

Introduction à la modélisation mathématique, 3^e à 5^e année

Pour commencer

Présentez ou révisez le processus de modélisation mathématique. Dites aux élèves que la modélisation mathématique est un processus employé pour résoudre des problèmes de la vie quotidienne ou des problèmes « complexes » – des problèmes qui ont plus qu'une solution. Pour illustrer ce processus, vous pourriez vous servir du diagramme présenté dans *Le curriculum de l'Ontario de la 1^{re} à la 8^e année, Mathématiques, 2020*, page 35. Familiarisez les élèves avec chaque étape du processus et les actions qui y sont associées (par exemple, expliquez que la première étape consiste à « comprendre le problème »). À cette étape, il faut définir les questions à élucider et trouver l'information nécessaire pour résoudre le problème. Soulignez aussi que ce processus n'est pas linéaire, qu'il nous oblige plutôt à avancer et à revenir sur nos pas. Les élèves pourraient réfléchir aux ressemblances entre le processus de modélisation mathématique et d'autres processus itératifs connus, comme le processus d'enquête employé en sciences et en études sociales, ou encore le processus d'écriture en français.

Préparez-les à tester la modélisation mathématique ou à affronter un problème complexe en choisissant des activités où il leur faut établir des liens avec leurs propres expériences, réactiver leurs connaissances antérieures ou acquérir les connaissances nécessaires en plus de stimuler leur curiosité.

Puis, entamez le processus de modélisation en soumettant un problème aux élèves ou en partant d'un problème soulevé par les élèves. Justifiez sa raison d'être et présentez-en le contexte. Par exemple, il pourrait s'agir d'organiser un événement de fin d'année scolaire financé par le comité de parents. Vous pourriez d'abord leur dire que selon la tradition, chaque classe fait quelque chose de spécial en fin d'année, comme une sortie ou un événement hors de l'ordinaire. Invitez-les à se rappeler de tels événements sur lesquels les élèves auraient lu ou dont les élèves auraient entendu parler. Les élèves pourraient discuter des aspects agréables et désagréables de ces événements. Vous pourriez les informer des restrictions imposées par l'école quant à toute sortie ou tout événement : ne doit pas durer plus d'une journée, ne doit pas comprendre de natation, ne peut dépasser un certain budget et doit inclure tout le monde, par exemple.

Si les élèves travaillent en équipes ou en dyades, ce sera l'occasion d'établir des liens avec le domaine d'étude A : l'apprentissage socioémotionnel, et de discuter des responsabilités et des comportements adéquats associés à la collaboration.

Vous pourriez créer ou cocréer un tableau d'ancrage qui liste les comportements attendus lors du travail en groupe, ou encore vous concentrer sur une habileté en lien avec celui-ci, comme les stratégies de résolution de conflits.

Pour inciter les élèves à connaître et à assumer leurs responsabilités envers l'équipe, puis à surveiller leurs progrès tout au long de la tâche, vous pourriez intégrer ces outils d'évaluation offerts sur la plateforme  Interactif :

- Notre contrat de travail en équipe
- Notre rapport d'équipe

Les activités de la *Trousse d'outils des HSE*, sur la plateforme  Interactif, pourraient aussi vous aider à tisser des relations saines et à favoriser le bien-être de vos élèves.

Comprendre le problème

Que savons-nous ? Que voulons-nous savoir ?

Affichez le problème ou demandez aux élèves de le lire dans leur manuel. Au besoin, lisez le problème à voix haute pour éviter que les élèves soient ralentis par des difficultés de lecture. Posez des questions comme les suivantes :

- *De quoi parle le problème ?*
- *Que cherchons-nous ?*
- *Quels liens pouvez-vous établir entre ce problème et votre vie ?*
- *Quel lien pouvez-vous établir avec des choses que vous avez vues ou lues, ou des événements qui se produisent dans le monde ?*

Vous pourriez demander aux élèves d'expliquer le problème dans leurs mots à leur camarade. Vous vous assurerez ainsi que les élèves comprennent le problème.

Expliquez que la résolution de problèmes par le processus de modélisation mathématique ne consiste pas à tenter d'emblée de trouver une solution. Il faut d'abord mieux comprendre le problème. Examinez le diagramme du processus en vous attardant à l'étape *Comprendre le problème*. Dites aux élèves que pour comprendre le problème, il faut définir ce qu'on sait déjà et ce qu'il faut découvrir.

Demandez aux élèves de déterminer ce qu'ils savent déjà au sujet du problème. Puis, invitez-les à formuler des questions auxquelles il faudra répondre pour résoudre le problème. Vous pouvez leur fournir des papillons adhésifs ou des fiches pour noter et trier leurs questions. Au préalable, il est important que vous prévoyiez les questions susceptibles de surgir. En ce qui concerne les problèmes de modélisation

mathématique présentés dans *Modulo Mathématiques*, chaque plan de leçon comprend des questions que les élèves pourraient formuler.

Bien que celles-ci devraient émaner des élèves, vous pouvez en utiliser quelques-unes pour stimuler leur réflexion, corriger les idées fausses ou étayer les élèves qui ont besoin d'aide.

Si des élèves ne connaissent pas le processus de modélisation mathématique, vous pouvez employer un organisateur graphique, comme un tableau à deux colonnes ou un tableau SVA, pour noter ce qui est connu et les questions à poser pour trouver l'information à acquérir.

Vous pourriez réunir les équipes et les inviter à présenter leurs questions. Il est important d'inclure toutes les questions formulées par les élèves. Les élèves peuvent ensuite les classer et les organiser en catégories.

En équipe ou en groupe-classe, invitez les élèves à choisir les questions qui leur semblent pertinentes et importantes pour résoudre le problème. Pour les aider, posez-leur ces questions incitatives :

- *Si nous trouvons la réponse à cette question, comment cela nous aidera-t-il à résoudre le problème ?*
- *Quelle information obtiendrons-nous grâce à cette question ?*
- *Y a-t-il des questions qui ne sont pas pertinentes pour résoudre le problème ?*
- *Y a-t-il des questions qui n'ont pas de lien avec le problème ?*
- *Y a-t-il des questions qui ne nous aideront pas à résoudre le problème ?*
- *Quelle question ou quelles questions semblent les plus importantes pour résoudre le problème ?*
- *Y a-t-il des questions plus importantes que d'autres pour nous aider à trouver une solution ?*
- *Possédons-nous de l'information utile pour répondre à cette question ?*
- *Avons-nous déjà la réponse à certaines questions ?*

Analyser la situation

Quelles suppositions pouvons-nous établir à propos de la situation ? Qu'est-ce qui change ? Qu'est-ce qui reste pareil ?

Revenez sur le processus de modélisation mathématique en pointant l'étape *Analyser la situation*. Dites aux élèves que cette étape est axée sur l'analyse de la situation du problème. Il s'agit de réfléchir à ce qui ne peut pas changer, à ce qui reste pareil, ainsi qu'aux suppositions à formuler pour établir un plan de résolution du problème.

Dites aux élèves de relire le problème et leurs questions. **Demandez** : Que savons-nous sur le problème que nous ne pouvons pas changer ou qui reste toujours pareil ? (Le montant d'argent accordé par le comité de parents pour l'événement de fin d'année, les règles de l'école concernant les sorties.) **Demandez** : Qu'est-ce qui peut changer ? (Le choix de sortie ou d'événement, la destination de la sortie, le coût par élève, le moyen de transport.)

Réviser avec les élèves le concept d'établissement de suppositions dans le cadre du processus de modélisation mathématique. Discutez de ce que signifie « établir des suppositions » en contexte de résolution de problèmes. Amenez les élèves à donner ces réponses :

- *Parfois, nous n'avons pas toute l'information nécessaire pour résoudre notre problème et il nous faut alors établir des suppositions.*
- *Quand nous établissons des suppositions, nous essayons de nous baser sur nos connaissances antérieures ou nos opinions.*
- *Parfois, nous devons modifier nos suppositions pendant que nous cherchons une solution.*

Il se peut que des élèves, individuellement ou en équipes, établissent des suppositions différentes qui les mèneront à différentes solutions au problème. Chaque plan de leçon de *Modulo Mathématiques* présente quelques suppositions susceptibles d'être formulées par les élèves en vue de résoudre le problème. L'important est toutefois que les élèves établissent leurs propres suppositions et choisissent la voie qui les conduira à une solution.

Demandez aux élèves d'élaborer leurs suppositions en équipe. (Par exemple, la sortie doit avoir lieu près de l'école, pour passer le plus de temps possible à la destination; des parents pourraient nous y conduire, ce qui nous éviterait le coût de la location d'un autobus; tout le monde doit y trouver son compte.)

Pendant que les élèves établissent leurs suppositions, incitez-les à les regarder de plus près. Posez des questions comme les suivantes :

- *Quelles suppositions avez-vous établies ? Pourquoi ?*
- *Avez-vous rejeté certaines suppositions ? Pourquoi ?*
- *Comment avez-vous choisi vos suppositions ?*
- *Comment vos suppositions vous aideront-elles à résoudre ce problème ?*
- *Pensez-vous que tout le monde aura les mêmes suppositions ? Pourquoi ?*
- *Vos suppositions sont-elles réalistes ?*
- *Quels défis pourriez-vous rencontrer avec cette supposition ?*

L'objectif à long terme est d'arriver à ce que les élèves analysent leurs propres suppositions. Si des élèves ont besoin d'aide pour améliorer ces habiletés d'analyse, travaillez en grand groupe et invitez-les à dévoiler leurs suppositions. Puis, amenez-les à constater que :

- *Certaines suppositions s'appuient sur des faits ou des contraintes (par exemple, le montant d'argent disponible pour la sortie ou l'événement).*
- *Certaines suppositions sont raisonnables, mais pas nécessairement vraies (par exemple, pas de sortie axée sur le sport, car cela ne plairait pas à tout le monde).*
- *Certaines suppositions ne sont pas raisonnables ou ne s'appuient sur aucune information (par exemple, tous les parents pourraient donner plus d'argent afin qu'on puisse faire une sortie dont le coût dépasse le budget accordé par le comité de parents).*

Créer un modèle mathématique

Quelles représentations, quels outils, quelles technologies et quelles stratégies permettront de fabriquer le modèle ? Quels concepts et quelles habiletés mathématiques seront requis ?

À cette étape du processus mathématique, les élèves commencent à élaborer leur modèle mathématique à partir de leurs suppositions.

Mais avant de commencer, révisez le processus de modélisation mathématique en vous concentrant sur l'étape *Créer un modèle mathématique*. Expliquez que la tâche consiste à créer un modèle mathématique qui permettra de résoudre le problème. Pour ce faire, il faut réfléchir aux concepts mathématiques que ce problème pourrait solliciter. Il faut définir les outils, les technologies, les stratégies et les représentations qui serviront à élaborer le modèle.

Demandez aux élèves de faire un remue-méninges pour trouver les concepts mathématiques dont ils pourraient avoir besoin pour résoudre leur problème (par exemple, comment fabriquer un tableau décisionnel, comment réaliser un sondage, comment établir un budget, comment effectuer des additions, des multiplications et des divisions, comment calculer la distance et le temps).

Invitez les élèves à nommer des outils mathématiques qui pourraient les aider à réaliser leur plan (par exemple, tableau décisionnel, sondage, diagramme, budget de dépenses, plateforme ou logiciel de codage).

Les plans de leçon sur la modélisation mathématique de *Modulo Mathématiques* fourniront des exemples de modèles adaptés à chaque problème. Cependant, il est important de ne pas recommander d'outils ni de fournir de feuilles reproductibles

aux élèves, mais plutôt de les soutenir par des questions, qu'elles soient ou non incitatives.

Soulignez le caractère itératif du processus de modélisation mathématique en rappelant aux élèves qu'il pourrait être nécessaire de modifier leurs suppositions ou leur plan en cours d'élaboration et de mise à l'essai de leur modèle.

Une fois que les élèves ont terminé leurs essais, expliquez qu'il faut maintenant décider comment présenter leur modèle à leurs camarades. Les élèves doivent aussi se préparer à expliquer le choix de leur démarche pour résoudre le problème; autrement dit, à justifier leur plan.

Analyser et évaluer le modèle

Ce modèle peut-il résoudre le problème ? Quels sont les autres modèles possibles ?

Avant que les élèves ne présentent leur modèle, révisez le processus de modélisation mathématique en vous concentrant sur l'étape *Analyser et évaluer le modèle*. Expliquez qu'après avoir élaboré leur modèle, il leur faut évaluer sa capacité à résoudre le problème. Les élèves doivent voir comment les autres ont résolu le problème, puis décider de réviser ou non leur modèle.

Invitez les élèves à présenter le modèle créé pour résoudre le problème. Vous avez le choix entre diverses stratégies pour permettre aux équipes de présenter leur modèle et d'expliquer leur raisonnement (par exemple, galerie des stratégies, exercice d'observation).

Après chaque présentation, les autres équipes peuvent poser des questions.

Vous pouvez aussi poser des questions pour inciter les élèves à évaluer leur modèle :

- *Votre modèle a-t-il fourni une bonne solution au problème ? Comment le savez-vous ?*
- *Qu'est-ce qui était le plus difficile dans cette résolution de problème ?*
- *Avez-vous modifié votre plan en cours de route ?*
- *Quelle équipe a formulé une supposition différente de la vôtre ?*
- *Quelle équipe a résolu le problème grâce à un modèle ou à un plan différent du vôtre ?*
- *Qu'avez-vous appris en écoutant les autres équipes ?*
- *Après avoir vu les autres équipes, comment pourriez-vous modifier votre supposition ou votre plan ?*
- *Quels liens pouvez-vous établir entre ce problème et d'autres situations de la vie quotidienne ?*
- *Selon vous, quels autres problèmes pourriez-vous résoudre grâce à votre modèle ?*

- *En quoi vos expériences et vos opinions ont-elles influencé vos suppositions ? Pensez-vous qu'elles vous ont été utiles ou qu'elles vous ont nui ?*

Puis, demandez aux élèves de réfléchir aux habiletés socioémotionnelles du domaine d'étude A ou à une habileté socioémotionnelle précise sur laquelle vous avez décidé de vous concentrer. Vous pourriez poser des questions incitatives, comme :

- *Est-ce que j'ai assumé la responsabilité de ma part de la tâche ?*
- *Est-ce que j'ai écouté les idées des membres de mon équipe ? Ai-je encouragé tout le monde à participer ?*
- *Est-ce que j'ai employé des mots respectueux pour parler aux autres ?*
- *Est-ce que j'ai essayé de nouvelles stratégies quand quelque chose ne fonctionnait pas ?*
- *Est-ce que j'ai dit des choses encourageantes aux membres de mon équipe qui éprouvaient de la frustration ?*
- *Est-ce que j'ai maintenu le cap quand c'était difficile ?*
- *Qu'est-ce que j'ai appris sur moi en tant qu'apprenante ou apprenant des mathématiques ?*
- *Qu'est-ce que j'ai appris quant à l'importance du processus de modélisation mathématique ?*

Vous pourriez utiliser les outils d'évaluation suivants, proposés sur la plateforme  Interactif :

Travail en équipe

Pour les élèves

- Notre contrat de travail en équipe
- Autoévaluation du travail en équipe
- Rapport d'équipe

Pour les enseignantes et les enseignants

- Évaluation diagnostique du travail en équipe
- Évaluation critériée du travail en équipe