



**HAL**  
open science

# L'équilibre entre jouer et apprendre. L'interaction élève-machine pour favoriser l'engagement, malgré les défis didactiques.

Hoang-Quy Cung, Lionel Alvarez

## ► To cite this version:

Hoang-Quy Cung, Lionel Alvarez. L'équilibre entre jouer et apprendre. L'interaction élève-machine pour favoriser l'engagement, malgré les défis didactiques.. IHM'24 - 35e Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, AFIHM; Sorbonne Université, Mar 2024, Paris, France. hal-04487287

**HAL Id: hal-04487287**

**<https://hal.science/hal-04487287v1>**

Submitted on 3 Mar 2024

**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.

**L'équilibre entre jouer et apprendre. L'interaction élève-machine pour favoriser l'engagement, malgré les défis didactiques.**

**The balance between playing and learning. Student-machine interaction to foster engagement, alongside didactic challenges.**

Hoang-Quy Cung

University of Teacher Education, Fribourg, [hoangqui.cung@edufr.ch](mailto:hoangqui.cung@edufr.ch)

Lionel Alvarez

University of Fribourg, [lionel.alvarez@unifr.ch](mailto:lionel.alvarez@unifr.ch)

L'interaction élève-interface vidéoludique d'apprentissage est défiante dans sa conception, car les jeux doivent délibérément ajouter des obstacles disciplinaires que la didactique a identifiés. Dans un portail de jeu sérieux intégrant l'apprentissage adaptatif, cette interaction entre apprentissage et ludification a été éprouvée dans l'exercice de co-conception par une équipe pluridisciplinaire. Le développement de deux jeux est décrit pour identifier les modalités de négociation entre didactique et *game design*. Les interactions élève-interface vidéoludiques proposées dans la nouvelle interface de GamesHUB laissent entrevoir un flow plus important, pour prolonger l'expérience d'apprentissage.

**Mots-clés additionnels:** Didactique, Game design, Élève-interface, Expérience d'apprentissage, Jeu sérieux, Flow

The student-serious game interaction is challenging in its design, as games must deliberately add subject-specific obstacles that didactics have identified. In a serious game portal integrating adaptive learning, this interaction between learning and gamification was tested in a co-design processed by a multidisciplinary team. The development of two games is described to identify the modalities of negotiation between didactics and game design. The student-serious game interaction proposed in the new GamesHUB interface suggests a greater flow, to extend the learning experience.

CCS CONCEPTS • **Empirical studies in interaction design** • **Web-based paradigms** • **Graphics input devices**

**Additional Keywords and Phrases:** Didactics, Game design, Student-interface, Learning experience, Serious game, Flow

**ACM Reference Format:**

Hoang-Quy Cung; et Lionel Alvarez. 2024. L'équilibre entre jouer et apprendre. L'interaction élève-machine pour favoriser l'engagement, malgré les défis didactiques. *IHM'24 : Actes étendus de la 35ème conférence Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, March 25–29, 2024, Paris, France*.

## 1 INTRODUCTION

Pour concevoir l'interaction élève-interface vidéoludique d'apprentissage, de nombreux travaux proposent d'ores et déjà des recommandations. Si les systèmes de points, les badges et l'organisation des tâches en niveaux semblent être des mécanismes intéressants pour augmenter l'engagement [18], les performances d'apprentissage ne semblent généralement pas suffisamment prises en compte pour personnaliser l'expérience de jeu [16]. En effet, dans les interfaces d'apprentissage uniquement en ligne, la ludification a été montrée comme un levier pour maintenir l'engagement [12]. Toutefois, les travaux de recherche s'intéressant à la ludification pour soutenir l'apprentissage (vs. engagement ou motivation) restent plus marginaux, particulièrement pour l'école primaire [23].

Pour que l'interface vidéoludique soit conçue, il paraît donc impératif de l'aborder en (a) explicitant les variables didactiques et (b) clarifiant les principes d'interactions élève-interface. L'augmentation de l'engagement des élèves relève du défi de conception pour ne pas s'éloigner des objectifs d'apprentissage qui, par définition, doivent exiger des déséquilibres, des efforts, voire un sentiment de rejet pour commencer, car l'apprentissage exige des contraintes [6]. L'équilibre entre principes ludiques et apprentissage devient alors subtil et apparaît explicitement dans les travaux de développement de GamesHUB [4].

## 2 DES VARIABLES DIDACTIQUES AU GAME DESIGN

Autour du projet GamesHUB, une équipe pluridisciplinaire s'engage pour la création et la mise à l'épreuve d'une plateforme d'enseignement/apprentissage offrant une interaction élève-interface vidéoludique permettant l'apprentissage du français langue d'enseignement pour toutes et tous. Toutefois, GamesHUB a débuté avec une équipe bien plus petite, intégrant uniquement des compétences didactiques et d'éducation numérique (sans *game design* et avec fort peu de compétences IT). Il y avait ainsi une hypercentration sur les variables didactiques qui est aujourd'hui questionnée, puisque la pluridisciplinarité est maintenant effective parmi les membres de l'équipe de développement. Une reconception de GamesHUB est actuellement opérée grâce à l'arrivée de compétences en *game design* et de ressources plus larges et expertes en IT, ce qui interroge l'interaction élève-interface vidéoludique proposée jusque-là.

### 2.1 GamesHUB, avant les contributions du *game design*

GamesHUB est une plateforme initialement conçue pour les élèves de 6 à 12 ans dans les écoles francophones. Son but était d'aider les élèves à développer diverses compétences à travers des jeux éducatifs liés au Plan d'Études Romand [8]. La plateforme permettait aux enseignants de créer des parcours d'apprentissage avec des mini-jeux. Pour s'assurer que tous les élèves puissent bénéficier de l'outil, il a été conçu en suivant les principes de conception universelle des apprentissages [7], en réduisant les obstacles et en diversifiant les expériences. Des fonctionnalités d'accessibilité [1] comme l'adaptation du contraste, la synthèse vocale, un *etherpad* ou le dictionnaire visuel étaient disponibles [1]. La diversification se faisait à travers différents niveaux de difficulté et types de jeux.

En outre, la génération de parcours d'apprentissage individualisé est rendue possible afin d'éviter des obstacles tels que l'inadéquation de la zone proximale de développement, que ça soit l'absence de prérequis et le manque de défi. Cette tâche aujourd'hui laissée à l'enseignant-e est en cours d'automatisation via un système expert développé dans le cadre du projet COMPER [17]. La seconde ligne directrice — la diversification — existe sur GamesHUB via (i) une variété de niveaux taxonomiques possibles (explorer, entraîner, évaluer, créer), via (ii) deux expériences de jeux possibles (autodirigée ou parcours imposé), ainsi que via (iii) une multiplication de chaque jeu en niveaux avec des narrations thématiques.



Figure 1: Interface GamesHUB, lors de l'hypercentration sur les variables didactiques

L'interface a été testée en 2022 et 2023, avec notamment le *flow* [9] comme variable documentée, montrant des résultats positifs à court terme [2] mais une baisse d'engagement des élèves à moyen et long termes [14]. Des améliorations étaient nécessaires pour rendre l'interface plus engageante sans compromettre les aspects pédagogiques.

## 2.2 GamesHUB, après les contributions du *game design*

Sachant que l'interaction élève-interface vidéoludique comprend les étapes de prise en main de l'outil, l'expérience dite de première heure, l'évolution des compétences et la maîtrise des mécaniques de jeu [5], il fallait interroger ces éléments pour GamesHUB. En effet, l'intention est de diriger l'élève vers les activités que le *game design* conceptualise, sans qu'il ne s'en rende compte [19]. De plus, sachant que les objectifs d'apprentissage visent prioritairement les compétences de lecture-compréhension donnant la part belle aux textes, les éléments textuels doivent être justifiés et contenir des éléments essentiels à la poursuite du jeu. Finalement, l'interface élève-machine doit être simple, cohérente et hiérarchisée [13,15] et les leviers utilisés peuvent notamment être la forme, la couleur, la grandeur et la position de tous les éléments.

Ainsi, les choix opérés sont donc (a) l'ajout d'un contexte narratif, (b) l'ajout d'une ligne esthétique, (c) l'ajout des personnages, (d) l'ajout d'un système de mission avec catalogue des réalisations et (e) l'ajout d'un système de progression global. Concernant le contexte narratif, il s'agit de projeter l'apprenant-e dans un univers fantastique permettant à priori de s'engager cognitivement plus intensément dans les activités d'apprentissage [15]. Le choix des mages et de la sorcellerie a été privilégié pour donner une place large au texte dans les discours des sages et dans les recettes de potions. Pour la ligne esthétique, elle découle de la narration et vise son incarnation pour donner le goût de l'exploration. Les personnages ajoutés servent à générer de l'empathie, tout en ajoutant le fait que l'élève lui-même peut faire évoluer son avatar à force de réalisation, comme facteur de motivation. Finalement, le catalogue de missions participe à documenter les réalisations dans le but de valoriser les apprentissages effectués, mais aussi de marquer les prochaines compétences ou connaissances à développer. Il s'agit de placer des mécanismes de défis-récompenses [22], à travers le gain de ressources pour que son avatar puisse accomplir des missions. Il semble alors que des cohérences peuvent être tentées (a) entre le contexte narratif et le projet d'apprentissage, (b) entre la ligne esthétique et l'ambiance de classe, (c) entre

l'empathie pour les personnages et la relation pédagogique, (d) entre les missions de l'avatar et les objectifs spécifiques d'apprentissage de l'élève, et (e) entre le système de progression et la valorisation des compétences acquises, à la lumière des portfolios d'apprentissage [21].

### 3 DEUX APPROCHES DE LA CONCEPTION AJOUTANT LE GAME DESIGN

Deux approches de *game design* « du haut vers le bas » et « du bas vers le haut » [24] ont été expérimentées pour des jeux de GamesHUB, car il s'agit de deux visions différentes de conception de jeu vidéo amenant des intérêts diversifiés. Chaque approche influence les processus et les éléments du jeu, des plus détaillés à la perspective globale.

#### 3.1 Quand les variables didactiques précèdent la conception du jeu

L'approche « du bas vers le haut » est utilisée lorsque les mécaniques de jeux doivent correspondre au plus près des objectifs pédagogiques et des variables didactiques. Dans le cadre du jeu « Pas de problème », sont proposés aux élèves trois types de transformation mathématique fondée sur des concepts didactiques bien définis [10]. À la suite de la lecture et de la compréhension d'un énoncé de mathématiques, l'apprenant-e doit sélectionner le bon type de problème, le bon sous-type, puis résoudre le problème à l'aide de calculs simples. À cela, il s'agissait donc d'ajouter une dimension ludique qui maintiendrait l'engagement et ne détournerait pas l'élève de l'apprentissage mathématique visé.

Pour cette activité, il est essentiel que la mise en forme des jeux soit soigneusement alignée avec les objectifs éducatifs. C'est pourquoi les éléments de remplissage sont utilisés et les boucles de jeu éprouvées avant d'ajouter une surcouche d'interaction et d'habillage. Les éléments esthétiques et narratifs sont réfléchis pour convenir au plus proche à l'intention des mécaniques de jeu, car la justesse de la représentation des types d'opération prime sur la liberté artistique. Le jeu s'ancre ainsi dans un contexte d'échanges de ressources dans une boutique d'ingrédients. Plusieurs postes de travail sont mis à disposition avec des outils que l'apprenant-e peut manipuler, représentant les types et sous-types de problèmes. Factuellement, l'élève réalise la même tâche, mais expérimente une narration originale.



Figure 2: Interface du jeu « Pas de Problèmes », des variables didactiques à l'habillage vidéoludique

### 3.2 Quand l'expérience de jeu précède les variables didactiques

Pour GamesHUB, la méthode «du haut vers le bas» démarre par la mise en place de l'expérience de jeu, avant de procéder à l'analyse des variables didactiques. Si l'objectif d'apprentissage est défini en début de processus, les éléments plus petits, comme les éléments visuels et les mécaniques de jeu viennent décomposer la vision globale.

Le jeu «Devinette Trésor» représente un outil d'apprentissage qui met à l'épreuve la capacité des élèves à faire des inférences lors de la lecture. En simulant le rôle d'un-e enquêteur-riche chargé-e de découvrir la cachette d'un trésor, le jeu a été conçu pour fournir une diversité d'inférences textuelles. Présenté sous la forme d'une carte bidimensionnelle vue de dessus, le jeu propose neuf emplacements potentiels où le trésor pourrait être dissimulé. Chaque lieu offre des informations sur les personnages non jouable qui l'occupent, ainsi que sur les décors et les bâtiments environnants. Des textes descriptifs relatant les faits historiques des localisations sont également disponibles pour l'élève. Les vêtements des personnages non jouable renseignent sur leurs métiers, tandis que les illustrations des lieux fournissent des indications sur leur contexte social. Ces éléments servent de fondement au processus de déduction nécessaire pour trouver la bonne localisation du trésor. Le *game design* appuie donc les variables didactiques souhaitées.

La mécanique principale du jeu repose sur la progression graduelle des indices. Au début de la partie, l'élève dispose d'un seul indice textuel qui offre des informations partielles sur la localisation du trésor. L'apprenant-e peut alors choisir de valider un emplacement comme étant celui du trésor, ou demander un indice supplémentaire, jusqu'à un maximum de cinq indices. Cependant, une demande d'indices accrue se traduit par une diminution du score. Étant donné que le jeu vise à développer la capacité à faire des inférences, le système récompense les élèves capables de tirer le maximum d'informations à partir d'un nombre limité d'indices.

Actuellement, le défi est didactique, car il s'agit de définir les manières d'attribuer les scores de réussite et de donner du feedback sur la capacité à opérer des inférences, dans cette expérience ludique de jeu. De plus, pour dépasser l'exercice et l'évaluation, le jeu «Devinette Trésor» doit aussi proposer des médiations pour apprendre les inférences, leur détection et la compréhension adéquate du sens des mots et des non-dits. Ce processus est en cours, il requiert d'interminables échanges entre *game designers* et didacticien-ne-s.



Figure 3: Interface du jeu « Devinette trésor », de l'objectif d'apprentissage à l'habillage vidéoludique aux variables didactiques

#### 4 VERS DES LIGNES DIRECTRICES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'INTERACTION ÉLÈVE-INTERFACE VIDÉOLUDIQUE D'APPRENTISSAGE

L'interaction élève-machine dans le cadre d'un jeu sérieux représente un défi pour la *game design* sur plusieurs aspects: lorsque l'apprenant-e se retrouve en face d'une expérience ludique, il déploie des compétences cognitives inhérentes aux jeux comme la modélisation, l'attention et l'empathie.

Les sujets didactiques peuvent être complexes et l'apprenant-e déploie des modèles pour les simplifier. Le défi est de présenter à l'apprenant-e un contexte qui utilise un système complexe et de donner des outils pour qu'il le comprenne. Cela est réalisé par l'ancrage du sujet d'enseignement dans un environnement compréhensible où les motivations de l'avatar sont simplifiées. Par exemple, le jeu « Pas de problème » met au défi l'apprenant-e dans la gestion de l'inventaire des ressources du jeu et les types de problèmes sont modélisés avec des « machines » distinctes qui peuvent être utilisées mentalement au-delà du jeu.

La perte d'attention ou d'engagement est déclenchée par la frustration ou l'ennui [20]. Le premier cas est causé par une difficulté trop importante ou la nébulosité de la présentation des activités et des objectifs. Le second est causé par une difficulté trop basse ou le manque d'intérêt des enjeux des activités. Pour des élèves en apprentissage du langage, l'équilibre est obtenu avec une graduation de la difficulté ou le fait de permettre à l'élève de choisir son propre niveau, comme dans le cas de « Devinette Trésor » où il peut décider de valider une réponse sans avoir lu tous les indices. Une notion de risque-récompense vient compléter le système de jeu.

Enfin, l'empathie d'un-e joueur-se peut être mise à contribution pour augmenter sa rétention en proposant un contexte dans lequel il peut se projeter dans les activités de son avatar. Ce personnage que les joueur-se-e incarnent évolue dans un monde crédible, cohérent et est mis en confrontation avec des choix et des épreuves qui résonnent avec l'apprenant-e.



La collaboration entre des membres initialement centrés sur des variables didactiques et d'autres spécialités en IT, *game design* et interaction homme-machine peut s'avérer complexe. Par exemple, l'intégration réussie du *game design* doit répondre aux exigences pédagogiques et il faut une connaissance approfondie des deux domaines et un effort de synthèse de toutes les parties. Les échanges vont jusqu'à clarifier les concepts et le vocabulaire utilisés, parfois implicites dans une discipline. C'est pour ces raisons que le projet repose sur la mise en place d'un processus et des collaborations transversales. La première étape consiste en la définition claire des objectifs pédagogiques ciblés par un jeu, mettant en lumière les exigences d'apprentissage de l'élève.

Lorsque la compétence enseignée (a) a besoin d'une focalisation sur le détail, (b) a des intitulés et objectifs difficiles à modéliser, (c) ou est composée de systèmes individuels difficiles à joindre, nous privilégions l'approche « du bas vers le haut » qui permet de mettre rapidement les idées à l'épreuve. Dans cette approche, il est impératif de tester précocement au fur et à mesure de la création des mécaniques de base, afin d'ajuster les idées de manière flexible à l'aide d'éléments graphiques fictifs. La rapidité de mise en œuvre est essentielle pour tester les dynamiques et la justesse des éléments d'interface et des énoncés. Une fois que le système a été éprouvé et accepté, les éléments visuels esthétiques peuvent être conceptualisés en respectant des règles mises en place. Le principe d'affordance est alors un concept clé [11]. En effet, les règles de jeu ne sont pas altérées et les exigences de base qui ont été approuvées ne sont pas faussées. La narration dans l'approche « du bas vers le haut » revêt d'une importance mineure et sert essentiellement à insérer le jeu dans le contexte empathique.

Certaines compétences ne relèvent pas d'une exigence méthodique stricte pour leur apprentissage, comme le fait de comprendre les inférences. Une approche « du haut vers le bas » permet de prioriser l'expérience de jeu dès le départ et établir la vision globale avec les objectifs, le contexte narratif et visuel, et les mécaniques. Comme l'aspect ludique et engageant est pris en considération dès le début, les risques de baisse d'attention de l'élève sont moins élevés. Il est toujours nécessaire de tester de manière précoce pour éviter de s'éloigner des objectifs pédagogiques.

## REMERCIEMENTS

Grant sponsor: (i) Swiss National Science Foundation, 100019\_215373 & (ii) Movetia, 2023-1-CH01-IP-0051.

## REFERENCES

- [1] Lionel Alvarez. 2019. Vers un déploiement critique du numérique à l'école en pensant la tension neuro-socio-technologique. *Revue Suisse de Pédagogie Spécialisée*, 9, 4 (2019), 7–13. <https://ojs.szh.ch/revue/article/view/98>
- [2] Lionel Alvarez, Aous Karoui, Quentin Brumeaud, and Thierry Geoffre. 2022. Flow in a Game-Based Learning Platform Design for K-12. In *Games and Learning Alliance*, Kristian Kiili, Koskinen Antti, Francesca de Rosa, Muhterem Dindar, Michael Kickmeier-Rust and Francesco Bellotti (eds.). Springer International Publishing, Cham, 291–297. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-22124-8\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-031-22124-8_28)
- [3] Lionel Alvarez, Aous Karoui, Thierry Geoffre, Mireille Rodi, and Nathalie Dherbey-Chapuis. 2022. Promoting Universal Design for Learning Through Digital Assistive Tools in GamesHUB. In *Educating for a New Future: Making Sense of Technology-Enhanced Learning Adoption*, Isabel Hilliger, Pedro J. Muñoz-Merino, Tinne De Laet, Alejandro Ortega-Arranz and Tracie Farrell (eds.). Springer International Publishing, Cham, 421–426. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_31)
- [4] Lionel Alvarez, Aous Karoui, and Mario Ramalho. 2023. GamesHUB. Retrieved from <https://hep3.emf-infopro.ch/>
- [5] Erik Andersen, Eleanor O'Rourke, Yun-En Liu, Rich Snider, Jeff Lowdermilk, David Truong, Seth Cooper, and Zoran Popovic. 2012. The impact of tutorials on games of varying complexity. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, May 05, 2012, Austin, Texas, USA. ACM, Austin Texas USA, 59–68. <https://doi.org/10.1145/2207676.2207687>
- [6] Abdennour Bidar and Philippe Meirieu. 2022. *Grandir en Humanité. Livres propos sur l'école et l'éducation*. autrement.
- [7] CAST. 2023. Universal Design for Learning Guidelines. *About Universal Design for Learning* Retrieved January 7, 2022 from <https://www.cast.org/impact/universal-design-for-learning-udl>



- [8] CIIP. 2010. Plan d'Etudes Romand. Retrieved January 7, 2022 from <https://plandetudes.ch/>
- [9] M. Csikszentmihalyi and I. S. Csikszentmihalyi. 1988. *Optimal experience. Psychological studies of flow in consciousness*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [10] K. Gueguen. 2019. *Résolution de problèmes en mathématiques*. Retz.
- [11] Stephen A Harwood and Najmeh Hafezieh. 2017. 'Affordance' - what does this mean? In *Ubiquitous Information Systems: Surviving & Thriving in a Connected Society*, April 2017, Oxford. Oxford. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/323773021\\_'Affordance'\\_-\\_what\\_does\\_this\\_mean](https://www.researchgate.net/publication/323773021_'Affordance'_-_what_does_this_mean)
- [12] Marta Jarnac De Freitas and Miguel Mira Da Silva. 2023. Systematic literature review about gamification in MOOCs. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning* 38, 1 (January 2023), 73–95. <https://doi.org/10.1080/02680513.2020.1798221>
- [13] Jeff Johnson. 2014. *Designing with the Mind in Mind* (2nd Ed.). Morgan Kaufmann.
- [14] Aous Karoui, Lionel Alvarez, Thierry Geoffre, and Quentin Brumeaud. 2023. Mesurer le «flow» lors de l'utilisation d'une plateforme de jeux pédagogiques par des élèves du primaire. In *Adaptation pédagogique et technologique dans le domaine des EIAH: conception, mise en œuvre et usages*, juin 2023, Brest. Retrieved from [https://eiah2023.sciencesconf.org/data/pages/1000\\_EIAH\\_2023\\_paper\\_214.pdf](https://eiah2023.sciencesconf.org/data/pages/1000_EIAH_2023_paper_214.pdf)
- [15] Emily Naul and Min Liu. 2020. Why Story Matters: A Review of Narrative in Serious Games. *Journal of Educational Computing Research* 58, 3 (June 2020), 687–707. <https://doi.org/10.1177/0735633119859904>
- [16] Wilk Oliveira, Juho Hamari, Lei Shi, Armando M. Toda, Luiz Rodrigues, Paula T. Palomino, and Seiji Isotani. 2023. Tailored gamification in education: A literature review and future agenda. *Educ Inf Technol* 28, 1 (January 2023), 373–406. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11122-4>
- [17] Laëtitia Pierrot, Christine Michel, Julien Broisin, Nathalie Guin, Marie Lefevre, and Rémi Venant. 2021. Promoting Self-Regulated Learning Strategies for First-Year Students Through the Comper Service. In *18th International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age 2021*, 2021. IADIS Press. [https://doi.org/10.33965/celda2021\\_202108L021](https://doi.org/10.33965/celda2021_202108L021)
- [18] Awaz Naaman Saleem, Narmin Mohammed Noori, and Fezile Ozdamli. 2022. Gamification Applications in E-learning: A Literature Review. *Technology, Knowledge and Learning* (2022). <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09487-x>
- [19] Katie Salen Tekinbas and Eric Zimmerman. 2005. *The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*. MIT Press.
- [20] D. Sharek and E. Wiebe. 2011. Using Flow Theory to Design Video Games as Experimental Stimuli. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 55, 1 (September 2011), 1520–1524. <https://doi.org/10.1177/1071181311551316>
- [21] Virva Törmälä. 2021. ePortfolios in craft education at the primary level: *Design and Technology Education: An International Journal* 26, 2 (2021), 28–45.
- [22] Paul Williams, Keith V Nesbitt, Ami Eidels, and David Elliott. 2011. Balancing Risk and Reward to Develop an Optimal Hot-Hand Game. *Game Studies*, 11, 1 (2011).
- [23] Nilüfer Zeybek and Elif Saygı. 2023. Gamification in Education: Why, Where, When, and How?—A Systematic Review. *Games and Culture* (March 2023), 155541202311586. <https://doi.org/10.1177/15554120231158625>
- [24] Robert Zubek. 2020. *Elements of Game Design*. The MIT Press.