

Exemple résolu

Avancée



- 1 Appellation en anglais
- 2 Stratégies apparentées
- 3 Type de stratégie
- 4 Types de connaissances
- 5 Description
- 6 Conditions favorisant l'apprentissage
- 7 Niveau d'expertise des apprenants
- 8 Type de guidage
- 9 Type de regroupement des apprenants
- 10 Milieu d'intervention
- 11 Conseils pratiques
- 12 Bibliographie
- 13 Webographie
- 14 Veille informationnelle - Ressources disponibles pour rédiger et améliorer la fiche

Sommaire

Appellation en anglais

Worked-example ;

Worked-out example;

Product-oriented worked-example;

Stratégies apparentées

L'appellation en français n'est pas tout à fait stabilisée, les **synonymes** possibles sont

- "exercice résolu" (Lemercier et al. 2002)
- "problème résolu" (Chanquoy, Tricot et Sweller, 2007).

Les stratégies apparentées sont

- Cas résolu

Les exemples résolus présentent la démarche de la résolution d'une situation de façon à mettre en évidence ses produits intermédiaires réalisés en appliquant le principe théorique adéquat. Le problème, les produits intermédiaires et la solution sont présentés par écrit, et parfois aussi à l'aide d'une représentation graphique. Les détails ou les aspects du problème jugés inutiles ou distrayants sont supprimés. Les exemples résolus de cette sorte sont dits « centrés sur le produit ». Les cas résolus sont dits « centrés sur le processus » car ils présentent, outre les produits intermédiaires, les explications sur le « comment » et le « pourquoi » de la démarche de résolution d'une situation problème.

- Modelage

Les exemples utilisés dans la microstratégie de modelage permettent à l'apprenant d'observer une personne en train de réaliser une activité, habituellement en situation « naturelle ». Dans ce cas, l'activité de la personne qui sert d'exemple n'est pas réalisée dans un but d'enseignement et donc ne met pas en évidence, de façon explicite, des aspects de l'activité sur lesquels on pourrait souhaiter attirer l'attention de l'apprenant. Autrement dit, l'activité de la personne présentée comme un exemple ne constitue pas un exemple « épuré » de l'activité qui est exemplifiée dans le modelage. De plus, les exemples utilisés dans le modelage ne permettent pas de « montrer » la démarche cognitive de l'expert.

- Système tutoriel intelligent

Type de stratégie

C'est une microstratégie.

Types de connaissances

Les exemples résolus visent à soutenir en premier lieu l'acquisition des connaissances procédurales, plus précisément celles que Anderson et al. (2001) définissent comme « procédures » soit celles des séquences ordonnées des actions qui permettent d'obtenir un résultat spécifique et prédéterminé.

Description

Cette microstratégie a tout d'abord été conçue et utilisée pour favoriser l'apprentissage des procédures dans les champs « bien définis » tels que :

- algèbre (Carroll, 1994; Sweller & Cooper, 1985);
- géométrie (Paas & Van Merriënboer, 1994; Tarmizi & Sweller, 1988);
- statistiques (Paas, 1992; Quilici & Mayer, 1996);
- programmation (Kalyuga, Chandler, Tuovinen, & Sweller, 2001);

De façon générale, les exemples résolus illustrent comment un principe est appliqué pour résoudre un problème. La présentation des problèmes résolus :

- suit habituellement l'introduction d'un principe (d'une règle, d'un théorème);
- est suivie d'exercices pratiques de résolution de problèmes.

Les exemples résolus orientés « produits » comportent trois composantes :

- L'énoncé du problème ;
- La séquence des étapes et des produits intermédiaires de la résolution du problème;
- La solution du problème.

Voici un exemple tiré de Atkinson et al. (2000, p. 182):

L'énoncé du problème

D'une boîte, contenant 3 boules rouges et 2 boules blanches, on tire, au hasard, deux boules. Les boules choisies ne sont pas remises dans la boîte. Quelle est la probabilité qu'une boule rouge soit tirée en premier et qu'une boule blanche soit tirée ensuite ?

Démarche

Étape 1

- Nombre total de boules5
- Nombre de boules rouges.....3
- Probabilité de tirer en premier une boule rouge..... $3/5$

Étape 2

- Nombre total des boules après le premier tirage.....4
- Nombre de boules blanches.....2
- Probabilité de tirer en deuxième une boule blanche..... $2/4$

Étape 3

Probabilité qu'une boule rouge soit tirée en premier
et une boule blanche en deuxième..... $3/5 * 2/4 = 6/20 = 3/10$

Réponse :

La probabilité qu'une boule rouge soit tirée en premier et une boule blanche en deuxième est $3/10$.

La partie essentielle d'un exemple résolu consiste donc en une description écrite de la procédure comportant les principales étapes de la résolution du problème ciblé. La procédure décrite est « idéale », c'est-à-dire celle qui représente, dans la situation problème, la meilleure façon de procéder pour résoudre le problème en s'appuyant sur le principe théorique adéquat. Les informations non pertinentes ou qui risquent de distraire l'apprenant sont éliminées (van Gog & Rummel, 2010).

La démarche de résolution de problème peut aussi être illustrée à l'aide des graphiques ou des graphiques animés. On trouve dans Lemerrier et al. (2002), une bonne présentation de ce type d'exemples résolus.

L'étude des exemples résolus vise à permettre aux apprenants de construire, à partir d'exemples concrets, un schéma (donc une connaissance plus abstraite) qu'ils utiliseront pour résoudre ce type de problème.

La qualité de conception des exemples résolus est un facteur critique de leur efficacité : "the critical factors are not whether worked examples are used, but rather whether the techniques used appropriately direct attention and impose a relatively light cognitive load" (Ward & Sweller, 1990, p. 4).

Plus récemment, des recherches ont été menées sur l'utilisation d'exemples résolus pour enseigner des connaissances procédurales du type "méthodes et techniques" et "connaissances conditionnelles" (Anderson et al, 2001). Ce type d'exemple résolu orienté processus est présenté dans la fiche «cas résolu ».

Conditions favorisant l'apprentissage

Dans leur revue des recherches sur les exemples résolus, Atkinson et al. (2000) soulignent que l'apprentissage par exemples (*learning-by-examples*) a été étudié dès l'émergence du paradigme cognitif, soit du milieu des années 1950 jusqu'aux années 70, principalement en lien avec la formation des concepts. Les recherches empiriques et théoriques dans ce domaine portent sur la sélection, la présentation et le séquençage des exemples. Elles ont été fondées sur des ouvrages désormais classiques de Bruner (1966) et de Glaser (1976).

Par la suite les chercheurs se sont intéressés à l'apprentissage des connaissances plus complexes et aux différences existantes entre les experts et les novices (voir par exemple, les recherches de Chi et al.). Le concept de schéma (Rumelhart et Ortony, 1977; Silver et Marshall, 1990) a été proposé pour décrire une structure cognitive complexe permettant de reconnaître un problème comme étant le membre d'une classe de problèmes et de récupérer une interprétation et une procédure de résolution appropriée à cette classe.

C'est en travaillant sur la problématique de l'acquisition des schémas que, dans les années 80, Sweller et al. ont mené plusieurs expériences qui ont marqué le début du développement de la théorie de la charge cognitive. Ils se sont notamment demandé comment les étudiants construisent les schémas dans les activités de résolution de problèmes en mathématiques. Il faut souligner qu'à cette époque, l'enseignement centré sur la pratique (*practice-oriented instruction*) constituait l'approche dominante. L'exercice prolongé était considéré comme étant la stratégie la plus efficace pour développer les habiletés de résolution de problèmes, selon l'adage : « the best way to teach children how to solve problems is to give them lots of problems to solve » (Van Engen, 1959, p. 74, cit. par Atkinson et al., 2000, p. 183).

Cette approche était compatible avec les résultats des recherches en psychologie de l'apprentissage qui ont démontré l'importance de la pratique dans le développement de l'expertise « practice is the major independent variable in the acquisition of skill » (Chase et Simon, 1973, p. 279, cit. par Atkinson et al., 2000, p. 183). Toutefois, les recherches de Chase et Simon (1973), qui ont confirmé celles de de Groot (1965) sur les experts du jeu d'échecs, ont également démontré clairement que l'essentiel des performances des experts réside dans leurs connaissances du domaine. Autrement dit, la performance de la personne dans une tâche dépend de ses connaissances en relation avec cette tâche (Schmidt et al., 1990). Par la suite, de nombreuses études ont démontré que ce n'est pas tant la quantité que la qualité des connaissances mémorisées qui compte, à savoir l'organisation des connaissances en mémoire (Chi, Feltovitch, & Glaser, 1981; Larkin, McDermott, Simon, & Simon, 1980; Glaser, 1986). Ainsi, les différences dans la résolution des problèmes entre les experts et les novices proviennent des différences dans la structuration de leurs connaissances en mémoire à long terme et non de leurs procédures générales de résolution de problèmes. Cette caractéristique essentielle de l'expertise a été résumée sous forme de slogan « knowledge is power » (Glaser, 1987).

Les connaissances des experts sont organisées en structures décrites en tant que "schémas" :

"les schémas sont des élaborations cognitives qui permettent de classer de multiples éléments informations en un élément unique en fonction de la manière dont ces éléments multiples sont utilisés (Chi, Glaser & Rees, 1982). Ainsi, nous pouvons avoir un schéma de résolution de problème qui indique que tous les problèmes de la forme $a/b=c$, pour lesquels il faut trouver a , devraient être résolus de manière identique. Tous les éléments qui constituent ce problème particulier et tous les problèmes similaires sont traités comme un ensemble unique par un schéma pertinent. Par conséquent, toute information qui paraît correspondre à ce schéma sera traitée en fonction de celui-ci (Bartlett, 1932, Piaget, 1928). Si le schéma fournit une solution appropriée, le problème sera résolu facilement et sans effort." (Chanquoy, Tricot et Sweller, 2007, p.146).

Sweller et al. (Sweller et Cooper, 1985; Cooper et Sweller, 1987; Sweller, 1988) se sont intéressés aux méthodes qui permettent d'augmenter la connaissance de la structure du problème par les novices durant les exercices de résolution de problèmes. Leurs résultats empiriques ont démontré que, pour étudiants avec peu de connaissances dans un domaine, la pratique traditionnelle de résolution de problèmes améliore moins la performance de résolution de problèmes que l'enseignement qui additionne à la pratique les exemples résolus (*worked-examples*). Leurs études expérimentales et celles utilisant les protocoles verbaux ont démontré que, dans les situations de résolution de

problèmes, les étudiants avec peu de connaissances dans un domaine :

- recourent aux stratégies de résolution "faibles" (générales et indépendantes du domaine) du type "analyse moyens-fins" ou "essai et erreur";
- l'analyse moyens-fins génère une charge cognitive importante en mémoire de travail ; en effet, la capacité de celle-ci étant limitée quant au nombre d'éléments d'information (chunks) qui peuvent être traités simultanément;
- la mémoire de travail se trouve ainsi entièrement "chargée" par des informations qui sont élaborées sur les sous-buts (les moyens dits "les opérateurs" de changement d'état) à mettre successivement en oeuvre pour atteindre le but et l'évaluation de leur apport pour l'atteinte du but;
- cette charge cognitive ne permet pas à l'apprenant de traiter les informations liées à la structure du problème (les états intermédiaires et leurs relations avec les opérateurs);
- par conséquent, l'élaboration des informations sur la structure du problème sous la forme de schémas en mémoire à long terme est défavorisée dans ces situations-problèmes.

Sweller et al. proposent dès lors d'orienter l'activité cognitive des étudiants sur le traitement des informations qui permettent d'élaborer les schémas, en leur fournissant des exemples décrivant les états intermédiaires du cheminement de la résolution de problèmes. Leurs résultats démontrent que les étudiants qui ont étudié les exemples résolus avant les exercices de résolution de problèmes :

- performant mieux dans les problèmes similaires (résolvent les problèmes plus vite et font moins d'erreurs), comparativement aux étudiants qui ont travaillé sur le même nombre de situations-problèmes, mais sans avoir étudié les exemples résolus;
- utilisent des stratégies plus efficaces et mieux centrées sur les aspects structuraux des problèmes (leur structure profonde).

Cet "effet de l'exemple résolu" (*worked-example effect*) a été par la suite expliqué par Sweller dans le cadre de la théorie de la charge cognitive (Sweller, 1994; Sweller et al, 1990).

De nombreuses recherches expérimentales réalisées dans ce cadre théorique ont démontré que, pour les apprenants avec peu de connaissances dans un domaine, les exemples résolus permettent de diminuer la charge cognitive inutile qui interfère avec l'acquisition des schémas en mémoire à long terme et qu'ils améliorent ainsi l'efficacité (diminuent le temps d'apprentissage) et la qualité (diminuent le nombre d'erreurs) de l'acquisition des connaissances procédurales via la construction de ces schémas dans les situations-problèmes "bien définies".

Un des résultats les plus probants sur l'efficacité de l'apprentissage à partir des exemples résolus a été fourni par Zhu et Simon (1987). Ces auteurs ont examiné les techniques pour optimiser un programme de mathématiques de trois ans et ont constaté que l'ensemble du programme pourrait être enseigné en deux ans - sans déficits de performance - en utilisant des exemples résolus soigneusement conçus et séquencés.

Dans le cadre de la théorie de la charge cognitive, l'effet des exemples résolus sur l'apprentissage a, par la suite, été raffiné par divers chercheurs qui ont démontré l'influence de plusieurs types de variables sur l'efficacité et l'efficacité des exemples résolus pour l'apprentissage. Ces études ont permis de formuler des recommandations par rapport aux aspects suivants :

1. Les caractéristiques de l'exemple résolu (micro-design)
2. L'organisation de la progression pédagogique (macro-design)
3. Le niveau d'expertise (des connaissances dans le domaine) des apprenants
4. La qualité des processus de l'auto-explication mis en oeuvre par les apprenants

Niveau d'expertise des apprenants

Comme précisé plus haut, l'utilisation des exemples résolus favorise l'apprentissage des débutants dans un domaine.

Pour les apprenants du niveau « intermédiaire », certains chercheurs ont proposé de combiner les exemples résolus de façon correcte et les exemples résolus de façon erronée (Grobe et Renkl, 2007).

Pour les apprenants possédant de bonnes connaissances dans un domaine, l'utilisation des exemples résolus n'est pas recommandée.

Type de guidage

Décrire quel est le type de guidage et de support offert par la stratégie. Faire les liens avec le niveau d'expertise des apprenants en décrivant comment et pourquoi le type offert est censé favoriser l'apprentissage de ces apprenants.

Type de regroupement des apprenants

Décrire le type de regroupement préconisé par la stratégie et comment on peut le réaliser. Donner des exemples.

Milieu d'intervention

Décrire dans quel milieu éducatif la stratégie a été utilisée. Donner des exemples.

Conseils pratiques

Dans la mesure du possible, fournir des conseils, des « trucs » ou des « astuces » en lien avec des exemples issus de la pratique « réelle » de cette stratégie.

En enseignement du français, il est possible d'utiliser la stratégie de l'exemple résolu lorsqu'on enseigne un nouveau type de texte aux élèves. En effet, une fois la théorie associée au type de texte donné, il peut être pertinent de montrer aux élèves un texte complet (idéalement réalisé par un élève d'une année précédente, par exemple, ou par soi-même) et de l'analyser avec eux en mettant l'accent sur la structure et les particularités du texte. Cela permet aux apprenants d'avoir une meilleure idée de ce qui est attendu et de mieux comprendre le type de texte. Cela peut être fait avec tous les genres et les types de textes.

Bibliographie

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. New York, NY: Addison Wesley Longman.

Atkinson, R. K., Derry, S. T., Renkl, A., & Wortham, D. (2000). Learning from Examples: Instructional Principles from Worked Examples Research. *Review of Educational Research*, 70(2), 181-214.

Carroll, W. M. (1994). Using worked examples as an instructional support in the algebra classroom. *Journal of Educational Psychology*, 86(3), 360.

Caverni, J. P., Nguyen-Xuan, A., Hoc, J. M., & Politzer, G. (1990). Raisonnements formels et raisonnements en situation. In J.-F. Richard, C. Bonnet & R. Ghiglione (Eds.), *Traité de psychologie cognitive* (Vol. 2, pp. 103-165). Paris, France: Dunod.

Chanquoy, L., Tricot, A., & Sweller, J. (2007). *La charge cognitive*. Paris, France: Armand Colin.

Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J., & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579.

Lai, C. S., Spöttl, G., & Straka, G. A. (2011). *Learning with worked-out problems in Manufacturing Technology: The effects of instructional explanations and self explanations prompts on knowledge acquisition, near and far transfert performance:*

Rapport de recherche, Institut Technik and Bildung (ITB), Universität Bremen, Allemagne. Récupéré du site de l'Université de Brême <http://elib.suub.uni-bremen.de/edocs/00102020-1.pdf>

Lemercier, C., Tricot, A., Chênerie, I., Dessus, D. M., Morancho, F., & Sokoloff, J. (2002). Usages pédagogiques des exercices multimédias: Quels apprentissages sont-ils possibles avec des exercices multimédia en classe? Réflexions théoriques et compte rendu d'une expérience. Récupéré de <http://edutice.archives-ouvertes.fr/docs/00/00/16/38/PDF/EXTricot.pdf>

Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429.

Quilici, J. L., & Mayer, R. E. (1996). Role of examples in how students learn to categorize statistics word problems. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 144.

Sweller, J., & Cooper, G. A. (1985). The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. *Cognition and Instruction*, 2(1), 59-89.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.

Tarmizi, R. A., & Sweller, J. (1988). Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80(4), 424.

van Loon-Hillen, N., Van Gog, T., & Brand-Gruwel, S. (2012). Effects of worked examples in a primary school mathematics curriculum. *Interactive Learning Environments*, 20(1), 89-99.

Ward, M., & Sweller, J. (1990). Structuring effective worked examples. *Cognition and Instruction*, 7(1), 1-39.

Webographie

Veille informationnelle - Ressources disponibles pour rédiger et améliorer la fiche