



Aprendizagem de números racionais, com recursos digitais, na formação inicial de professores

Rational numbers' learning, through digital resources, in a teacher education program

Raquel Santos¹,  0000-0003-3838-6626, Maria Clara Martins¹,  0000-0002-0689-8099
raquel.santos@ese.ipsantarem.pt, clara.martins@ese.ipsantarem.pt

¹*Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém, Portugal*

Resumo

A integração de recursos educativos digitais (RED) para a aprendizagem da Matemática foi incentivada com a disseminação do ensino a distância, consequência da pandemia que ainda estamos a viver. Trouxe, por isso, indubitavelmente algumas alterações ao modo como uma unidade curricular (UC) da formação de professores se desenvolveu a partir daí, dado que os RED passaram a estar ainda mais presentes. Assim, neste artigo pretendemos apresentar parte de um estudo em desenvolvimento sobre a utilização de RED na aprendizagem de números racionais. O objetivo é compreender de que modo estudantes da formação inicial de professores e educadores mobilizam os seus conhecimentos matemáticos sobre números racionais na exploração de tarefas envolvendo RED. Debruçamo-nos sobre a aprendizagem que fazem e os conhecimentos que mobilizam sobre os números racionais, concretamente sobre os significados e as representações. Esta investigação insere-se no paradigma interpretativo, numa abordagem qualitativa e, atendendo à natureza do estudo, a análise dos dados é essencialmente descritiva e interpretativa. Os participantes são 49 estudantes do 1.º ano de Licenciatura em Educação Básica que frequentaram a UC de Números e Operações. A UC envolveu a exploração de diversos RED para promoção de aprendizagens matemáticas. Os dados foram recolhidos através de um guião de exploração de um RED realizado colaborativamente em sala de aula e de um questionário de avaliação dessa exploração em aula. Os resultados emergem da análise dos dados recolhidos pelas duas docentes da UC, de modo a perceber como a exploração de RED promove o desenvolvimento de conhecimento matemático e como os estudantes perspetivam a utilização de RED em sala de aula. Espera-se que as conclusões deste estudo permitam inferir implicações para a metodologia desta unidade curricular e sobre o modo como esta prática de formação pode ser implementada no futuro.

Palavras-Chave: ensino e aprendizagem da matemática, formação inicial de professores, números racionais, recursos educativos digitais.

Abstract

The integration of digital resources for learning Mathematics was encouraged with the spread of distance learning, a consequence of the pandemic we are experiencing. Therefore, it undoubtedly brought some changes to the way in which a course of a teacher education program developed from there, given that digital resources became even more present.

Thus, in this article we intend to present part of an ongoing study on the use of digital resources in the learning of rational numbers. The goal is to understand how students in the teacher education program mobilize their mathematical knowledge about rational numbers in the exploration of tasks involving digital resources. We focus on the learning they do and the knowledge they mobilize on rational numbers, specifically on the meanings and representations. This investigation follows the interpretive paradigm, in a qualitative approach and, given the nature of the study, data analysis is essentially descriptive and interpretive. The participants are 49 students of the 1st year of a teacher education program that attended the course of Numbers and Operations. This course involved exploring various digital resources to promote mathematical learning. Data was collected through an exploration guide for a digital resource carried out collaboratively in the classroom and a questionnaire to evaluate this exploration in class. The results emerge from the analysis of data collected by the two course educators, to understand how the exploration of digital resources promotes the development of mathematical knowledge and how students envision the use of digital resources in the classroom. It is expected that the conclusions of this study will allow us to infer implications for the methodology of this course and on the way in which this practice can be implemented in the future.

Keywords: digital educational resources, rational numbers, teacher education program, teaching and learning of mathematics.

1 Introdução

A evolução tecnológica tem contribuído para fomentar a integração de RED no ensino e na aprendizagem da Matemática. Com o surgimento da pandemia, a utilização de RED aumentou, pela impossibilidade de se poderem recorrer a materiais manipuláveis. Neste artigo, debruçamo-nos no caso especial de uma UC de Números e Operações, integrada no 1.º ano de Licenciatura em Educação Básica da Escola Superior de Educação de Santarém. Nesta UC, num formato completamente presencial, adotou-se, no ano letivo de 2021/2022, uma abordagem de integração de RED para o ensino e a aprendizagem de diferentes conceitos relacionados com o tema de Números e Operações. Apresentamos, neste artigo, parte de um estudo em desenvolvimento sobre a utilização de RED na aprendizagem de números racionais. O objetivo é compreender de que modo estudantes da formação inicial de professores e educadores mobilizam os seus conhecimentos matemáticos sobre números racionais na exploração de tarefas envolvendo RED. Debruçamo-nos sobre a aprendizagem que fazem e os conhecimentos que mobilizam sobre os números racionais, concretamente sobre os significados e as representações.

2 Enquadramento teórico

2.1 Aprendizagem dos números racionais

A aprendizagem dos números racionais é especialmente exigente para os alunos dada a complexidade do conceito, resultado das suas múltiplas representações e significados.

Em particular, os números racionais na forma de fração podem assumir uma diversidade de significados implicando que no processo de ensino- aprendizagem se inicie por um trabalho assente em conhecimentos prévios dos alunos, mais intuitivo e menos formalizado, promovendo a compreensão das frações envolvidas, fazendo emergir as interpretações que o número pode apresentar nos diferentes contextos, potenciando uma

aprendizagem conceptual (Barnett-Clarke et al., 2010; Behr et al., 1983; Lamon, 2001; Monteiro & Pinto, 2005).

Uma das grandes ideias identificadas no estudo das frações é a de que os alunos devem desenvolver um conjunto de estratégias de ordenação e comparação (Petit et al., 2015), nomeadamente relações que se podem estabelecer entre o numerador e o denominador, mas também o desenvolvimento de estratégias de raciocínio quando se comparam ou ordenam frações. Os alunos devem ser capazes de comparar e, por conseguinte, ordenar frações pertencentes a diferentes tipos. Para comparar corretamente duas frações, podem ser usados diferentes tipos de estratégias de raciocínio em que cada um desses tipos de estratégia envolve determinar o contributo do numerador e do denominador relativamente ao valor da fração.

A ordenação de frações favorece uma compreensão dos números racionais como quantidades, uma vez que implica que se pondere a ordem de grandeza relativa ou absoluta de duas ou mais frações para as ordenar. Tobias (2009) refere que os alunos tendem a usar sempre o mesmo procedimento, o de reduzir ao mesmo denominador. Behr et al. (1983) sugerem três tipos de estratégias para comparar frações que passam por (1) considerar as frações como razões e quantificar quanto é que falta a cada uma para perfazer a unidade, (2) considerar pontos de referência que permitam decidir sobre a grandeza dos valores envolvidos comparando-os com os pontos de referência e sem que para tal seja necessário quantificar cada uma das frações, e (3) utilizar estratégias manipuláveis, ou seja, materiais ou modelos concretos que favorecem a compreensão do que significa determinar o mesmo denominador.

Vários estudos sugerem que o recurso a materiais manipuláveis e a modelos promove o desenvolvimento de conexões entre o conhecimento conceptual e o conhecimento procedimental relativo à comparação de frações (Petit et al., 2015; Wong & Evans, 2007).

2.2 Utilização de RED

Os recursos digitais são cada vez mais utilizados para fins educacionais. São geralmente recursos dinâmicos, interativos, munidos de grandes potencialidades do ponto de vista comunicacional e informativo e que podem ser mobilizados em contextos educacionais, não apenas como forma de desenvolver novas aprendizagens, mas também como elementos capazes de contribuir para uma formação diferenciada e integrada no contexto social e atual induzindo uma mudança de práticas e de modelos ou perspetivas sobre a aprendizagem (Moita et al., 2011; Viana & Peralta, 2021;).

Do ponto de vista educacional, um recurso digital, cujas características possibilitem a modelação, a simulação, a animação, a combinação multimédia, ou a interatividade (que pode assumir formas diferentes), requer estratégias de ensino e aprendizagem diversificadas e adaptadas integrando as diferentes potencialidades do recurso. A partir de um guião os alunos podem usufruir da manipulação do próprio recurso, da interação com os elementos do recurso, e da observação de relações ou representações de conceitos, da visualização, do desenvolvimento de conjecturas e da generalização. Ou seja, os RED possibilitam aos professores e alunos desenvolverem um trabalho educativo diferente e com mais-valias claras, em relação ao que poderiam desenvolver com o apoio de meios tradicionais de ensino (Homa-Agostinho & Oliveira-Groenwald, 2020; Ramos et al., 2011). A formação de professores deve, por isso, ter como foco principal a mudança de atitudes face às tecnologias de comunicação e informação, o seu potencial para uso em

contexto educativo, o conhecimento da tecnologia, o modo de adquirir esse conhecimento e a familiarização com a utilização de recursos digitais (Costa, 2011).

Um dos RED que podem ser usados são as simulações computacionais interativas de Physics Education Technology (PhET) desenvolvidas pela Universidade do Colorado. Algumas destas simulações favorecem um ambiente de aprendizagem propício à compreensão de diversos conteúdos a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, através da experimentação de várias situações que os alunos exploram autonomamente e manipulam criando diferentes representações (Araújo et al., 2015; Bulegon et al., 2013).

3 Metodologia

Esta investigação insere-se no paradigma interpretativo, numa abordagem qualitativa (Bogdan & Bicklen, 1994). Os participantes são 49 estudantes do 1.º ano de Licenciatura em Educação Básica que frequentaram a UC de Números e Operações (E1 a E49) da Escola Superior de Educação de Santarém, no ano letivo de 2021/2022, onde foram explorados diversos RED para promoção de aprendizagens matemáticas. O foco deste artigo está na implementação de uma proposta didática, que poderá ser implementada ao longo do 1.º ciclo do Ensino Básico, elaborada pelas docentes da UC e investigadoras. O objetivo dessa proposta é promover o conhecimento do significado parte-todo das frações e de relações entre frações, mas também fomentar o desenvolvimento da capacidade matemática de representações matemáticas, no tópico de representações múltiplas (DGE, 2021).

Os dados foram recolhidos através do próprio guião de exploração do RED, realizado colaborativamente em sala de aula, explorado por 11 grupos de trabalho (G1 a G11). O guião de exploração era constituído por um total 37 questões (Q1 a Q37), onde 13 das questões desenvolviam o conhecimento sobre comparação de frações. Neste artigo vamos apenas analisar as respostas dos estudantes às questões que incidiam sobre comparação de frações com o mesmo denominador, com o mesmo numerador e com a mesma diferença entre numerador e denominador, de modo a compreender as estratégias utilizadas e as dificuldades sentidas na comparação de diferentes frações. Durante o guião de exploração, os estudantes eram incentivados a utilizar o simulador PhET Frações: Introdução (Simulation by PhET Interactive Simulations, s.d.) e a utilizá-lo para recorrer a diferentes representações das frações.

Nesse simulador, podiam utilizar o modo Introdução, em que tinham seis representações possíveis para os números racionais (Figura 1), mas apenas era possível a representação de uma fração de cada vez. Os estudantes podiam também utilizar o modo Laboratório, em que tinham disponíveis duas representações possíveis: representação circular, representação retangular, sendo possível representar mais do que uma fração em simultâneo.



Figura 1: Representações disponíveis no modo Introdução do simulador PhET.

O guião foi precedido por um pré-teste, com cinco questões (P1A a P5A), e foi terminado com um pós-teste, com outras cinco questões muito semelhantes às iniciais (P1D a P5D), realizados individualmente. Analisamos, neste artigo, as respostas dos estudantes a três dessas questões, com o mesmo tipo de comparação de frações.

Adicionalmente, analisamos os dados através de um questionário individual de avaliação com 11 questões (QA1 a QA11), realizado após a exploração do guião, focando-nos nas potencialidades e dificuldades identificadas pelos estudantes relativas à utilização de RED na aprendizagem da Matemática

Atendendo à natureza do estudo, a análise de dados foi essencialmente descritiva e interpretativa, envolvendo análise de conteúdo (Bardin, 2011). Para isso foram elaboradas categorias de resposta, que emergiram dos próprios dados.

4 Apresentação e discussão dos resultados

4.1 Estratégias e dificuldades na comparação de frações

Durante a utilização do RED, apesar de os estudantes poderem utilizar qualquer um dos modos e qualquer uma das representações do simulador, a grande maioria acabou por utilizar sempre a representação circular do modo Laboratório para representar e comparar frações.

4.1.1. Comparação de frações com o mesmo denominador

Sobre a comparação de frações em que o denominador era igual, existia um grupo de quatro questões (Figura 2).

- 13.** A Fernanda e a Isaura fizeram, cada uma, um bolo de chocolate seguindo a mesma receita e usando as mesmas quantidades. A Fernanda comeu $\frac{2}{8}$ do seu bolo. A Isaura comeu $\frac{5}{8}$. Quem comeu mais bolo? O que concluem sobre a fração que representa uma parte maior do bolo? Apresentem um printscreen do vosso trabalho.
- 14.** Construam as frações $\frac{2}{6}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{5}{6}$ e $\frac{3}{6}$ e apresentem um printscreen do vosso trabalho.
- 15.** Coloquem por ordem crescente as frações anteriores.
- 16.** Escrevam uma regra que permita ordenar/comparar frações quando o denominador é o mesmo. Expliquem o vosso raciocínio.

Figura 2: Q13 a Q16 do guião de exploração.

Nenhum dos grupos teve dificuldade em responder à Q13, chegando a uma resposta correta, utilizando a representação circular.

Relativamente à Q15, todos os grupos ordenaram corretamente as frações. Apresentamos uma categorização das respostas dos diferentes grupos à Q16 (Tabela 1).

Tabela 1: Análise das respostas à Q16 do guião.

Q16	Percentagem
Referência aos denominadores iguais	73%
Ordenação de acordo com os numeradores	100%

Ordenação como se fossem números inteiros/naturais	18%
Referência ao número de partes da unidade	27%

Relativamente a este tipo de comparação de frações, existia uma questão nos pré e pós-teste. As respostas dos estudantes foram categorizadas de acordo com a correção da resposta de qual a maior fração e segundo o tipo de justificação mencionada para a escolha no caso de escolherem corretamente ou incorretamente a maior fração (Tabela 2).

Tabela 2: Análise das respostas à P1 dos pré e pós-teste.

P1		Pré-Teste		Pós-Teste	
Correto	Representação pictórica - modelo discreto	84%	6%	94%	4%
	Sentido de quociente		15%		0%
	Representação pictórica – modelo contínuo		27%		42%
	Representação na reta numérica		2%		0%
	Representação decimal		15%		4%
	Comparação com a unidade		2%		0%
	Comparação de numeradores		31%		73%
Parcialmente correta (sem justificação/ justificação incompleta/ incorreta)		10%		4%	
Incorreto	Representação pictórica – modelo contínuo	6%	0%	2%	2%
	Resultado da divisão		2%		2%
	Comparação de denominadores		2%		0%
	Sem justificação		2%		0%

Podemos observar que houve uma ligeira melhoria no que diz respeito à percentagem de estudantes que respondeu total ou parcialmente correto (de 94% para 98%). De realçar ainda que, depois da manipulação do RED, os estudantes passaram a utilizar em maior número a representação pictórica (modelo contínuo) e, principalmente, a comparação de numeradores (Figura 3). Pensamos que estas mudanças de justificação possam estar associadas ao facto de o RED potenciar a representação pictórica das frações e de as respostas à Q16 do guião ter levado todos os grupos de estudantes a generalizações com ordenação dos numeradores (Tabela 1).

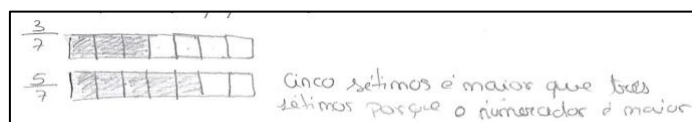


Figura 3: Resposta à P1D de E36.

4.1.2 Comparação de frações com o mesmo numerador

Na exploração do guião, os estudantes passaram por outro grupo de questões semelhante ao anterior (Figura 4), mas para a comparação de frações em que o numerador era igual.

17. A Fernanda e a Isaura fizeram, cada uma, um bolo de chocolate seguindo a mesma receita e usando as mesmas quantidades. A Fernanda comeu $\frac{1}{8}$ do seu bolo. A Isaura comeu $\frac{1}{2}$. Quem comeu mais bolo? O que concluem sobre a fração que representa uma parte maior do bolo? Apresentem um printscreen do vosso trabalho.
18. Construam as frações $\frac{2}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{2}{8}$ e $\frac{2}{5}$ e apresentem um printscreen do vosso trabalho.
19. Coloquem por ordem crescente as frações anteriores.
20. Escrevam uma regra que permita ordenar/comparar frações quando o numerador é o mesmo. Expliquem o vosso raciocínio.

Figura 4: Q17 a Q20 do guião de exploração.

Nenhum dos grupos teve dificuldade em responder corretamente à Q17. Merece destaque o facto de um dos grupos ter recorrido à redução ao mesmo denominador para comparar as duas frações, facto apontado anteriormente por Tobias (2009), mesmo tendo a representação pictórica (Figura 5).

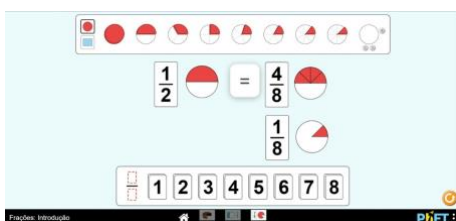


Figura 5: Representação realizada pelo G2 na Q17.

Relativamente à Q19, a maioria dos grupos ordenou corretamente as frações. As exceções foram o G3 que ordenou as frações da Q17 em vez das frações da Q18 e o G4 que colocou as frações na ordem inversa à pedida (Figura 6). Este erro parece ter sido um mau uso do sinal de “<”, uma vez que na questão seguinte este grupo formulou uma generalização adequada.

$$\frac{2}{3} < \frac{2}{4} < \frac{2}{5} < \frac{2}{8}$$

Figura 6: Resposta à Q17 do G4.

As respostas dos estudantes à Q20 apresentam-se categorizadas na Tabela 3 de acordo com as justificações dadas.

Tabela 3: Análise das respostas à Q20 do guião.

Q20	Percentagem
Referência aos numeradores iguais	82%
Ordenação de acordo com os denominadores	100%
Ordenação como se fossem números inteiros/naturais	18%
Referência ao número de partes da unidade	18%

Relativamente a este tipo de comparação de frações, também existiu uma questão nos pré e pós-teste, cujas respostas dos estudantes foram categorizadas (Tabela 4).

Tabela 4: Análise das respostas à P2 dos pré e pós-teste.

P2		Pré-Teste		Pós-Teste	
Correto	Representação pictórica – modelo discreto	86%	4%	80%	6%
	Sentido de quociente		10%		0%
	Representação pictórica – modelo contínuo		29%		22%
	Representação na reta numérica		2%		4%
	Representação decimal		16%		4%
	Comparação de denominadores		18%		47%
	Redução ao mesmo denominador		18%		10%
Parcialmente correta (sem justificação/ justificação incompleta/ incorreta)		4%		14%	
Incorreto	Representação pictórica – modelo discreto	10%	4%	6%	0%
	Resultado da divisão		2%		0%
	Comparação de denominadores		4%		4%
	Sem justificação		2%		0%

Nesta questão, observa-se também uma ligeira melhoria no que diz respeito à percentagem de estudantes que respondeu total ou parcialmente correto (de 90% para 94%). No entanto, a percentagem de respostas corretas diminuiu ligeiramente (de 86% para 80%), isto porque apesar de existir um maior número de estudantes a identificar a maior fração, alguns deles não apresentam uma justificação completa tendo sido categorizados com respostas parcialmente corretas (de 4% para 14%). Pensamos que essa diferença poderá dever-se ao facto de no pós-teste os estudantes terem tentado usar estratégias de comparação que, provavelmente, foram usadas pelo grupo no guião mas não estariam bem consolidadas. Será de enfatizar o aumento significativo de estudantes que, após a manipulação do RED, passaram a justificar a escolha da fração maior através da comparação de denominadores, invocando essa comparação, possivelmente fruto da generalização que realizaram em grupo na Q20.

4.1.3 Comparação de frações com a mesma diferença entre numerador e denominador

Nas últimas questões do guião analisadas, os estudantes eram levados a comparar duas frações em que a diferença entre o numerador e o denominador era igual, ou seja, o número de parte em falta para completar a unidade em cada uma das frações era a mesma (Figura 7).

21. A Fernanda e a Isaura fizeram um bolo de chocolate do mesmo tamanho. A Fernanda comeu $\frac{7}{8}$ do seu bolo. A Isaura comeu $\frac{5}{6}$. Quem comeu mais bolo? O que concluem sobre a fração que representa uma parte maior do bolo? Apresentem um printscreen do vosso trabalho.
22. Construam as frações $\frac{2}{4}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{5}{7}$ e $\frac{3}{5}$ e apresentem um printscreen do vosso trabalho.
23. Coloquem por ordem crescente as frações anteriores.
24. Escrevam uma regra que permita ordenar/comparar frações quando a diferença entre o denominador e o numerador é a mesma. Expliquem o vosso raciocínio.

Figura 7: Questões 21 a 24 do guião de exploração.

Na Q21, observamos pela primeira vez respostas incorretas. Dos nove grupos que responderam corretamente: quatro justificaram com redução ao mesmo denominador: “(...) Confirmamos isso quando igualamos os denominadores ficando $\frac{42}{48}$ e $\frac{40}{48}$ ” (G3); um grupo (G5) argumenta com a ordenação de denominadores: “Quem comeu mais foi a Fernanda, pois o bolo estava dividido em um maior número de fatias, ou seja, o maior denominador”; e um grupo (G9) utiliza a comparação com a unidade: “ $\frac{8}{8} - \frac{7}{8} = \frac{1}{8}$, $\frac{6}{6} - \frac{5}{6} = \frac{1}{6}$, $\frac{1}{6} > \frac{1}{8}$, logo a Fernanda comeu mais bolo”. Os dois grupos que responderam incorretamente argumentam que as duas frações representam a mesma quantidade, talvez porque, em ambos os casos, sobra uma fatia de bolo: “Tanto a Isaura como a Fernanda comeram a mesma quantidade de bolo apenas este se encontrava dividido de forma diferente.” (G4). Este raciocínio denota a necessidade de continuar a estabelecer conexões entre diferentes representações dos números racionais para ultrapassar dificuldades que vão persistindo.

Relativamente à Q23, todos os grupos ordenaram corretamente as frações. Para a Q24 foi também realizada uma categorização das respostas dadas (Tabela 5). Nesta questão do guião, existiu uma maior diversidade de generalizações realizadas pelos grupos de estudantes.

Tabela 5: Análise das respostas à Q24 do guião.

Q24	Percentagem
Referência à diferença igual entre numerador e denominador	45%
Ordenação de acordo com os denominadores	27%
Ordenação de acordo com os numeradores	18%
Ordenação como se fossem números inteiros	18%
Ordenação da representação decimal	9%
Redução ao mesmo denominador	27%
Comparação com a unidade	9%
Sem resposta	9%

Na tabela 6, apresentamos uma categorização das respostas dos estudantes à questão dos pré e pós teste sobre o mesmo tipo de comparação de frações.

Tabela 6: Análise das respostas à P3 dos pré e pós-teste.

P3		Pré-Teste		Pós-Teste	
Correto	Representação pictórica - modelo discreto	53%	2%	55%	0%
	Sentido de quociente		2%		4%
	Representação pictórica – modelo contínuo		16%		18%
	Representação na reta numérica		4%		0%
	Representação decimal		20%		16%
	Redução ao mesmo denominador		18%		16%
	Mesma diferença		0%		6%
Parcialmente correta (sem justificção/ justificção incompleta/ incorreta)		31%	29%		
Incorreto	Representação pictórica – modelo contínuo	16%	6%	16%	2%
	Resultado da divisão		0%		2%
	Comparação de denominadores		4%		2%
	Comparação de numeradores		2%		0%
	Mesma diferença		0%		2%
	Frações iguais/equivalentes		6%		15%
	Sem justificção		2%		0%

Nesta questão foi onde existiu menor diferença entre o pré e o pós-teste. A percentagem de estudantes que respondem total ou parcialmente correto manteve-se nos 84%, ainda que a percentagem de estudantes que responde corretamente tenha aumentado ligeiramente (de 53% para 55%). De destacar apenas o aumento de estudantes para os quais as frações eram iguais ou equivalentes, seguindo possivelmente a resposta a que o grupo tinha chegado no guião (Q21), ainda que apenas uma estudante tenha justificado a sua resposta, comparando com a unidade (Figura 8). Parece, assim, que neste tipo de comparações de frações, a manipulação do RED teve uma menor interferência no conhecimento matemático dos estudantes, tendo sido mais impactante o trabalho colaborativo e as generalizações realizadas em grupo.

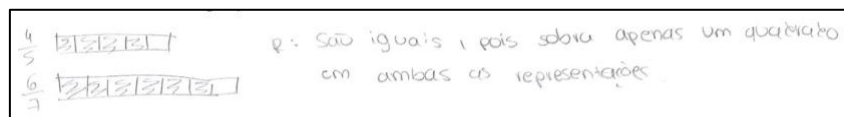


Figura 8: Resposta à P3D de E7.

Concluimos assim que, no geral, a manipulação do RED foi benéfica no desenvolvimento de conhecimento de comparação de frações, ainda que seja necessário aprofundar esse conhecimento com outras experiências, de recursos manipulativos ou de recursos digitais.

4.2 Potencialidades e dificuldades na utilização de RED

A realização de uma sequência de tarefas de natureza exploratória utilizando RED possibilitou aos estudantes refletirem sobre os seus processos de raciocínio, mas também

perspetivarem, a partir do questionário de avaliação, potencialidades ou dificuldades subjacentes à utilização destes recursos, por vezes do ponto de vista dos estudantes mas também enquanto futuros professores.

Sobre as potencialidades do guião de exploração a partir de RED, as respostas dos estudantes sugerem diversos aspetos potenciadores de aprendizagens ricas. Nomeadamente, (1) associam o carácter lúdico dos recursos digitais usados como uma mais-valia: “(...) ao estarmos a fazer estas atividades parece apenas que estamos a brincar, mas ao mesmo tempo estamos a aprender, é uma forma de prender a atenção mais facilmente” (E1-QA8); (2) a motivação potenciada por este tipo de trabalho com RED: “Na atividade, os recursos utilizados que facilitam a compreensão dos conceitos são perguntas interativas, de vários níveis [de dificuldade]. Ao resolver estes níveis, mesmo errando vais ter ainda a motivação” (E32-QA8); (3) a interatividade e a dinâmica que os RED possibilitam: “A dinâmica em que estavam propostas as atividades e jogos, acho que são bastantes apelativas” (E36-QA4) tal como é confirmado por Viana & Peralta (2021); (4) o tipo de trabalho que se espera que o aluno realize: “(...) pela prática aprende-se mais facilmente, pelo que considero que o guião nos tenha ajudado a praticar e a descobrir formas de “manusear” e encontrar resultados. Desta forma dinâmica, muito provavelmente não esquecerei ou terei mais facilidade em recordar” (E12, QA8); “Na minha opinião, as aplicações digitais favoreceram [a aprendizagem d]os conceitos presentes no guião. (...) os exemplos e os exercícios com uma componente mais experimental vêm ajudar-nos na nossa aprendizagem” (E13-QA8); (5) a intencionalidade com que o professor pode usar os recursos digitais, tal como referem Homa-Agostinho & Oliveira-Groenwald, (2020), nomeadamente, o apoio a alunos com mais dificuldades ou a qualquer aluno pois implica um papel mais ativo em sala de aula: “Acho que é uma maneira de pormos os conhecimentos em prática, o que pode ajudar porque é mais fácil experimentarmos do que só ouvirmos” (E38, QA8); (6) o tempo despendido: “(...) é um mecanismo mais rápido para criar desenhos e poupa-nos tempo. Se estivéssemos a usar apenas uma folha seria muito mais difícil dividir em partes iguais e gastaríamos mais tempo ao resolver as questões propostas” (E43, QA8); (7) a compreensão de conteúdos matemáticos: “(...) quando havia uma fração $5/4$ não sabia como poderia representar em papel, o simulador ajudou-me a compreender isso” (E7, QA9); e (8) a validação do raciocínio dos alunos, dado que o aluno pode perceber, a partir do que a aplicação digital lhe devolve, se o seu raciocínio está ou não correto.

No que diz respeito às dificuldades que os estudantes associam à utilização de RED, verificamos que as dificuldades identificadas por alguns dos estudantes são também algumas das dificuldades manifestadas por eles ao longo da realização do guião. Nomeadamente, a comunicação matemática e a explicação dos seus raciocínios e, particularmente, sobre situações envolvendo a comparação e ordenação de frações: “Na parte da comparação de frações diferentes, mas que têm em comum o mesmo valor de diferença entre o numerador e o denominador” (E41, QA10).

5 Considerações finais

Neste estudo procuramos compreender como é que os RED podem promover o desenvolvimento do conhecimento matemático de estudantes da formação inicial e como é que os estudantes perspetivam a sua utilização. A partir da análise dos dados emerge que os RED permitem um trabalho mais autónomo por parte dos estudantes e

adicionalmente possibilitam o trabalho colaborativo, valorizado pelos estudantes, em torno da reflexão a partir de tarefas criteriosamente delineadas com esses recursos. No que diz respeito ao conhecimento matemático, os RED utilizados revelaram-se uma mais-valia para a criação de diferentes representações do mesmo número racional, associados a modelos distintos, construindo um maior repertório de possibilidades de representação. Não obstante, concretamente aos números racionais envolvidos e à comparação e ordenação, os estudantes denotam maior relutância na utilização e explicação de situações em que se pretende comparar frações cujos termos têm a mesma diferença. A interatividade e a ludicidade são características dos RED que promovem a motivação e o interesse para a aprendizagem contribuindo, do ponto de vista dos estudantes, para a compreensão de conceitos e procedimentos, assim como para a autoavaliação e autovalidação dos raciocínios.

6 Referências

- Araújo, F.V., Nobre, F.A.S., Junior, J.A.A., & Dantas, C.R.S. (2015). Uma aplicação do software educacional PhET como ferramenta didática no ensino da eletricidade. *Investigação na Educação: teoria & prática*, 18(2), 145-161.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Barnett-Clarke, C., Fisher, W., Marks, R., & Ross, S. (2010). *Developing Essential Understanding of Rational Numbers for Teaching Mathematics in Grades 3-5*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Behr, M., Lesh, R., Post, T., & Silver, E. (1983). Rational number concepts. In R. Lesh & M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematics concepts and processes* (pp. 91-125). Academic Press.
- Bogdan, R., Biklen, S., (1994). *Investigação Qualitativa em Educação – uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Bulegon, A., Cristofio, P., & Pretto, V. (2013). O uso de uma simulação para auxiliar a compreensão de conceitos de eletrodinâmica nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*.
- Costa, F.A. (2011). Avaliação de Software Educativo. Ensinem-me a pensar! *Cadernos SACAUSEF I* (pp. 45-51). Ministério da Educação e Ciência/DGIDC. https://erte.dge.mec.pt/sites/default/files/Recursos/Estudos/cadernos_sacausef_i.pdf
- De Moraes Silva, D., Santana, J. R., & Vasconcelos, F. H. L. (2022). Formação docente para o desenvolvimento de recursos educacionais digitais: uma revisão sistemática da literatura. # *Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia*, 11(1).
- Direção-Geral da Educação (2021). *Aprendizagens Essenciais de Matemática*. DGE. <https://www.dge.mec.pt/noticias/aprendizagens-essenciais-de-matematica>.
- Homa-Agostinho, I. R., & Oliveira-Groenwald, C. L. (2020). As Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como um recurso didático no Currículo de Matemática. *Uniciencia*, 34(2), 153-170.
- Lamon, S. (2001). Presenting and Representing from Fractions to Rational Numbers. In A. Cuoco & F. Curcio (Eds.), *The Roles of Representations in School Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Moita, F., Verasztó, E., & Canuto, E. (2011). Jogos Eletrônicos e Estilos de Aprendizagem: uma relação possível - breve análise do perfil de alunos do Ensino Médio. In D. Barros (Org.), *Estilos de Aprendizagem na atualidade*, (vol. 1, pp 1-14). Universidade Aberta.

- Monteiro, C., & Pinto, H. (2005). A aprendizagem dos números racionais. *Quadrante*, 14(1), 89-107.
- Petit, M.M., Marsden, E.L., Ebby, C.B., & Laird, R.E. (2015). *A focus on fractions: Bringing research to the classroom*. Routledge.
- Ramos, J.L., Teodoro, V.D. & Ferreira, F.M. (2011). Recursos educativos digitais. Reflexões sobre a prática. *Cadernos SACAUSEF VII* (pp. 11-34). Ministério da Educação e Ciência/DGIDC.
https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5051/1/1330429397_Sacausef7_11_35_REd_reflexoes_pratica.pdf
- Simulation by PhET Interactive Simulations (s.d.). *Frações: Introdução*.
https://phet.colorado.edu/sims/html/fractions-intro/latest/fractions-intro_pt.html
- Smetana, L.K., & Bell, R.L. (2011). Computer simulations to support science instruction and learning: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Tobias, J.M. (2009). *Preservice elementary teachers' development of rational number understanding through the social perspective and the relationship among social and individual environments*. University of Central Florida.
- Viana, J. & Peralta, H. (2021). Online learning: from the curriculum for all to the curriculum for each individual. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10 (1), 122-136. DOI: 10.7821/naer.2021.1.579
- Wong, M., & Evans, D. (2007). Students' conceptual understanding of equivalent fractions. J. Watson & K. Beswick *Mathematics: Essential Research, Essential Practice*, 2, 824-833.