



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

**FACULTÉ DE PSYCHOLOGIE
ET DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION**

Section de psychologie

Sous la direction de Professeur Mireille Bétrancourt

Learning complex information and 3D objects with animations: Effect of learners' visuo-spatial abilities and design factors

THESE

Présentée à la
Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation
de l'Université de Genève
pour obtenir le grade de Docteur en psychologie

par

Sandra BERNEY

Thèse No 560

GENEVE
Février 2014

Membres du jury:

Paolo Ghisletta, Université de Genève, Suisse

Jean-Michel Boucheix, LEAD, Pôle AAFE, Université de Bourgogne, France

Nady Hoyek CRIS, P3M, Université Claude Bernard, Lyon 1, France

Summary

Over the last decades, references to multimedia have become ubiquitous and present it as a tremendous technology. Today, when reflecting upon computer-based learning material, animation is definitively an educational resource that should be considered. This thesis addresses two issues: the effectiveness of multimedia animations towards comprehension in comparison to static graphics and how animations could support learning three-dimensional information. Additionally, the present work examines the intricate interplay between animation, learners' individual spatial abilities, and instructional design factors in the context of learning anatomy. A meta-analysis and two experimental studies have been set up to meet these challenges. The meta-analysis summarizes quantitatively the results of 55 experiments in order to assess whether animated displays are more conducive to learning compared to static graphics, and to which learning goals they would apply. The global results revealed a small but beneficial effect of animations as compared to static graphics for learning dynamic systems. Most of the experiments included in the meta-analysis dealt with conceptual knowledge. In many instructional domains, including mechanics and biology, animation is often used to learn three-dimensional information. However this function of the animation is rarely considered in the field of multimedia learning. Thus, two experimental studies were conducted and investigated the impact of animated visualization on learning 3D objects in the field of anatomy. The first experimental study investigated the animation effectiveness in learning functional anatomy with 3D rotating models of the structure and its movement by comparing animated versus static displays. The second experimental study investigated whether providing different types of orientation references, either internal embedded axes or an external avatar, could support the building of mental representations of 3D structures and improve subsequent judgment performance. Altogether, the meta-analysis and the two experimental studies conducted in this thesis provided new insights into the benefits of using animations in instructional materials. This work contributed to the understanding of how animation may support learning anatomy and the building of mental representations of 3D objects.

RESUME

Ces dernières années, les références au multimédia ont été omniprésentes, et présentent le multimédia comme un progrès technologique. Aujourd'hui, lorsque l'on envisage le matériel d'apprentissage assisté par ordinateur, l'animation est certainement une ressource éducative qui doit être retenue. Cette thèse aborde deux problématiques: l'efficacité des animations multimédias comparée à des graphiques statiques pour "comprendre" et le possible soutien des animations pour l'apprentissage d'information en trois dimensions. Par ailleurs, ce travail examine la délicate interaction entre l'animation, les habiletés spatiales de l'apprenant et les facteurs de la conception pédagogique dans un contexte d'apprentissage de l'anatomie. Une méta-analyse et deux études expérimentales ont été conçues pour répondre à ces défis. La méta-analyse condense de manière quantitative les résultats de 55 études pour évaluer si les animations étaient plus favorables à l'apprentissage que des graphiques statiques, et le cas échéant pour quels objectifs d'apprentissage. Les résultats globaux ont révélé un petit effet bénéfique des animations en comparaison des graphiques statiques pour l'apprentissage de systèmes dynamiques. La plupart des études incluses dans la méta-analyse ont traité des connaissances conceptuelles. Dans de nombreux domaines, comme la mécanique ou la biologie, l'animation est souvent utilisée pour l'apprentissage d'informations en trois dimensions. Cependant, cette fonction de l'animation est rarement étudiée dans le domaine de l'apprentissage multimédia. De ce fait, deux études expérimentales ont été menées pour investiguer l'impact des animations dans l'apprentissage d'objets 3D dans le domaine de l'anatomie. La première étude expérimentale a exploré l'efficacité de l'animation pour l'apprentissage de l'anatomie fonctionnelle avec des modèles 3D rotatifs d'une structure et de son mouvement en comparant des visualisations animées et statiques. La deuxième étude expérimentale a cherché à savoir si le fait de fournir différents types de références d'orientation, que ce soit des axes internes intégrés ou un avatar externe, pouvait soutenir la construction des représentations mentales de structures 3D, et ainsi améliorer les performances des jugements subséquents. Dans l'ensemble, la méta-analyse et les deux études conduites dans cette thèse ont fourni un nouvel éclairage sur les avantages à utiliser les animations dans les matériels pédagogiques. Ce travail a ainsi contribué à mieux comprendre comment l'animation peut soutenir l'apprentissage de l'anatomie et la construction de représentations mentales d'objets 3D.