem, quando separou o total em dois grupos em que um grupo de 4 carrinhos era de João e então os outros 8 eram de Laura. O outro aluno que solucionou o problema utilizou a "adição complementar". Por tentativa e erro, juntava 4 e 6 e percebia não somar 12, juntou 4 e 7 e não encontrou a solução, quando juntou 4 e 8, disse então que era 8. Dentre os alunos que não conseguiram resolver o problema, dois deles tentaram juntar os dois grupos (4 e 12) e, ao serem instigados a verificar a solução no contexto do problema, observaram que não estava correto, mas mesmo assim não mostraram interesse em achar outra solução. Outro aluno usou material de contagem, separando os 12 carrinhos em dois grupos, um com 4, e, ao contar os carrinhos do outro grupo, erra por um na contagem, respondendo 7, pois não faz corretamente a correspondência um para um (cada objeto a um número da sequência numérica sinalizado). Assim, percebe-se que esse tipo de problema ainda precisa ser trabalhado com esses alunos para que possam coordenar melhor os esquemas necessários ao desenvolvimento e domínio dessa situação.

Os problemas 3 e 4 são classificados como problemas de transformação, em que, em ambos os casos, se conhece o estado inicial e a transformação, buscando o estado final. Envolverá também os esquemas de ação de "juntar" e "retirar". Cinco alunos conseguiram resolver facilmente o problema 3, que exigia o esquema de ação de "juntar". Quanto aos dois que não conseguiram, observou-se que, por diversas vezes, usaram material concreto para representar as quantidades e, durante esse uso, frequentemente erravam a contagem, pulando um número da sequência numérica ou não fazendo corresponder, na contagem, cada material um único número da sequência numérica. Nunes et al. (2005) explica que quando a criança consegue coordenar sua atividade prática com a contagem, ela se torna capaz de resolver problemas simples de adição e subtração. Esses dois alunos demonstram que ainda estão em processo de contagem, necessitando de um trabalho mais aprofundado em relação aos princípios da contagem. Quanto ao problema 4, exigiu o esquema de ação de "retirar". Quatro alunos conseguiram chegar à solução; dois tiveram dificuldades na contagem, errando por uma unidade, e um aluno apenas retirou uma unidade do estado inicial. Novamente se mostra necessário um trabalho que também priorize os princípios da contagem.

Os problemas 5 e 6 são também de transformação, mas apresentam o estado inicial e o final, requerendo a transformação, ou seja, agora teremos um número relativo como resposta e não um número natural conforme apontado por Vergnaud (2009). No problema 5, a transformação é negativa e exigirá o esquema de ação de separar, juntamente com a contagem. Foi solucionado por quatro alunos, que precisaram de material concreto para resolver o problema. Separaram as 8 tartarugas de brinquedo e dividiram-nas em dois grupos, um de 3 e o outro de 5 tartarugas, indicando o grupo que foi perdido. Um aluno perguntou se era para fazer de mais ou de menos, demonstrando saber que a situação envolvia raciocínio aditivo, mas ainda a falta de domínio e coordenação dos esquemas de solução do campo conceitual aditivo. Um aluno respondeu com dados do problema, demonstrando novamente desconhecer estratégia para solução, e outro aluno novamente erra na contagem.

Já o problema 6 envolve a busca pela transformação que é positiva, mas o esquema de ação utilizado também é o de separar. Apenas dois alunos obtiveram sucesso nesse problema. Percebeu-se que quiseram juntar os dois grupos (6 e 10), mas, ao verificarem o problema, notavam não estar correto; não conseguiam, porém, desenvolver uma estratégia para a solução. Houve muitas mediações por meio da Libras nessa situação. Verificou-se que entediam o que o problema pedia, mas não conseguiam coordenar esquemas necessários para a solução. Essa análise também mostra a importância de desenvolver um programa de ensino que proporcione o desenvolvimento dos alunos na coordenação desses esquemas, observando cuidadosamente a resolução de problemas em que a transformação seja positiva.

Os problemas 7 e 8 de transformação, apresentam o estado final e a transformação, em que o dado a ser calculado é o estado inicial. O problema 7 foi solucionado por três alunos. Novamente se observaram erros de contagem e a falta de estratégias para resolução; tendiam a juntar as partes envolvidas. O problema 8, mesmo com números bem pequenos, foi solucionado por apenas dois alunos. Um chegou a resolver mentalmente sem necessidade de material; o outro usou material, separando 2 do estado final e observando o grupo que sobrou. Entre os que não conseguiram solucionar, dois erraram na contagem, mas demonstravam coordenar bem o esquema de ação necessário; 2 alunos usaram o esquema de retirar, talvez pela transformação ser negativa, e um aluno demonstrou desinteresse, respondendo rapidamente um número dado no problema.

As observações do processo de resolução dos problemas propostos e descritos aqui originaram múltiplas inquietações, que deverão ter continuidade junto ao LEI. Contudo, evidenciam também que o processo investigativo apresenta consonância com as premissas teóricas estudadas.

Considerações finais

As questões teóricas contempladas neste artigo permitem inferir que o campo conceitual aditivo possui uma complexidade que deve ser levada em conta para compreender sua aprendizagem. Assim, faz-se necessário conhecer os fatores que reforçam a necessidade de se proporem problemas específicos para desenvolver determinados conceitos.

Para tanto, trabalhar problemas que tratam de situações de comparação, de transformação e de composição são essenciais para a aprendizagem e a compreensão desse campo conceitual, pois uma mesma operação aritmética pode estar associada a ideias diferentes.

Além disso, o professor que lecionará a alunos surdos necessitará saber sobre as especificidades ligadas a esses alunos, bem como planejar ações pedagógicas adequadas a essas especificidades. Conhecer o aluno surdo e suas particularidades torna-se relevante para analisar como este aprende.

Assim, compreender e interpretar os fatores que permeiam o processo de construção dos conceitos matemáticos envolvidos nos problemas do campo conceitual das estruturas aditivas por crianças surdas, sujeitos dessa investigação, torna-se relevante, pois contribui para a análise da evolução dos esquemas cognitivos ativados por essas crianças na busca da compreensão dos conceitos matemáticos como procedimento adequado de solução para os problemas propostos.

Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa para o doutorado em curso.

Referências

ALBRES, N. A.; SARUTA, M. V. *Programa curricular de Língua Brasileira de Sinais para Surdos*. São Paulo: IST, 2012. Disponível em: <http://libras.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/03/2012-11-ALBRES-e-SARUTA-Curriculo-LS-IST.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2017.

ANSELL, E.; PAGLIARO, C. M. The relative difficulty of signed arithmetic story problems for primary level deaf and hard-of-hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, v.9, p.153-170, 2006.

BASTOS, F. da P.; PEREIRA, V. L. B. Investigação-ação escolar: situação-problema na aprendizagem de conceitos matemáticos por alunos surdos. In: *Espaço: informativo técnico-científico do INES*, Rio de Janeiro, n.31, jan./jun. 2009, p.44-52.

BAVELIER, D. et al. Visual attention to the periphery is enhanced in congenitally deaf individuals. *Journal of Neuroscience*, n.20, p.1-6, 2000.

BOGDAN, R ; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação:* uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto, 1994.

EMMOREY, K.; KOSSLYN, S. Enhanced image generation abilities in deaf signers: A right hemisphere effect. *Brain and Cognition*, n.32, p.28-44, 1996.

GESSER, A. *Libras? Que língua é essa?*: crenças e preconceitos em torno da língua de sinais e da realidade surda. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

GIL; A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.

GREGORY, S. *Young deaf children and their families*. Cambridge, Mass.: Cambridge University Press, 1995.

LEYBAERT, J.; VAN CUTSEM, M. N. Counting sign language. *Journal of Experimental Child Psychology*, n. 81, p.482-501, 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. *Pesquisa em educação:* abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MAGINA, S. et al. *Repensando adição e subtração:* contribuições da teoria dos campos conceituais. São Paulo: PROEM, 2008.

MARSCHARK, M. et al. Organization and use of the mental lexicon by deaf and hearing individuals. *American Annals of the Deaf*, n.149, p.51- 61, 2004.

MIRANDA, C. J. A.; MIRANDA, T. L. M. O ensino de matemática para alunos surdos: Quais os desafios que o professor enfrenta? *Revista Eletrônica de Educação Matemática*. v.6(1), p.31-46, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/viewFile/10.5007-1981-1322.2011v6n1p31/21261>. Acesso em: 7 jun. de 2017.

NUNES, et al. *Educação Matemática 1:* números e operações numéricas. São Paulo: Cortez, 2005.

NUNES, T. *Teaching mathematics to deaf children*. London: British Library, 2004.

RETTENBACK, R.; DILLER, G.; SIRETEAUNU, R. Do deaf people see better? Texture segmentation and visual search compensate in adult but not in juvenile subjects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, n.11, p.560-583, 1999.

SALES, E. R. *Refletir no silêncio:* um estudo das aprendizagens na resolução de problemas aditivos com alunos surdos e pesquisadores ouvintes. Belém: 2008. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, 2008.

SALES, E. R. *A imagem no ambiente logo enquanto elemento facilitador da aprendizagem com crianças surdas*. 2004. 65f. Monografia (Especialização em Informática Educativa), Centro de Ciências Humanas e Educação, Universidade da Amazônia, Belém, 2004.

TRAXLER, C. B. The Stanford achievement test, 9th Edition: National norming and performance standards for deaf and hard-of-hearing students. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, n. 5, p.337-348, 2000.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais:* a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

VERGNAUD, G. *A criança, a matemática e a realidade:* problemas do ensino da matemática na escola elementar. Curitiba: Editora da UFPR, 2009.

VERGNAUD, G. *Le moniteur de mathématique*. Paris: Éditions Nathan, 1996.

Rosiane da Silva Rodrigues – Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil – PPGECIM/ULBRA e professora de Matemática na Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha. E-mail: rosiane.rodrigues@liberato.com.br

Marlise Geller – Doutora em Informática na Educação pela UFRGS. Atualmente, é professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil – PPGECIM/ULBRA. E-mail: marlise.geller@gmail.com