

UN JEU VIDÉO POUR L'APPRENTISSAGE DES FRACTIONS AU PRIMAIRE

Stéphane Cyr, Patrick Charland,
Martin Riopel

Université du Québec à Montréal

INTRODUCTION

Les fractions constituent l'un des concepts les plus problématiques pour les élèves de l'école primaire (Hasemann, 1981; Smith III, 2002). Chez ces derniers, les difficultés les plus récurrentes touchent principalement des éléments abstraits et formels liés à son symbolisme (Mack, 1990; Sinicrope et Mick, 1992), tels qu'ordonner des fractions et trouver des fractions équivalentes (Post & Lesh, 1984; Streefland, 1993). Devant l'importance de ce concept et face aux difficultés rencontrées dans son enseignement, les enseignants et les chercheurs tentent d'imaginer de nouvelles approches afin de rendre ce concept plus signifiant pour les élèves et en améliorer leur compréhension. L'une des stratégies adoptées par certains d'entre eux et qui semble donner des résultats intéressants est le recours aux technologies. Et pour cause, de nombreuses études se sont penchées sur les effets de ces outils pédagogiques sur les apprentissages mathématiques des élèves en classe et ont constaté plusieurs retombées positives leur étant attribuées (Aslan, 2011; Bruce & Ross, 2009; Lee, 2010; Suh & Moyer-Packenham, 2008). Au niveau des fractions, Aslan (2011) par exemple rapporte que les manipulations virtuelles permettent aux élèves de relier beaucoup mieux les images visuelles dynamiques des fractions avec le symbolisme abstrait qu'à l'aide de manipulations physiques, en plus de contribuer à accroître leur motivation et leur compréhension des concepts mathématiques. Pour Bruce et Ross (2009), les jeux vidéo pour l'enseignement offrent aux enseignants un outil pédagogique additionnel pour l'enseignement de ce concept.

DESIGN DU JEU SLICE FRACTIONS

En collaboration avec la compagnie informatique Ululab (<http://ululab.com>), des chercheurs de l'Université du Québec à Montréal ont élaboré un jeu vidéo ayant comme visée l'apprentissage des fractions pour des élèves de l'école primaire.

Le jeu est principalement basé sur le sens de la fraction comme relation entre la partie et le tout. L'idée centrale du jeu est d'amener graduellement l'élève à relier adéquatement, à l'aide de manipulations virtuelles, des représentations visuelles de fractions aux représentations symboliques et numériques de celles-ci. Dans *Slice Fractions*, l'élève doit faire avancer le Mammouth en faisant disparaître les obstacles qui lui barrent le chemin. Pour y parvenir, il doit associer une partie de glace à une partie équivalente de lave. Sans intervention de l'enseignant, l'élève doit déduire de lui-même comment associer les parties équivalentes. Pour y parvenir il peut couper des parties de glace et faire éclater des bulles de parties sélectionnées afin de les faire tomber sur la lave.

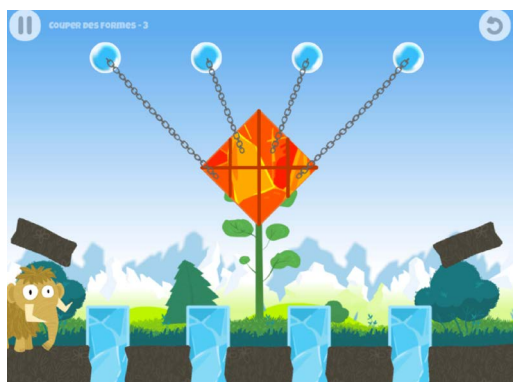
Afin d'établir une progression de la conceptualisation de la fraction, les concepteurs du jeu se sont appuyés sur des modèles constructivistes de Piaget (1972) et Bergeron et Herscovics (1980). Ce dernier modèle illustre le fait que la compréhension d'un concept débute par des intuitions (connaissances « informelles ») que l'élève possède à propos d'un concept avant même que ce dernier ne lui ait été enseigné. Ces intuitions se développent et se structurent à travers des manipulations qu'il effectue, rendant ces connaissances plus opérationnelles et plus précises. Ces manipulations (mentales ou physiques), de l'ordre de la compréhension procédurale, permettent à l'élève de découvrir un certain nombre d'invariants, de relations, de conservation et de généralisation qui constituent le niveau de la compréhension abstraite. C'est à ce niveau que le concept se concrétise et que les éléments prennent forme dans le cerveau de l'enfant. À ce troisième niveau, vient se greffer celui de la compréhension formelle qui est constituée de l'ensemble des élé-

ments associés aux représentations symboliques et aux procédures formelles et algorithmiques des mathématiques. Ainsi, pour aborder cette compréhension intuitive et favoriser un passage vers une compréhension plus abstraite à partir de procédures et de manipulations, nous avons favorisé les représentations intuitives visuelles simples de

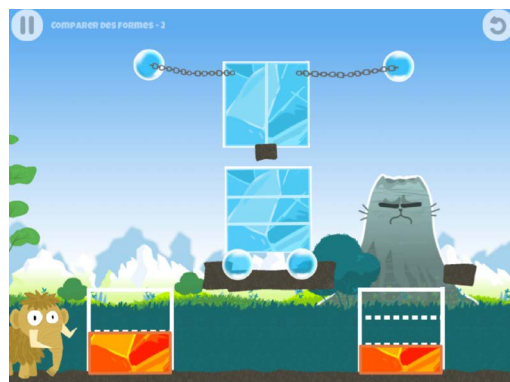
parties d'un tout et avons ultérieurement et graduellement incorporé le symbolisme numérique.

Pour illustrer la nature de la progression de ce jeu, nous avons sélectionné 6 niveaux pris à différents moments parmi les 120 niveaux que comporte le jeu.

Pour être en adéquation avec le modèle



Niveau 13



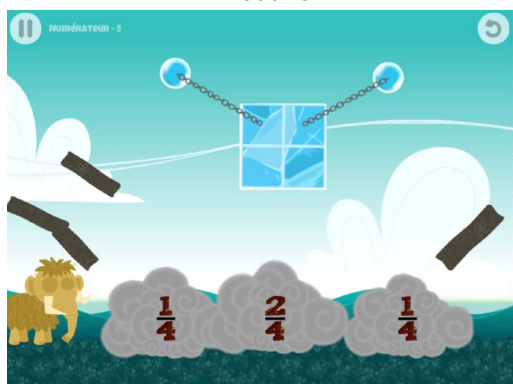
Niveau 23



Niveau 28



Niveau 34



Niveau 48



Niveau 76

Figure 1 : Exemples de différents niveaux du jeu Slice Fractions

développé par Bergeron et Herscovics (1980), les premiers niveaux (13, 23 et 28 dans nos exemples) ciblent donc la compréhension intuitive à travers des représentations visuelles simples des fractions et la compréhension procédurale alors que l'élève doit faire avancer le mammoth uniquement en associant des surfaces équivalentes sans représentation numérique. Dans ces niveaux sont développés les aspects d'équipartition, de surfaces équivalentes et de parties d'un tout. Toutefois, dans ces premiers niveaux, bien que la représentation visuelle touche à l'intuition, la manipulation, en étant virtuelle, se rapproche quelque peu d'une abstraction en ce sens que ce ne sont pas des objets réels qui sont manipulés par l'élève. Graduellement le jeu intègre des représentations visuelles du numérateur et du dénominateur (niveau 28) ainsi que des éléments symboliques des fractions (niveau 34 et 48). Ces niveaux servent à donner un sens aux composantes symboliques de la fraction. Dans les derniers tableaux, l'élève doit effectuer des comparaisons entre les numérateurs, dénominateurs et des fractions (niveaux 48 et 76) et doit identifier des fractions équivalentes. C'est en effectuant ces derniers tableaux que l'élève a la possibilité de développer sa compréhension des aspects plus abstraits et symboliques des fractions.

OBJECTIF DE L'ÉTUDE

Dans le cadre d'une étude expérimentale nous avons mis à l'essai le jeu auprès d'élèves de l'école primaire. Notre objectif par cette expérience était d'évaluer l'impact de ce jeu sur les apprentissages du concept de fraction chez des élèves du primaire.

MÉTHODOLOGIE

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons utilisé un design expérimental fondé sur trois scénarios d'intégration du jeu en classe (Lee, 2010). Nous avons ainsi testé le jeu dans 7 classes de troisième année du primaire (8-9 ans), auprès de 139 élèves provenant de milieux socio-économiques divers de la ville de Montréal (Canada). Deux classes de 17 à 25 élèves ont été utilisées pour les scénarios A et B (4 au total) et 3

classes pour le scénario C :

A) (groupes contrôle, total 38 élèves) : pré-test, enseignement régulier, post-test ;

B) (35 élèves) prétest, "Slice Fractions", post-test ;

C) (66 élèves) prétest, "Slice Fractions", enseignement régulier de 4 heures, post-test.

Nous entendons par enseignement régulier, un enseignement en classe à l'aide du matériel standard et du manuel scolaire sans recours à la technologie et sans lien avec le jeu. Lors de cet enseignement dit régulier, les activités dans le manuel scolaire dominant mais des manipulations avec du matériel concret sont réalisées à l'occasion par les enseignants. Les groupes du scénario C proviennent de la même école et utilisent donc le même manuel scolaire et le même matériel pédagogique pour l'enseignement des fractions. Dans chaque groupe ayant joué à Slice Fractions, les élèves ont bénéficié de 3 périodes d'une heure pour compléter l'ensemble des 120 niveaux en plus des deux périodes d'une heure pour la réalisation du prétest et du post-test. Les questions du prétest et du post-test, qui sont les mêmes aux deux tests, proviennent questions du Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS).

RÉSULTATS

Soulignons d'abord que nos 7 groupes ont été comparés au prétest et reconnus comme équivalents sur le plan statistique. Par la suite, afin d'évaluer l'impact de ce jeu sur les apprentissages, nous avons comparé les moyennes des groupes entre le prétest et le post-test à l'aide d'un test Student. Nos résultats démontrent un impact significatif du jeu sur les apprentissages des élèves. Dans les deux scénarios avec le jeu, nous avons en effet constaté un gain significatif dans les résultats entre le prétest et le post-test. Comme anticipé, le scénario C dans lequel le jeu était suivi de 4 heures d'enseignement régulier a obtenu un gain (10,6 %), plus élevé que le scénario B (9,9%). Cependant cette différence n'est pas significative. Également, l'utilisation du jeu s'est avérée plus efficace que l'enseignement traditionnel sans utilisation

du jeu. Ce scénario n'a pas provoqué de gain significatif, la différence entre le pré-test et le post-test n'est que de 7,8%. Aussi, dans les tests, nous avons inséré 4 questions nécessitant une compréhension plus abstraite de la part de l'élève. Ces questions, à la différence du jeu, impliquaient de lire et de comparer des fractions en plus d'identifier l'équivalence entre des fractions et ce, sans support visuel et en se fondant uniquement sur l'écriture symbolique. Or, il s'est avéré que c'est dans ce groupe de questions que les élèves ayant uniquement joué au jeu ont réalisé les plus forts gains entre les deux tests. Ainsi, ce résultat nous permet de croire que l'apprentissage d'éléments plus abstraits des fractions est réalisé même si le jeu est principalement basé sur des représentations visuelles, des manipulations et des procédures concrètes.

CONCLUSION

Bien que nos résultats démontrent que le jeu a été plus efficace que l'enseignement régulier pour le même nombre d'heures, les raisons qui ont conduit à ce résultat doivent être étudiées plus en profondeur. Selon les données préliminaires, les différences observées semblent être causées principalement par l'effet du jeu. Toutefois, il reste à identifier quels sont les aspects du jeu qui sont la cause de cet apprentissage. Il est en effet possible que l'aspect ludique du jeu ait contribué de manière significative à l'augmentation de l'engagement cognitif ou émotionnel des élèves (Charland et al. 2015), et par conséquent leur apprentissage. Nous avons en effet, sans l'avoir mesuré toutefois, observé un grand intérêt chez nos élèves lors du déroulement du jeu.

Aussi, bien que le jeu ait procuré un gain sur les apprentissages des élèves, nous ne pouvons considérer que l'apprentissage dû à ce jeu soit complet. Les fractions demeurent un concept complexe et nécessaire, de ce fait, une variété d'approches pour circonscrire le concept. Dans notre jeu, pour différentes contraintes associées au design et à la logique du monde virtuel créé, les fractions abordées sont égales ou inférieures à 1. Or, il est essentiel, pour une compréhension plus approfondie de

ce concept, d'aborder aussi des fractions supérieures à l'unité. Aussi, le sens de partie et de tout était le seul présenté dans le jeu. Encore là, d'autres sens doivent venir compléter l'enseignement de ce concept (sens de rapport, d'opération, de mesure, de nombre...). Nous rejoignons ici les propos de Bruce et Ross (2009) en ce sens que nous considérons un tel jeu comme un outil qui peut s'ajouter à l'ensemble des matériels pédagogiques couramment utilisés, sans pour autant se substituer à eux. Même si les manipulations virtuelles à partir d'un tel jeu permettent d'obtenir des résultats intéressants en termes d'apprentissage chez les élèves, le recours au matériel concret ne peut être abandonné pour autant, tout comme l'étude de représentations statiques des fractions (dessins de figures fractionnées).

Enfin, à la suite de ces résultats, il apparaît opportun d'examiner de manière plus approfondie les conditions pédagogiques d'intégration de ce jeu dans les salles de classe. L'apprentissage en profondeur du concept de fraction exige que les élèves vivent une variété d'expériences. Il semble raisonnable de croire que, pour être plus efficace, un tel jeu doit s'insérer dans une démarche globale et structurée. Quelle doit être la fréquence d'utilisation de cet outil, à quel moment doit-il être employé, quel doit être le rôle de l'enseignant pour encadrer l'utilisation d'un tel jeu ? Des études additionnelles sont encore nécessaires dans ce domaine afin de répondre à de telles questions et contribuer à l'amélioration de l'utilisation de ces outils pédagogiques en classe.

Références

- Aslan, S. (2011). *Game-based Improvement of Learning Fractions Using iOS Mobile Devices* (Unpublished master's thesis). Virginia Polytechnic and State University, Blacksburg, Virginia.
- Bergeron, J. C. & Herscovics, N. (1980). Vers une intégration de la recherche à la formation et au perfectionnement des enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 6(2), 215-230.
- Bruce, C. D. & Ross, J. (2009). Conditions for effective use of interactive on-line learning objects: The case of a fractions computer-based learning sequence. *Electronic Jour-*

nal of Mathematics and Technology, 3(1).
 Charland, P., Léger, P. M., Sénécal, S., Courtemanche, F., Mercier, J., Skelling, Y. & Labonté-Lemoyne, E. (2015). Assessing the Multiple Dimensions of Engagement to Characterize Learning: A Neurophysiological Perspective. *Journal of Visualized Experiments*, (101).
 Hasemann, K. (1981). On Difficulties with Fractions. *Educational Studies in Mathematics* 12, 71-87.
 Lee, Y. L. (2010). Enhancement of Fractions from Playing a Game. *New Zealand mathematics magazine*, 47(1), 30-40. Repéré à www.merga.net.au/documents/Lee_RP09.pdf.
 Mack, N. K. (1990). Learning fractions with understanding: Building on informal knowledge. *Journal for research in mathematics education*, 16-32.
 Moyer, P. S., Niezgodá, D. & Stanley, J. (2005). Young children's use of virtual manipulatives and other forms of mathematical representations. In W. J. Masalski & P.C. Elliott (Eds.), *Technology-supported mathematics learning environments: Sixty-seventh yearbook* (pp. 17-34). Reston, VA: NCTM.
 Moyer, P. S. & Suh. (2008). Learning ma-

thematics with technology: How different ability groups are influenced by unique affordances in virtual manipulative environments. Unpublished manuscript.
 Piaget, J. (1972). *Epistémologie génétique*, Paris : P.U.F.
 Post, T. R., Wachsmuth, I., Lesh, R. & Behr, M. J. (1985). Order and equivalence of rational numbers: A cognitive analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 18-36.
 Sinicrope, R. & Mick, H. W. (1992). Multiplication of Fractions through Paper Folding. *Arithmetic Teacher*, 40(2), 116-21.
 Smith, III, J. P. (1995). Competent reasoning with rational numbers. *Cognition and Instruction*, 13, 3-50.
 Streefland, L. (1993). Fractions: A realistic approach. In T. P. Carpenter, E. Fennema, & T. A. Romberg (Eds.), *Rational numbers: An integration of research* (pp. 289-325). Routledge, New-York.
 Suh, J. M. & Moyer-Packenham, P. S. (2008). Scaffolding special needs students' learning of fraction equivalence using virtual manipulatives. *Proceedings of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 297-304.

LES BANANES DANS LE DÉSERT

Dans un désert de 1000 km, il faut transporter 3000 bananes avec un chameau ne pouvant porter que 1000 bananes sur son dos. On sait qu'il consomme 1 banane par km parcouru.

Quel est le plus grand nombre de bananes que vous pouvez amener au bout du désert ?

Réponse ici :

