

Jeux de résolution de problèmes comme un outil d'enseignement

Raison d'être

Le jeu de résolution de problèmes a été conçu pour engager les élèves dans une démarche autonome d'apprentissage des mathématiques. Toutefois, le rôle de l'enseignante dans cette apprentissage est crucial, car cette logiciel **n'enseigne pas** la résolution de problèmes. Plutôt, elle crée des conditions pour que l'élève puisse **tester ses connaissances, identifier des lacunes et évaluer son progrès**. Ça veut dire que l'élève prend en charge une grande partie des responsabilités traditionnellement attribués à l'enseignante.

Structure

Il y a quatre catégories de problèmes:

- Les problèmes présentant des structures additives (relations additives). Ces problèmes peuvent être résolus principalement par l'addition et la soustraction.
- Les problèmes présentant des structures multiplicatives (relations multiplicatives). Ces problèmes peuvent être résolus principalement par la multiplication et la division.
- Les problèmes présentant des structures (relations) variées. Chaque problème de ce groupe décrit simultanément au moins une relation additive et une relation multiplicative. Ces problèmes peuvent être résolus par plusieurs opérations—une combinaison d'addition, soustraction, multiplication ou division.
- Les problèmes présentant des expressions fractionnaires. Dans les énoncés de ces problèmes, on retrouve des expressions des fractions (ex. « un tiers de », « trois quarts »).

Dans chaque catégorie, il y a des problèmes de trois niveaux de complexité. Le niveau de difficulté de chaque problème ne correspond pas tout à fait à son niveau de complexité. À chaque niveau de complexité, on retrouve des problèmes relativement faciles ou difficiles. Toutefois, les niveaux de complexité correspondent aux cycles d'apprentissage. Voici le tableau de référence.

Âge	Additifs			Multiplicatifs			Variés			Fractions		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
6-8 ans	v	v		v			v					
8-10 ans	v	v	v	v	v		v	v		v		
10-12 ans		v	v		v	v		v	v	v	v	
12+			v			v		v	v	v	v	v

En utilisant ce tableau, l'enseignante peut orienter ses élèves vers l'un ou l'autre catégorie de problèmes. Toutefois, on suggère que la décision finale sur le défi à surmonter appartient à l'élève lui-même.

Les problèmes moins complexes sont regroupés par contexte et par la relation qu'ils décrivent. Les problèmes du même groupe portent le même nom et se distinguent par une lettre. Exemple : les problèmes Lucie a), Lucie b) et Lucie c) décrivent la même situation mais questionnent les quantités différentes.

- a) *Lucie a 5 robes et 14 bas. Elle achète 3 robes. Combien de robes a-t-elle maintenant?*
- b) *Lucie a des robes et 14 bas. Elle achète 5 robes. Maintenant elle a 13 robes. Combien de robes avait-elle au début?*
- c) *Lucie a 4 robes et 14 bas. Elle achète quelques robes. Maintenant elle a 10 robes. Combien de robes a-t-elle achetées?*

Ce groupement de problèmes présentant une même relation (structure) permet valoriser l'apprentissage sur la relation (structure) plutôt que sur des stratégies de résolution particulières, souvent peu généralisables.

Pour soutenir cette apprentissage généralisable sur les relations (structures), nous suggérons l'approche par développement équilibré comme méthode d'enseignement. Cette approche est décrite dans les documents suivants :

Représenter pour mieux analyser

Toutefois, les problèmes inclus dans le jeu sont convenables pour n'importe quel approche d'enseignement. Le choix d'approche d'enseignement appartient à l'enseignante.

Pour renforcer l'effet de généralisation, on propose de résoudre tous les problèmes d'un groupe ensembles. Une compréhension de la situation développée pour le problème a) peut aider à résoudre le problème b) ou sera approfondie par cette deuxième résolution.

Le jeu de résolution

Comme dans n'importe quel jeu, il y a des règles dans le jeu de résolution. Les règles sont là pour favoriser certains aspects de l'apprentissage des mathématiques.

Chaque problème présente un énoncé et une question. Les données numériques sont cachées derrière des cartes identifiés par des lettres. Par exemple le problème Lucie a) est présenté au joueur comme ceci :

Lucie a)



Lucie a **R** robes et **B** bas. Elle achète **A** robes. Combien de robes a-t-elle maintenant?

+ **-** **×** **÷**

1. =

Réponse finale:

Le nombre 5 se cache derrière la lettre « R », le nombre 14 se cache derrière la lettre « B » et le nombre 13 se cache derrière la lettre « A ». À n'importe quel moment, le joueur peut faire le nombre visible en cliquant deux fois sur la lettre. Il peut donc résoudre le problème de façon générale, en composant des formules (expressions avec des lettres), ou par calcul, en composant des opérations avec des nombres. Dans ce dernier cas, l'ordinateur calcul la réponse numérique pour chaque opération. Le joueur perd un nombre de points dans le jeu pour chaque nombre qu'il a fait visible. Cette règle du jeu renforce la valeur de la généralisation et du raisonnement sur les relations.

L'interface du jeu est conçue de façon que le joueur est obligé à résoudre le problème opération par opération. On ne peut pas créer des équations. On ne peut pas soumettre une réponse numérique si le nombre n'est pas obtenu par une opération et qu'il n'est pas présent sur l'écran. Cette conception particulière du jeu favorise l'analyse des relations, compréhension de la structure mathématique de la situation à résoudre ainsi que la transformation de cette structure en une chaîne d'opérations arithmétiques.

Il y a une limite au nombre d'opérations dans une solution. Dans les cas des problèmes complexes, cette règle favorise la recherche d'une solution le plus courte, le plus économique.

Voici deux activités typiques qu'une enseignante peut utiliser pour donner lieu à un apprentissage efficace tout en respectant et développant l'autonomie des élèves ainsi que leur intérêt et motivation.

Activité 1 (chaque élève a accès à l'ordinateur)

L'objectif pédagogique : On aimerait que l'élève cherche à tester sa connaissance en résolution de problèmes et identifie ses difficultés et lacunes de connaissance. Une fois une difficulté identifiée, le groupe-classe accompagnée par l'enseignante cherche des solutions et développe des connaissances pour répondre au besoin de l'élève. Donc, l'élève apprend au moment où il ressent un besoin de l'apprentissage. Il s'approprie activement la connaissance développée.

But didactique : *Il y a une grande variété de problèmes et de structures dans le jeu. Chaque fois, l'enseignante choisit une catégorie de problèmes qu'elle aimerait travailler avec ses élèves :*

additives, multiplicatives, mixed ou comportant des fractions. Toutefois, on ne peut pas cibler une structure particulière car plusieurs structures sont présentes dans une même catégorie. Par exemple, on ne peut pas cibler spécifiquement les problèmes de comparaison additive car ils se trouvent dans la même catégorie que les problèmes d'ajout ou de retrait. Toutefois, tous ces problèmes présentent une relation additive et peuvent être représenté par des schémas similaires. On doit donc suivre le choix des élèves en ce qui concerne la structure particulière, mais on peut concentrer l'effort sur l'apprentissage d'une relation particulière.

Le bu didactique est donc : approfondir ou développer la compréhension de la relation (ex. additive), développer la métacognition pour soutenir la résolution de problèmes ayant cette relation.

Introduction : On invite les élèves à participer dans une compétition de résolution de problèmes. Les élèves peuvent jouer par équipes, individuellement ou juste accumuler des points pour le plaisir. Pour participer, il faut s'enregistrer (individuellement ou créer un compte pour chaque équipe). Les joueurs enregistrés seront capables de comparer leurs points accumulés et décider qui gagne. On peut résoudre les problèmes sans aucun enregistrement, mais dans ce cas, les points ne seront pas accumulés.

Il faut montrer aux élève comment naviguer ver la page du jeu et comment choisir les problèmes. On explique ensuite que pour résoudre le problème, il faut composer les expressions mathématiques (opérations) en utilisant chaque fois deux données et une signe d'opération. Chaque donnée peut être une lettre, un nombre ou une formule (expression) obtenu par une des opérations précédentes. Une fois l'expression finale ou le nombre de réponse est obtenu, on le dépose sur le champ de réponse et confirme son choix. Les vidéos explicatifs sont disponibles sur les pages du jeu.

Chasse aux difficultés

On invite les élèves à essayer de résoudre les problèmes à leur choix pendant environ 20 min. Il est sage de choisir une catégorie à la fois pour faciliter la discussion par après.

On rappelle aux élève la méthode de travail avec les problèmes (si telle méthode a été enseignée). Il n'y a pas de support visuel sur l'ordinateur pour soutenir des démarches variées de représentation ou de résolution. Les élèves doivent donc utiliser une feuille de papier et un crayon pour s'aider.

La tâche des élèves est d'essayer quelques problèmes et trouver **ceux qui semblent difficiles**, ceux qu'on n'arrive pas à réussir. Après 20 minutes, les élèves rapporteront ces problèmes (le nom du problème) et collectivement le groupe décidera quels problèmes discuter ensemble.

Discussion et apprentissage

Une fois en grand groupe, on décide quel problème discuter. Par exemple, on choisit le problème Lucie c) parce que plusieurs élèves le réclament. L'enseignante invite un de ces élèves venir au tableau et lui explique son rôle. L'élève au tableau doit écouter attentivement les propositions du groupe et essayer de les réaliser au tableau. S'il n'est pas en mesure de le faire, le groupe doit reformuler sa proposition, trouver une autre explication jusqu'à ce que l'élève qui

a demandé de l'aide soit satisfait et soit en mesure de réaliser la tâche. Trouver une solution au problème ou construire une représentation n'est pas la responsabilité de l'élève au tableau, mais celle du groupe. Le groupe travaille pour aider celui qui a demandé de l'aide.

Voici un exemple de discussion (7-8 ans).

Sur l'écran :

Lucie c)



Lucie a **R** robes et **B** bas. Elle achète quelques robes. Maintenant

elle a **M** robes. Combien de robes a-t-elle achetées?

$+$ $-$ \times \div

1. =

Réponse finale:

Enseignante : Vous devez expliquer à Marta comment représenter le problème, comment construire un schéma pour mieux comprendre la situation. Elle va vous écouter et essayer de réaliser vos suggestions.

Élève 1 : C'est facile.

Enseignante : On ne dit pas facile ou difficile. On demande des explications exactes. Peux-tu nous expliquer?

Élève 1: Tu dois juste ôter le M et tu vas savoir la réponse.

Enseignante : Pourquoi?

Élève 1: Tu dois juste ôter le M parce qu'il dit « combien de robes a-t-elle achetées ? ».

Enseignante : À Marta : As-tu compris? [Marta fait le signe « oui » avec sa tête] **Moi - non. Je n'ai pas compris pourquoi je dois ôter M.**

Élève 1: Parce que si tu ôtes M, tu as de la réponse, combien de robes elle a achetées.

Enseignante : Pourquoi ça?

Élève 1: Parce qu'il y a le nombre. [L'élève veut voir le nombre derrière la lettre M.]

Élève 2 : Em... C'est comme R robes et B bas. Ça aussi on ne connaît pas.

Élève 3 : Mais les bas, ça ne nous dit pas ce qui va arriver.

Enseignante : Attention, on a quelque information important ici. Marta, écoute bien. Élève 3, tu es en train de nous dire que nous n'avons pas besoin de savoir combien de bas. Est-ce que c'est ça que tu dis?

Élève 3 : Oui.

Enseignante : Pourquoi?

Élève 3 : Il écrit « combien de robes a-t-elle achetées? ».

Enseignante [à Marta] : Qu'est-ce que tu penses? [Marta fait signe « oui » avec sa tête.] Tu penses qu'on n'a pas besoin de bas?

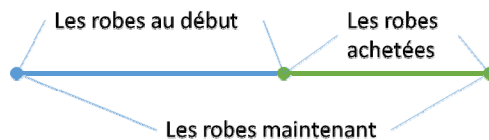
Marta : Parce qu'il demande juste les robes, on prend juste les robes.

Enseignante à Élève 3 : Bravos, merci beaucoup. Tu nous as donné une bonne explication. [À Marta] On le remercie?

Marta : Merci.

Enseignante : Ici, les bas ne nous intéressent pas, parce que la question nous parle de robes. Donc, ce n'est pas important, combien de bas. Nous n'avons pas besoin d'ouvrir cette boîte.

On continue la discussion pour construire une représentation et ensuite pour trouver l'opération pertinente. Voici une représentation possible pour le problème Lucie c).



La même représentation est convenable pour les problèmes Lucie a) et Lucie b).

L'enseignante peut insister sur une représentation sans nombres pour renforcer la généralisation. L'enseignante peut « céder » au désir des élèves et faire les nombres visibles mais discuter la pertinence de chaque nombre pour la solution.

Quand le problème est discuté et compris, on le solutionne sur l'ordinateur pour le confirmer.

Pour plus d'information, consulter l'article :

Polotskaia, E., & Freiman, V. (2016). Technopédagogie et apprentissage actif. *Bulletin AMQ*, *LVI*(3), 55–69.

Activité 2 (si les ordinateurs ne sont pas disponibles pour les élèves)

L'objectif pédagogique : Amener les élèves à développer un regard métacognitif sur la résolution de problèmes écrits.

But didactique : Amener les élèves à comparer les problèmes écrits présentant une même relation et ainsi généraliser cette relation.

Préparation : Imprimer un groupe de problèmes ayant le même nom. Par exemple, on imprime les problèmes Lucie a), Lucie b) et Lucie c) sous forme avec des lettres. Plus les élèves sont petits, plus le texte à lire doit être simple et court, moins de problèmes vous allez inclure dans le groupe.

Introduction (chasse aux difficultés): On explique aux élèves le fonctionnement du jeu sur l'ordinateur de l'enseignante. Il est important de souligner que les problèmes doivent être résolus arithmétiquement, opération par opération. On invite les élèves à les résoudre de façon générale, en utilisant les lettres. On distribue les trois problèmes à chaque élève ou à chaque équipe d'élève. On propose aux élèves de lire les problèmes et de décider: quel problème, parmi les trois, semble le plus difficile.

Discussion et apprentissage : Collectivement on choisit un seul problème. On procède à une discussion sur ce problème, semblable à la discussion plus haut. On s'assure que ce problème est bien analysé, représenté et compris par les élèves. On le réalise sur l'ordinateur de l'enseignante pour confirmer.

Intégration et investissement : On propose aux élèves (ou aux équipes) d'utiliser leur expérience vécue pour résoudre le reste de problèmes sur la liste. Pour chaque problème qui reste, on demande une équipe à partager sa solution. On vérifie la solution à l'aide de l'ordinateur. Si la solution ne fonctionne pas, on discute le problème collectivement et on le révérifie sur l'ordinateur.

On discute la ressemblance et la différence entre les problèmes. On demande les élèves si la résolution du problème choisi leur a aidé à résoudre les autres problèmes. Si oui, leur choix initial a été pertinent, sinon il faut mieux choisir la prochaine fois.