Du modèle de tâche au corpus de données pour l'analyse de la résolution créative de problème en contexte médiatisé

Margarida Romero, Louis Köhler

▶ **To cite this version:**

Margarida Romero, Louis Köhler. Du modèle de tâche au corpus de données pour l'analyse de la résolution créative de problème en contexte médiatisé. 10e Conférence sur les Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain, Marie Lefevre, Christine Michel, Jun 2021, Fribourg / Virtual, Suisse. pp.11-19. hal-03293060

HAL Id: hal-03293060
https://hal.science/hal-03293060

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Du modèle de tâche au corpus de données pour l'analyse de la résolution créative de problème en contexte médiatisé

Margarida Romero[1], Louis Köhler[1]

[1] Université Côte d'Azur, LINE, Nice, France
margarida.romero@univ-cotedazur.fr
louis.kohler@etu.univ-cotedazur.fr

Résumé. Dans le but d'analyser la résolution créative de problèmes dans le contexte d'une tâche de robotique pédagogique nous présentons un modèle de tâche sous forme de graphe orienté entre différents états entre la situation initiale et l'une des solutions potentielles. Pour analyser le processus de résolution créative de problèmes, des données sur le processus sont collectées suivant le même protocole. Un modèle de traces permet d'observer les différents états de la tâche. Dans cette étude nous centrons notre analyse sur les composantes de la pensée divergente liées à la fluidité, flexibilité et innovation de participants de différentes âges engagés dans la tâche de résolution créative de problèmes CreaCube. Les enfants présentent des scores plus importants sur l'ensemble des trois composantes créatives (fluidité, flexibilité et innovation) par rapport aux autres catégories d'âge, mais ils engagent également davantage de temps que les autres catégories d'âge.

Mots-clés : Traces, situation-problème, résolution créative de problèmes, robotique pédagogique, créativité.

Abstract. In order to analyze creative problem solving in the context of an educational robotics task we present a task model in the form of a directed graph between different states between the initial situation and one of the potential solutions. To analyze the creative problem-solving process, process data is collected using the same protocol. A trace model makes it possible to observe the different states of the task. In this study we focus our analysis on the components of divergent thinking related to the fluency, flexibility and innovation of participants of different ages engaged in the creative problem-solving task CreaCube. Children score higher on all three creative components (fluency, flexibility and innovation) compared to other age categories, but they also commit more time than other age categories..

Keywords: Learning analytics, problem-solving, creative problem-solving, educational robotics, creativity.

1 Résolution créative de problèmes

La résolution de problèmes est une compétence transversale considérée importante dans le contexte éducatif international [1]. Cependant, la résolution de problèmes englobe une grande diversité d'activités et de domaines disciplinaires, et la capacité de transférer des processus de résolution de problèmes d'une tâche à une autre doit être questionnée. Pour Kilpatrick [2] le niveau de compétence dans la résolution de problèmes spécifiques à un domaine dépend des connaissances spécifiques au domaine des apprenants, comprenant à la fois des connaissances factuelles, conceptuelles, procédurales et stratégiques. Tout en considérant l'importance des connaissances spécifiques tant du point de vue du domaine disciplinaire que d'un point de vue socio-culturel [3], nous considérons un ensemble de processus cognitifs et métacognitifs qui sont engagés dans la démarche générale de résolution de problèmes. Cette démarche est celle qui permet dépasser l'écart qui est posé entre une situation initiale et une situation désirée [4]. Dans les théories de résolution des problèmes il est habituel de retrouver tant des étapes liées à l'identification et catégorisation des problèmes, la construction d'une représentation mentale du problème, la recherche de stratégies ou procédures pour la résolution de problèmes, la mise à l'essai de ces procédures, leur évaluation et l'itération jusqu'à arriver à une solution satisfaisante. Ces étapes ne sont pas séquentielles, mais plutôt dynamiques et de nature itérative.

La résolution de problèmes comprend une diversité de caractéristiques [5], parmi lesquelles nous pouvons considérer la complexité du problème, ses modalités ou encore le degré de connaissance du modèle de résolution . Dans des problèmes avec un modèle de résolution connu, l'apprenant peut appliquer des connaissances existantes [6], tandis que sur des problèmes avec un modèle de résolution inconnu, l'apprenant doit se montrer créatif dans la manière de mobiliser ses connaissances, faire des mises à l'essai de solutions intermédiaires et tenter de trouver une solution convenable. Les problèmes sans modèle de résolution connu ont le potentiel d'engager l'apprenant dans une démarche créative. Sur ce type de problèmes « il existe de nombreuses façons de le résoudre, et les solutions sont influencées par le point de vue et l'expérience de chacun » [7, p. 28]. Sous une perspective similaire, Torrance et Goff [8] considèrent la résolution créative de problèmes comme la démarche consistant à trouver des réponses à des problèmes pour lesquels les individus ne peuvent pas simplement obtenir la réponse appropriée; ils doivent plutôt créer des solutions à ces problèmes. Dans cette démarche, nous retrouvons tant des processus de pensée divergente, que des prises de décision (pensée convergente) en lien aux différentes solutions produites. Parnes, Noller et Biondi [9] considèrent la résolution créative de problèmes comme une prise décision créative sur différentes options possibles : « nous spéculons d'abord sur "ce qui pourrait être"... nous sentons et anticipons toutes les conséquences ou les répercussions concevables… et nous choisissons et développons notre meilleure solution en pleine conscience » [p. 14].

2 Aspects développementaux dans la résolution créative de problèmes

La créativité est souvent perçue comme un trait propre de l'enfance [10], avec une propension davantage ouverte à l'expérience et à la nouveauté [11]. Cependant, elle présenterait des caractéristiques différentes selon les différents moments de la vie [12]. Chez les personnes âgées, malgré un déclin progressif des capacités physiques et cognitives, les connaissances acquises au long de la vie peuvent permettre de compenser certains processus. Dans le cadre de l'usage de technologies, leur approche est moins basée sur des essais et des erreurs, mais à une démarche davantage réflexive et utilitaire [13].

Dans le cadre de cette étude nous allons focaliser sur trois composantes de la pensée divergente à partir de Torrance [14] et Guilford [15]: la fluidité, la flexibilité et l'originalité ou innovation. « La fluidité correspond au nombre d'idées données, la flexibilité dans les réponses correspond au nombre de catégories dans lesquelles des idées peuvent être classées et l'originalité se réfère à la rareté statistique relative de chaque idée proposée en comparaison d'une population de référence » [16]. La flexibilité et l'originalité sont plus faibles chez les personnes plus âgées [17].

3 Résolution créative de problèmes avec des robots pédagogiques

Les robots pédagogiques ont été mobilisés en éducation dans une grande diversité d'activités, visant pour certaines des connaissances et des compétences disciplinaires ou encore transversales. Dans les activités de résolution de problèmes, les robots pédagogiques sont parfois mobilisés dans des problèmes bien définis, où l'apprenant dispose de toutes les règles pour résoudre l'activité, mais aussi peuvent donner lieu à des activités de résolution créative de problèmes qui permettent tant la considération d'une diversité de possibilités dans la démarche de résolution de problèmes que sur le type de solution pouvant donner réponse au problème [18]. Les tâches créatives de résolution de problèmes favorisent l'exploration des différentes stratégies pour aborder la ou les solutions à travers des approches de réflexion divergentes mais aussi l'évaluation de ces stratégies à travers un processus de réflexion convergent. Quand les activités sont instrumentées par des robots pédagogiques, il est possible d'observer par le biais de l'artefact les processus divergents par le biais des configurations réalisées par le participant. En soutenant la pensée divergente et convergente, les tâches de résolution créative de problèmes avec des robots pédagogiques créent les conditions pour l'émergence de processus créatifs.

La résolution créative de problèmes est un processus dynamique qui engage le participant dans une situation pour laquelle il faut créer une solution à partir des connaissances et des éventuels instruments mis à sa disposition. Dans des activités de résolution créative de problèmes avec des robots pédagogiques, les outils à disposition sont des artefacts technologiques tangibles et interactifs. La matérialité et interactivité des artefacts sont à considérer dans le processus de résolution créative de problèmes [19].

4 Méthodologie

Nous analysons la résolution créative de problèmes à partir de la tâche CreaCube, qui engage le participant dans une tâche de problèmes sans un modèle de résolution connu d'avance. La tâche a été développée dans le cadre du projet ANR CreaMaker. Dans cette tâche, les apprenants doivent combiner les cubes robotiques de manière à pouvoir passer d'un point initial à un point final. Les apprenants doivent découvrir les affordances des cubes nécessaires pour résoudre la tâche [20]. Les affordances sont des représentations internes des caractéristiques potentielles des outils numériques et non numériques dans l'environnement. Ils sont définis comme la relation entre les propriétés physiques d'un objet donné et les interactions potentielles que l'apprenant peut avoir avec l'objet. Pour résoudre la tâche, il faut considérer à la fois les contraintes matérielles et l'objectif de la tâche.

4.1 Procédure

Les participants réalisent la tâche CreaCube deux fois : une première activité au cours de laquelle ils sont face à des objets inconnus et une deuxième activité qui comprend la même consigne. La première activité de résolution créative de problèmes engage nécessairement le participant dans l'exploration du matériel et la création de connaissances en acte pour arriver à résoudre la tâche. Lors de la deuxième activité, le participant dispose déjà d'un modèle de solution qu'il peut appliquer, ou bien décider d'explorer une nouvelle solution. Les deux activités sont enregistrées afin d'analyser les configurations réalisées par les participants au cours de la tâche. La fluidité est analysée comme le nombre de figures réalisées par le participant au cours d'une activité. La flexibilité considère les figures différentes réalisées par un même participant. L'innovation considère uniquement les 5% des figures les plus rares développées par les différents participants.

4.2 Participants

Un ensemble de 342 participants ont participé au protocole. Des participants à partir de 7 ans ont été engagés dans la tâche CreaCube. Nous les classons selon les catégories d'âge suivantes : les enfants (*enf* : 7 à 12 ans), les adolescents (*ado* : 13 à 18 ans), les jeunes adultes (*jad* : 19 à 29 ans), les adultes (*adu* : 30 à 59 ans), les adultes âgés (*sen* : 60 à 79 ans).

5 Résultats

Nous présentons les résultats de la première activité en termes de pensée divergente (fluidité, flexibilité, innovation) mais également la durée de la tâche, et ensuite les résultats de la deuxième activité.

5.1 Composantes de la pensée divergente selon l'âge au cours de la première activité

Dans le tableau 1 nous présentons les résultats des composantes de la pensée divergente mais également la durée de la tâche selon l'âge durant la première activité.

Table 1. Composantes de la pensée divergente selon l'âge. (Activité 1)

Catégorie d'âge	Effectif	Fluidité	Flexibilité	Innovation	Temps (secondes)
Enfants (enf)	48	m : 8.3 sd : 8.1	m : 3.6 sd : 2.3	m : 1.1 sd : 1.3	m : 291.1 sd : 220.0
Adolescents (ado)	5	m : 3.2 sd : 1.6	m : 2.0 sd : 0.7	m : 0 sd : 0	m : 112.6 sd : 64.7
Jeunes adultes (jad)	39	m : 4.0 sd : 5.0	m : 1.9 sd : 1.1	m : 0.3 sd : 0.5	m : 139.0 sd : 88.4
Adultes (adu)	29	m : 3.0 sd : 3.3	m : 2.0 sd : 1.6	m : 0.5 sd : 0.9	m : 119.0 sd : 72.4
Seniors (sen)	5	m : 4.4 sd : 3.5	m : 2.2 sd : 0.8	m : 0 sd : 0	m : 220.8 sd : 154.1

Les enfants présentent des scores plus importants sur l'ensemble des trois composantes créatives (fluidité, flexibilité et innovation) par rapport aux autres catégories d'âge, mais ils engagent également davantage de temps que les autres catégories d'âge. Nous effectuons ensuite une représentation graphique des résultats :

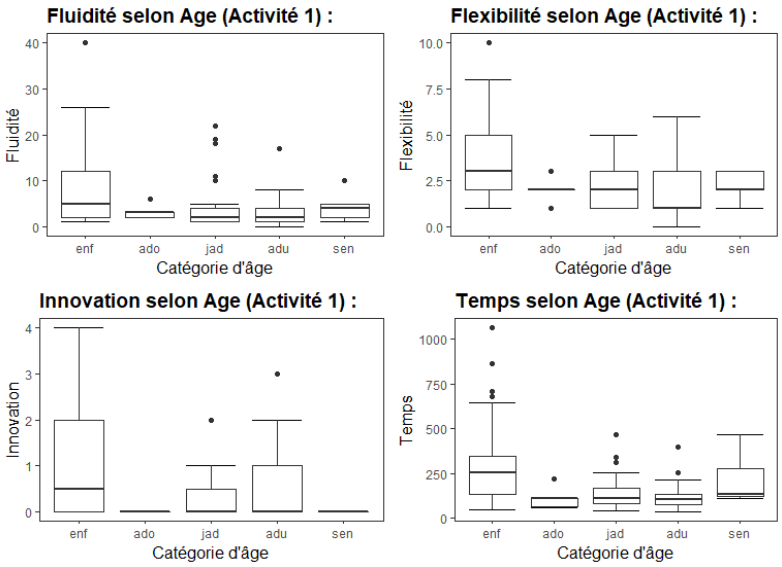

Fig. 1. Fluidité, flexibilité, innovation et temps durant l'activité 1.

L'asymétrie des boîtes étayent les tests visant à démontrer le caractère non-normal de la distribution statistique de nos populations étudiées. Par ailleurs, on remarque des différences significatives entre le groupe des enfants et les autres groupes.

Pour l'analyse des différences d'âge entre les différents groupes indépendants, nous réalisons le test de Kruskal-Wallis, en raison de la nature non paramétrique des données. Ce test a été conduit pour déterminer si l'âge avait un effet sur les composantes de la pensée divergente et le temps de réalisation d'une activité. Le test a révélé des différences significatives au cours de la première activité, p=.0016 (*âge ~ fluidité*), p = .0014 (*âge ~ flexibilité*), p = .0074 (*âge ~ innovation*) et p = .0002 (*âge ~ temps de l'activité*).

Des tests post-hoc de Dunn ont été réalisés pour situer les différences. Les différences étaient statistiquement significatives, selon le test de Dunn, entre les groupes d'âge "enfants/adultes" et "enfants/jeunes adultes", pour les composantes de fluidité et de flexibilité. Les différences étaient également significatives entre les enfants et toutes les autres catégories d'âge pour la composante d'innovation. Enfin, pour les temps d'activité, les différences étaient statistiquement significatives entre les groupes d'âge "enfants/adolescents", "enfants/jeunes adultes" et "enfants/adultes".

Ces résultats viennent confirmer les premières observations, émises lors de l'analyse des boîtes à moustaches, sur les différences entre les groupes.

5.2 Composantes de la pensée divergente selon l'âge au cours de la deuxième activité

Dans le tableau 2 nous présentons les résultats des composantes de la pensée divergente mais aussi la durée de la tâche selon l'âge durant la deuxième activité.

Table 2. Composantes de la pensée divergente selon l'âge. (Activité 2)

Catégorie d'âge	Effectif	Fluidité	Flexibilité	Innovation	Temps (secondes)
Enfants (enf)	48	m : 3.2 sd : 3.2	m : 2.0 sd : 1.7	m : 0.7 sd : 1.1	m : 117.0 sd : 69.8
Adolescents (ado)	5	m : 1.8 sd : 1.1	m : 1.2 sd : 0.4	m : 0 sd : 0	m : 77.2 sd : 42.9
Jeunes adultes (jad)	39	m : 2.1 sd : 1.9	m : 1.5 sd : 1.2	m : 0.2 sd : 0.6	m : 91.7 sd : 65.9
Adultes (adu)	29	m : 2.3 sd : 2.0	m : 1.7 sd : 1.0	m : 0.5 sd : 0.7	m : 93.5 sd : 51.5
Seniors (sen)	5	m : 1.6 sd : 0.9	m : 1.4 sd : 0.9	m : 0.2 sd : 0.4	m : 59.0 sd : 14.3

On remarque ici que les temps sont plus proches que précédemment. Par ailleurs, malgré ce rapprochement les composantes restent globalement plus élevées chez les enfants.

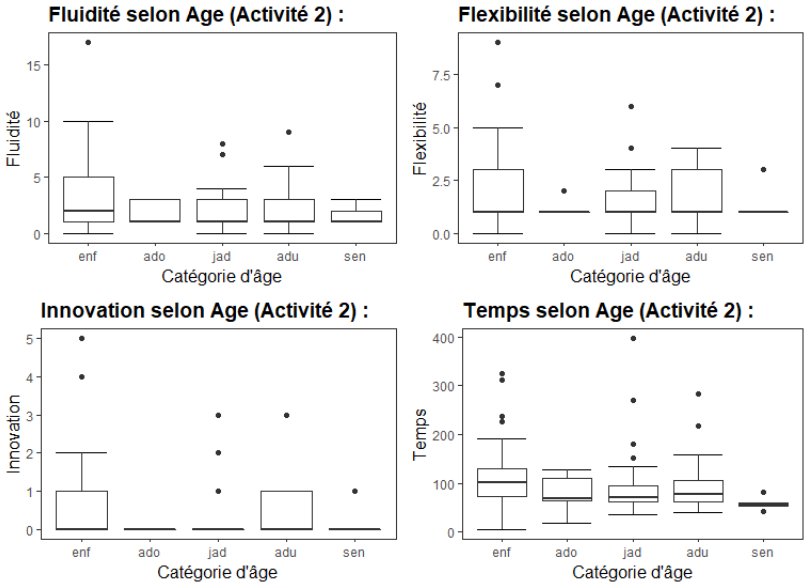

Fig. 2. Fluidité, flexibilité, innovation et temps durant l'activité 2.

La dispersion observée dans les boîtes à moustaches ci-dessus confirme un rapprochement statistique entre les groupes. De plus, l'asymétrie est, cette fois, moins marquée.

Le test de Kruskall-Wallis a, cette fois-ci, révélé des différences significatives pour l'influence de l'âge sur le temps de l'activité 2 seulement, p = .0077 (*âge ~ temps de l'activité*). Ceci suggère qu'en dehors du temps pris pour faire l'activité 2, les statistiques de composantes de pensée divergente entre les groupes sont plus proches comme pouvaient l'évoquer les boîtes à moustaches.

Le test post-hoc de Dunn réalisé a situé les différences statistiquement significatives entre les groupes d'âge "enfants/jeunes adultes", "enfants/adultes" et "enfants/seniors", suggérant une nouvelle fois une différence entre le groupe des enfants et les autres groupes.

6 Discussion

Dans le cadre de cette étude nous avons pu analyser les différentes composantes de la pensée divergente dans le cadre d'une tâche de résolution créative de problèmes. Nous observons que les enfants présentent à la fois des temps davantage longs mais aussi des scores plus importants dans les différentes composantes créatives. Nous pouvons considérer que les enfants sont moins orientés à performer en termes de temps, ce qui leur permet de s'engager dans une démarche davantage créative que les adolescents et adultes, qui ont développé la tâche de manière plus rapide et moins créative. Ces résultats peuvent être mis en perspective avec les études qui considèrent le lien entre le

temps de résolution de l'activité et la créativité. L'effet de la pression temporelle a des effets différentiels selon les participants [21]. Dans le cadre de la tâche CreaCube les enfants ne perçoivent pas la tâche sous une perspective de pression temporelle, mais comme une opportunité de créer des solutions créatives tant sur la première activité que sur la répétition de la tâche au cours de la deuxième activité. Ces résultats nous amènent à considérer l'importance d'engager les participants adolescents et adultes dans une démarche moins orientée à la performance temporelle dans le but de leur permettre de résoudre le problème de manière davantage créative.

Remerciements

Cette recherche est développée dans le cadre du projet Projet-ANR CreaMaker (18-CE38-0001). Nous remercions Eloïse Duhot-Prevot pour sa précieuse contribution à la plateforme d'analyse des vidéos.

References

1. C.-J. Chang *et al.*, « An analysis of student collaborative problem solving activities mediated by collaborative simulations », *Comput. Educ.*, vol. 114, p. 222-235, 2017.
2. J. Kilpatrick, J. Swafford, et B. Findell, *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Citeseer, 2002.
3. L. DeBlois, S. Barma, et S. Lavallée, « L'enseignement ayant comme visée la compétence à résoudre des problèmes mathématiques: quels enjeux? », *Éducation Francoph.*, vol. 44, nº 2, p. 40-67, 2016.
4. R. E. Mayer et M. C. Wittrock, Éd., « Problem-solving transfer », in *Handbook of educational psychology*, New York : London: Macmillan Library Reference USA, Simon & Schuster Macmillan ; Prentice Hall International, 1996, p. 47-62.
5. M. Romero, L. DeBlois, et A. Pavel, « Créacube, comparaison de la résolution créative de problèmes, chez des enfants et des adultes, par le biais d'une tâche de robotique modulaire », *MathémaTICE*, nº 61, 2018, [En ligne]. Disponible sur: http://revue.sesamath.net/spip.php?article1104
6. G. Aldon et G. Olivier, « Un dispositif de recherche de problèmes de mathématiques au cycle 3 », *Repères IREM*, nº 108, p. 26-40, 2017.
7. N. L. Greenwald, « Learning from problems », *Sci. Teach.*, vol. 67, nº 4, p. 28-32, 2000.
8. E. P. Torrance et K. Goff, « A quiet revolution. », *J. Creat. Behav.*, 1989.
9. S. J. Parnes, R. B. Noller, et A. M. Biondi, *Guide to creative action*. MacMillan Publishing Company, 1977.
10. I. Capron Puozzo, *La créativité en éducation et formation: Perspectives théoriques et pratiques*, De Boeck. Louvain-la-Neuve, Belgium, 2017.
11. Y.-S. Lin, « Fostering creativity through education–a conceptual framework of creative pedagogy », *Creat. Educ.*, vol. 2, nº 03, p. 149, 2011.
12. P. Hyvönen, M. Romero, P. Hakkarainen, et N. Impiö, « Creative collaboration for enhancing older adult's ICT use », présenté à Biennial Conference of the European Association for Research in Learning and Instruction (EARLI), Munich, Germany,

août 2013.
13. M. D. Rama, H. de Ridder, et H. Bouma, « Technology generation and age in using layered user interfaces. », *Gerontechnology*, 2001.
14. E. P. Torrance, *Torrance tests of creative thinking*. Personnel Press, Incorporated, 1968.
15. J. P. Guilford, « Creativity: Its measurement and development », *Source Book Creat. Think.*, p. 151-167, 1962.
16. M. Besançon, B. Barbot, et T. Lubart, « Évolution de l'évaluation de la créativité chez l'enfant de Binet à nos jours », *Rech. Éducations*, nº 5, p. 215-226, oct. 2011, doi: 10.4000/rechercheseducations.840.
17. R. Cera, C. Cristini, et A. Antonietti, « Conceptions of learning, well-being, and creativity in older adults », *J. Educ. Cult. Psychol. Stud. ECPS J.*, nº 18, p. 241-273, 2018.
18. V. Komis, M. Romero, et A. Misirli, « A Scenario-Based Approach for Designing Educational Robotics Activities for Co-creative Problem Solving », in *International Conference EduRobotics 2016*, 2016, p. 158-169.
19. A. Leroy, M. Romero, et L. Cassone, « Interactivity and materiality matter in creativity: educational robotics for the assessment of divergent thinking », *Interact. Learn. Environ.*, vol. 0, nº 0, p. 1-12, janv. 2021, doi: 10.1080/10494820.2021.1875005.
20. G. Kalmpourtzis et M. Romero, « Artifactual Affordances in Playful Robotics », in *Games and Learning Alliance*, Cham, 2020, p. 316-325. doi: 10.1007/978-3-030-63464-3_30.
21. A. L. Antes et M. D. Mumford, « Effects of Time Frame on Creative Thought: Process Versus Problem-Solving Effects », *Creat. Res. J.*, vol. 21, nº 2-3, p. 166-182, mai 2009, doi: 10.1080/10400410902855267.