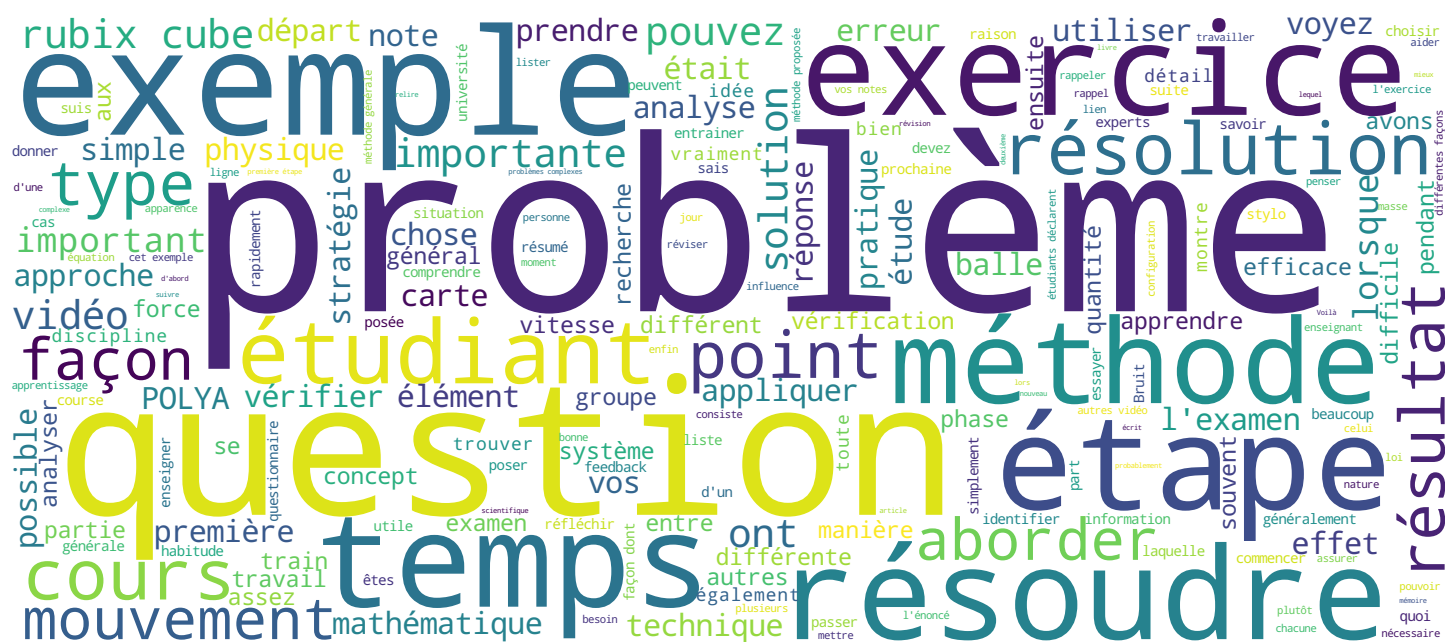




Photo © A. Herzoo



Search MOOC



Video



EPFL

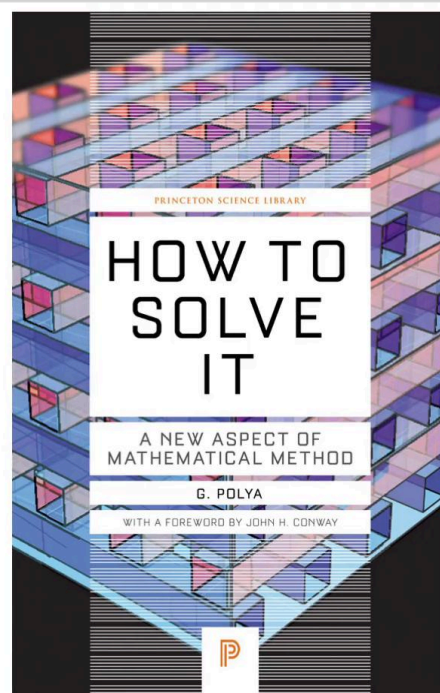
Partir des problèmes pour aboutir à une méthode

George Pólya (1887 – 1985)

- Mathématicien américain d'origine hongroise
- ETH Zürich, Stanford

« How to solve it » (1945)

- > 1 million d'exemplaires, traduit en 17 langues
- « [...] cela a marqué une ligne de démarcation entre deux ères, la résolution de problèmes avant et après Pólya. » - A. H. Schoenfeld



Quelles sont ces compétences de résolutions de problèmes qu'on essaie de vous enseigner à l'université ou à l'école d'ingénieur ? Autrement dit, est-ce qu'il existe une méthode pour approcher les problèmes en science en général ? Si oui, est-il possible de l'apprendre ? Un mathématicien appelé George POLYA s'est penché sur cette question. D'origine hongroise, POLYA a enseigné à Stanford. En plus de s'intéresser à la recherche en mathématique, POLYA a beaucoup travaillé sur la façon d'enseigner les mathématiques. Et une question qu'il s'est posée, c'était « Comment enseigner aux étudiants, une façon de résoudre les problèmes en mathématiques ? » En regardant nos très nombreux problèmes, en analysant les différentes façons de les résoudre, il a abouti à une méthode générale de résolution de problèmes et l'a publiée dans un livre appelé « How to solve it ». Ce livre a eu une influence très importante et la contribution de à l'enseignement des mathématiques et d'autres sciences; mais aussi, son influence a été reconnue au niveau international. Le mathématicien Allan SCHOENFELD a même écrit dans un de ses articles : « [...] cela a marqué une ligne de démarcation entre deux ères, la résolution des problèmes avant et après POLYA » Alors, en quoi tout cela est-il intéressant pour vous ?

Notes

Summary



0m 04s

L'heuristique de Pólya

Une façon « **systematique** »
de procéder pour « découvrir »
la solution d'un problème



En fait, ce que POLYA a mis au point, c'est ce qu'il a appelé une heuristique de résolution de problèmes, c'est-à-dire une façon systématique de découvrir une solution à un problème. Et c'est exactement ce type de méthode que vous pourrez appliquer à un type d'exercices complexes, c'est-à-dire les exercices qui sont nouveaux pour vous et pour lesquels vous ne voyez pas de solution évidente au premier rapport. Prenons un exemple et imaginons que vous essayez de résoudre un rubix cube pour la première fois.

Notes

Summary



1m 20s

L'heuristique de Pólya

Une façon « **systematique** »
de procéder pour « découvrir »
la solution d'un problème

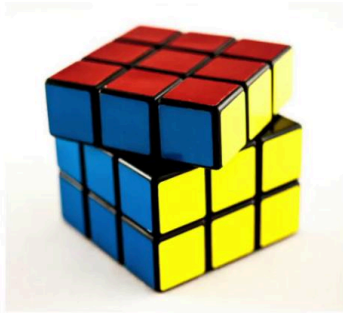


Photo CC BY 2.0 William Warby sur flickr



Nous sommes bien d'accord que ce type d'exercice est différent de ce que vous aurez à faire à l'université, mais cet exemple va illustrer l'intérêt d'avoir une stratégie générique pour résoudre les problèmes.

Notes

Summary



1m 48s

L'heuristique de Pólya

Une façon « **systematique** » de procéder pour « découvrir » la solution d'un problème

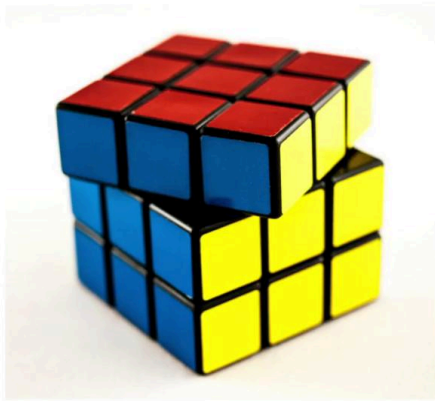
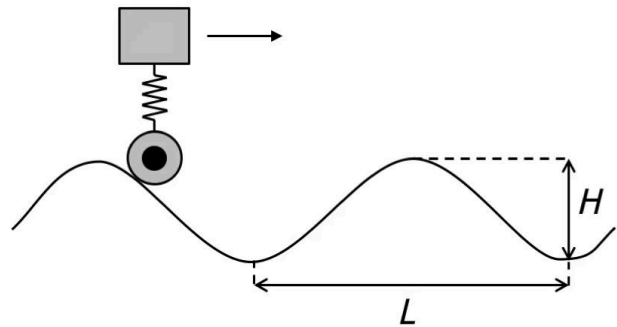


Photo CC BY 2.0 William Warby sur flickr



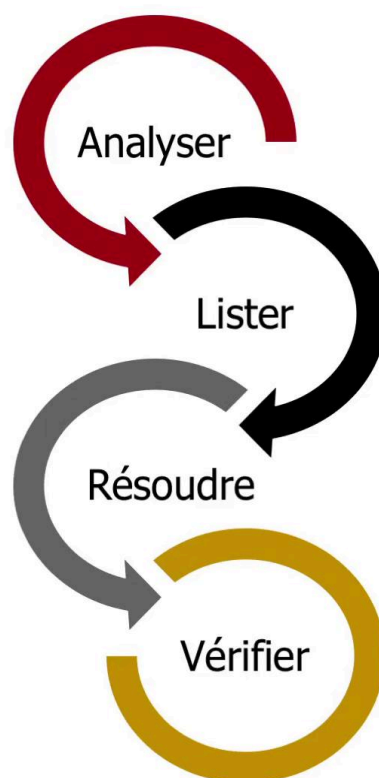
Bon, reprenons notre "rubix cube"; il est peu probable que vous puissiez réussir par hasard après une série de mouvements; et même si vous y arriviez, vous ne pourriez probablement pas le refaire à nouveau la prochaine fois qu'on vous présentera un rubix cube. En effet, même s'il était dans la même configuration, il faudrait que vous ayez mémorisé exactement toutes les étapes à suivre pour pouvoir les reproduire. Si le rubix cube se trouvait dans une autre configuration, alors, appliquer les mêmes étapes ne servirait de toute façon à rien. Autrement dit, ce qu'il vous faut, c'est une stratégie qui puisse s'appliquer au rubix cube quelque soit sa configuration initiale. En fait, l'idéal serait même que vous puissiez aussi l'appliquer à d'autres variantes du rubix cube. Et c'est exactement ce que propose POLYA pour les problèmes scientifiques.

Notes

Summary



2m 00s



La méthode proposée par POLYA comporte 4 étapes : D'abord, analyser le problème en détails; Puis, lister les différentes approches possibles; Choisir une approche et résoudre le problème jusqu'au bout de façon rigoureuse; Et enfin, vérifier que la solution obtenue correspond à la question de départ et cette solution a du sens. Comme vous le voyez, ce sont des étapes très générales. En fait, chacune de ces étapes va contenir les sous-étapes plus spécifiques selon la discipline dans laquelle vous l'appliquerez. Nous vous montrerons dans d'autres vidéos comment l'utiliser concrètement en physique ou en mathématique sur des exemples. Mais passons en revue maintenant les deux étapes les plus importantes de cette méthode.

Notes

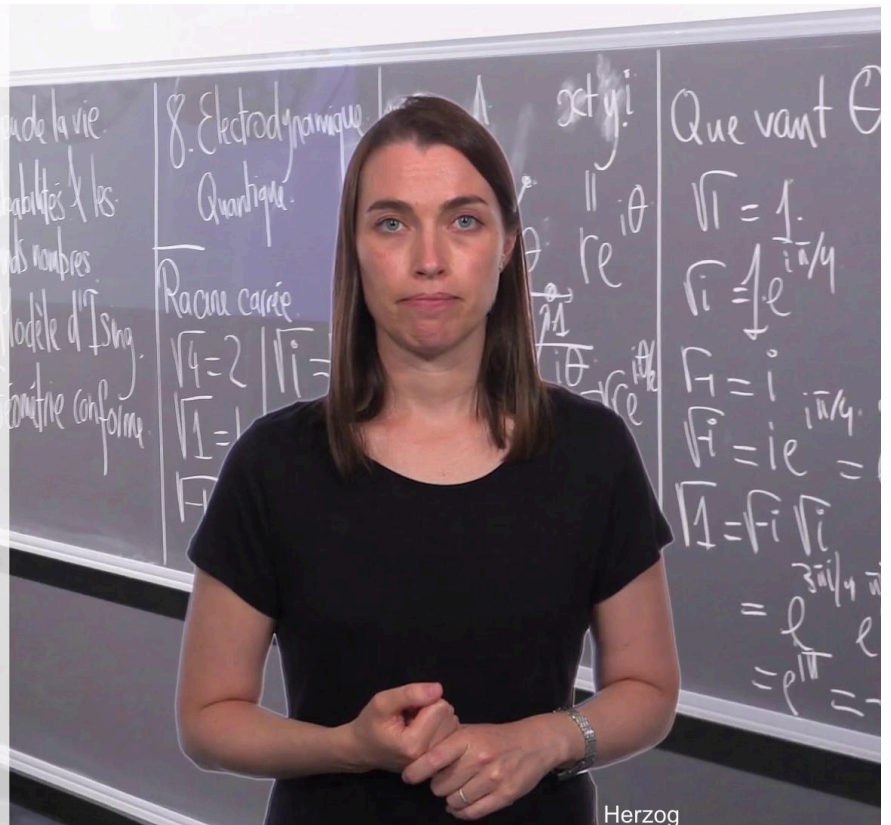
Summary



2m 49s

« [...] la partie la plus difficile dans l'approche d'un problème est de **comprendre** précisément **ce que le problème dit.** »

J. H. Conway



La première étape de cette méthode, l'étape d'analyse, a un caractère fondamental sur lequel il est vraiment nécessaire d'insister dès maintenant. En effet, et je vais citer ici le célèbre mathématicien John CONWAY : « [...] la partie la plus difficile dans l'approche d'un problème est de comprendre précisément ce que le problème dit ». C'est pour cela que lorsque vous faites face à un nouveau problème, il peut vous arriver de penser : « Je ne sais pas par où commencer ». Prendre l'habitude d'analyser systématiquement les problèmes vous donne un point de départ simple et concret pour les aborder. En rendant visibles les éléments d'informations dont le problème est composé, un peu à la manière dont vous disposeriez les pièces d'un puzzle devant vous afin de voir comment elles vont s'assembler. La solution devient souvent plus simple à trouver. Rappelez-vous des 2 difficultés classiques des étudiants qui sont, d'une part, d'utiliser une approche « essai-erreur », et d'autre part, de choisir trop vite une façon d'aborder. C'est parce qu'ils ne passent pas assez de temps sur cette fameuse phase pour analyser le problème.

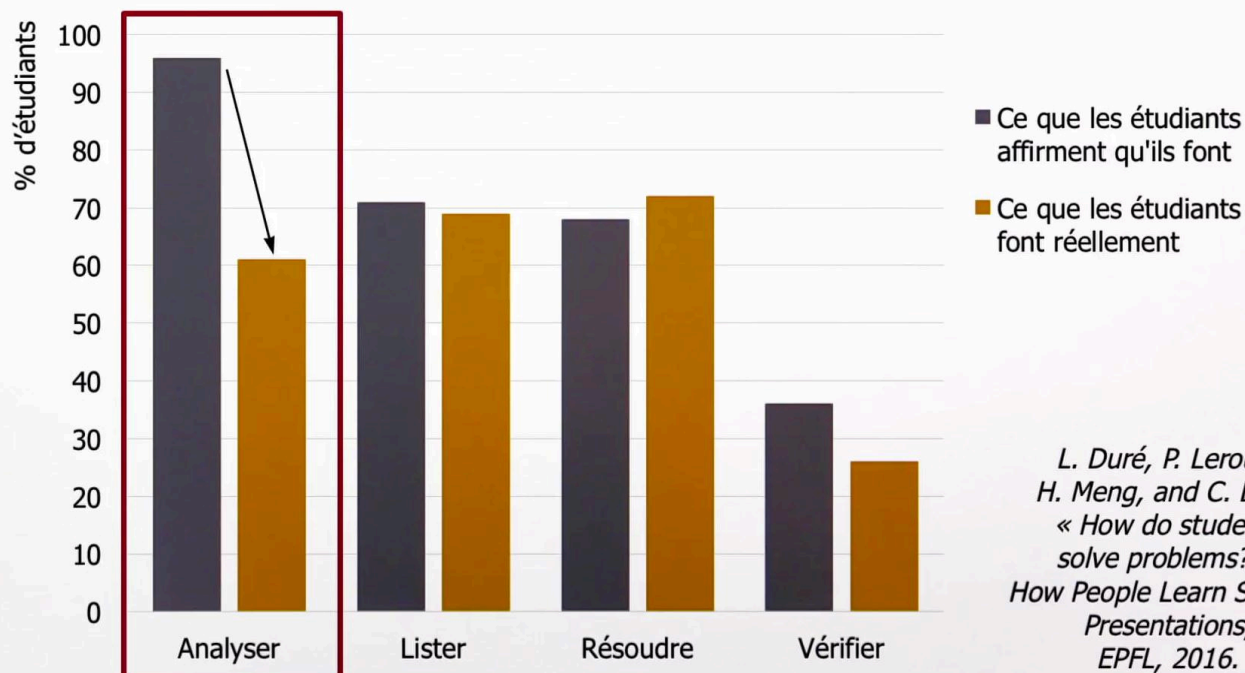
Notes

Summary



3m 33s

Prenez le temps !



Une étude réalisée à l'EPFL en 2016 montre très bien ce phénomène. Dans cette étude, il a été demandé à 28 étudiants de première année de résoudre les problèmes en parlant à voix haute, puis de remplir un questionnaire où on leur demandait ce qu'ils avaient fait pour chacune des étapes de la méthode de POLYA. Le graphique ici montre en gris ce que les étudiants déclarent faire dans le questionnaire et en jaune, ce que les étudiants font réellement lors de la résolution des problèmes. Mettez cette vidéo en pause, puis, concentrez-vous sur la phase d'analyse. Que voyez-vous ? Vous voyez ici une différence très importante entre ce que les étudiants déclarent faire et ce que les étudiants font réellement lorsqu'ils analysent le problème. En conséquence, lorsque vous analyserez un problème la prochaine fois, rappelez-vous de ce graphique, demandez-vous si vous avez pris suffisamment de temps d'analyse. Une autre raison de passer du temps sur cette phase d'analyse de problème est qu'en voulant aller trop vite, beaucoup de gens se lancent dans une solution qui n'est pas appropriée.

Notes

Summary



4m 40s

Identifier différentes façons d'aborder le problème



Dessin W. E. Hill, « Puck », 1915

Notamment, parce qu'ils ne tiennent compte que de l'apparence du problème et pas de sa nature. Il est vrai que pour les exercices les plus simples, il y a des méthodes évidentes. Mais pour les plus complexes, il est possible d'aborder la résolution de plusieurs manières. Un mauvais choix au départ peut vous faire perdre un temps précieux. Pour déplacer l'apparence d'un problème, il est nécessaire d'analyser les différents angles d'attaque possibles pour les résoudre. C'est ce que font les experts en un clin d'œil. C'est la raison pour laquelle on a l'impression qu'ils utilisent leur intuition. C'est simplement qu'ils ont pratiqué cette étape tellement de fois qu'ils identifient très rapidement la nature du problème et l'approche qui va être la plus appropriée. Vous entraîner à identifier les différentes façons possibles d'aborder un problème, c'est un peu comme vous entraîner à voir qu'il y a deux visages dans cette image. Au départ vous ne verrez qu'un seul des deux visages; celui de la jeune fille ou celui de la jeune femme; mais avec un peu d'habitude, vous voyez systématiquement les deux.

Notes

Summary



5m 48s



Photo © A. Herzog

Passez
votre solution
à la loupe

L'autre étape la plus importante de la méthode de POLYA est la dernière étape, l'étape de vérification. Cette étape représente toute l'essence de l'approche qu'un scientifique doit avoir en général dans son travail. A savoir, ne rien laisser à la chance et vérifier tout résultat obtenu. La plus importante des vérifications à faire est en premier lieu de vous assurer que vous avez bien répondu à la question qui vous a été posée, et ce, dans les termes demandés. Il serait dommage par exemple que vous ayez calculé l'accélération alors que l'énoncé demandait la vitesse; ou que vous ayez fourni un résultat avec deux chiffres significatifs alors qu'on vous en demandait trois. Puis, vous pourrez vérifier les propriétés du résultat que vous avez trouvé. Bien évidemment, ces propriétés dépendent de la discipline et du type de problème considéré. Nous vous présenterons quelques outils possibles pour vérifier vos résultats en physique ou en maths dans d'autres vidéos. Voilà, dans cette vidéo, je vous ai présenté de méthode générale pour aborder les problèmes complexes.

Notes

Summary



6m 47s

En résumé



Réfléchissez explicitement
à la façon dont vous abordez
les problèmes !

- Utilisez l'heuristique de Pólya
- Posez-vous des questions :
 - Qu'êtes-vous en train de faire ?
 - Pourquoi le faites-vous de cette façon ?
 - En quoi cela vous aide-t-il à résoudre le problème ?

Plus généralement, la recherche montre que c'est le fait de réfléchir explicitement à la façon dont vous abordez les problèmes qui vous permettra réellement de développer vos compétences de résolution de problèmes. La méthode proposée par POLYA donne un cadre pour réfléchir à votre façon d'aborder un problème. Une autre approche possible est de vous poser des questions à vous-mêmes pendant que vous êtes en train de résoudre un problème. Comme par exemple, « que suis-je en train de faire ? », « pourquoi suis-je en train de procéder de cette manière ? », « En quoi cela m'aide-t-il à trouver la solution au problème ? » ? Dans les vidéos suivantes, nous vous montrerons concrètement comment les grandes étapes de la méthode de résolution proposée par POLYA peuvent s'appliquer en pratique sur des exemples en mathématiques.

Notes

Summary



7m 52s