

# **Lernen von ökologisch nachhaltigem Verhalten mittels Virtueller Realität**



**Abschlussbericht des  
BeLEARN-Kooperationsprojekts**

## **Kurzbeschreibung**

Dieser Abschlussbericht enthält in kurzer Form die Resultate des BeLEARN-Kooperationsprojekts «Frühe Bildung in ökologisch nachhaltigem Verhalten mittels Virtueller Realität» des Schwerpunktprogramms «[Bildung & Digitale Technologien](#)» der PHBern und der Abteilung «[Kognitive Psychologie, Wahrnehmung und Methodenlehre](#)» der Universität Bern. Dieses Projekt wurde im Rahmen der BeLEARN-Projektförderung der PHBern finanziert.

## **Projektteam**

Projektleitung: Prof. Dr. Martin Dobricki

Kooperationspartner: Prof. Dr. Fred W. Mast

Wissenschaftliche Mitarbeiter: Dr. Michael Rihs, Dr. Sina Shahmoradi

Technischer Mitarbeiter: Jasin Sahraoui

Masterstudentin: Vera N. Lenggenhager

## **Internetauftritt**

<https://www.phbern.ch/belearn/aktivitaeten/projektfoerderung-belearn/lernen-von-oekologisch-nachhaltigem-verhalten-mittels-virtueller-realitaet>

## **Inhaltsverzeichnis**

- 1 Einleitung
- 2 Interviewstudie
- 3 Konzipierung und Entwicklung des digitalen Tools
- 4 Experimentelle Testung des digitalen Tools
- 5 Diskussion

## **1 Einleitung**

Menschen können zur Erhaltung der Gesundheit des Ökosystems beitragen, indem sie sich ökologisch nachhaltig verhalten [1]. Solches Verhalten erfordert relevante Informationen verarbeiten und strukturieren zu können [2]. Eine frühe und entsprechend vielversprechende Gelegenheit für die Vermittlung dieser transversalen [3] bzw. überfachlichen Kompetenz kann die Bildung für nachhaltige Entwicklung [4] in der Volksschule bieten. Hauptziel der Volksschule ist es, Schülerinnen und Schüler (SuS) für ihr Alltagsleben vorzubereiten. Didaktisch kann dies erreicht werden, indem Lehrinhalte durch Übungen vermittelt werden, die in alltäglichen Situationen verankert sind. Im Klassenzimmer kann diese situationsorientierte Didaktik [5, 6] durch die Simulation solcher Situationen in der virtuellen Realität (VR) besonders lebensnah umgesetzt werden [7, 8]. Die zentrale Komponente der VR ist eine lebensgrosse, dreidimensionale virtuelle Umgebung [9, 10]. Diese kann so programmiert werden, dass sie die Möglichkeit bietet umweltfreundliche Handlungen zu üben. In der VR kann also Wissen über ökologisch nachhaltiges Verhalten inmitten einer Alltagssituation vermittelt, sowie unmittelbar geübt werden [11]. Auf diese Weise könnte VR in der Volksschule für das Lernen ökologisch nachhaltigen Verhaltens dienen. In unserem Projekt haben wir deswegen Interviews mit hierfür relevanten Experten und Expertinnen sowie Lehrpersonen durchgeführt. Basierend auf diesen Interviews haben wir eine VR für das Lernen von ökologisch nachhaltigem Lebensmittelkonsum in der Volksschule konzipiert und als digitales Tool entwickelt. Im Rahmen von kontrollierten Experimenten haben wir schliesslich diese *ÖkoVR* durch in der Volksschule tätige Lehrpersonen testen und hinsichtlich ihres Nutzens für den Unterricht bewerten lassen. Im Folgenden berichten wir die Resultate dieser drei Projektphasen.

## **2 Interviewstudie**

Im Rahmen einer Vorstudie wurden insgesamt 12 Interviews in drei aufeinander aufbauenden Phasen durchgeführt. In der ersten Phase wurden Interviews mit vier Experten und Expertinnen für Nachhaltigkeit durchgeführt. In der darauffolgenden Phase wurden Interviews mit vier Experten und Expertinnen für Didaktik durchgeführt. In der dritten Phase wurden Interviews mit vier Lehrpersonen durchgeführt, die im zweiten Zyklus der Volksschule unterrichten. In den ersten zwei Phasen dauerten die Interviews 45 bis 60 Minuten. In der dritten Phase dauerten die Interviews 30 Minuten. Die Interviews der ersten Phase waren unstrukturiert, da sie rein explorativ waren. Die Interviews der zweiten und der dritten Phase waren semi-strukturiert und folgten einem Leitfaden. Dieser basierte auf den in der jeweils vorherigen Phase gewonnen Erkenntnissen und diente zur Validierung sowie Weiterentwicklung dieser Er-

kenntnisse. Die Synthese der Interviews der ersten Phase ergab folgende Resultate:

1. Der Konsum von umweltfreundlichen Lebensmitteln ist ein Thema, welches zwei für die Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Volksschule zentrale Kriterien erfüllt. Dieses Thema wird in der Gesellschaft als ein dringendes Problem wahrgenommen und es kann für den Unterricht in der Volksschule als geeignet eingestuft werden.
2. Der Nutzen einer VR für das Lernen von ökologisch nachhaltigem Lebensmittelkonsum in der Volksschule besteht in der Förderung des Umweltbewusstseins beim Konsum von Lebensmitteln im Alltag.
3. Ihrem Nutzen entsprechend sollte diese VR folgende Eigenschaften haben:
  - a. Mögliche Auswirkungen der Produktion von Lebensmitteln auf die Umwelt sollten sichtbar gemacht werden.
  - b. Die Beeinflussbarkeit solcher Umweltveränderungen durch das eigene Handeln sollte ermöglicht werden.
  - c. Diese innerhalb der VR ermöglichte Handlungskompetenz sollte für ein Lernen von umweltfreundlichen Handlungen dienen, welches lösungsorientiert ist.

Die qualitative Analyse der Interviews der zweiten Phase ergab folgende Resultate:

1. Die Übertragbarkeit in die Lebenswelt von SuS ist die zentrale Eigenschaft, über welche eine VR für das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum in der Volksschule verfügen sollte.
2. Diese Übertragbarkeit setzt die Einsicht von SuS voraus, dass ihr Konsum von Lebensmitteln und Auswirkungen der Produktion dieser Lebensmittel auf die Umwelt miteinander zusammenhängen.
3. Für diese Einsicht spielt die geographische Distanz solcher Umweltveränderungen keine Rolle. Entsprechend können in einer VR für das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum auch Umweltveränderungen simuliert werden, wie der Anstieg des Meeresspiegels.
4. Statt der geographischen Distanz ist es nämlich die psychologische Distanz solcher Umweltveränderungen zu sich selbst, welche massgebend ist für ein in die Lebenswelt übertragbares Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum.
5. Ermöglicht also eine VR, dass SuS darin üben können die psychologische Distanz zwischen sich selbst und simulierten Umweltauswirkungen der Lebensmittelproduktion zu reduzieren, sollte ihr Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum in dieser VR in ihre Lebenswelt übertragbar sein.
6. Um den eigentlichen Transfer des Lernens von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum mittels VR in die eigene Lebenswelt zu unterstützen,

ist eine Aufgabe ausserhalb der VR und innerhalb der Lebenswelt notwendig.

Die Synthese der Interviews der letzten Phase ergab, dass eine VR für das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum in der Volksschule folgendermassen konzipiert sein sollte:

1. Die Lebensmittelprodukte sollten möglichst einfach und mit möglichst wenigen Informationen gestaltet sein.
2. Die Aufgabe in der VR sollte möglichst einfach sein.
3. Man sollte sich zwischen möglichst wenigen Produkten entscheiden können.
4. Von einem Budget ist eher abzuraten, da das Einhalten dieses Budget die SuS unnötig überfordern könnte, wobei dies aber altersabhängig ist.
5. Ein Anstieg des Meeresspiegels ist SuS in der Volksschule als Szenario zumutbar. Die dabei unter Umständen auftretenden Emotionen sollten aber im Nachhinein thematisiert und besprochen werden.
6. Eine einfache Exploration der VR, ihrer Umgebung und ihrer technischen Bedienung vor dem Start einer Lernaktivität in dieser VR ist empfehlenswert.

### **3 Konzipierung und Entwicklung des digitalen Tools**

Das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum ist gemäss der ersten Phase unserer Vorstudie als Thema für den Unterricht in der Volksschule gut geeignet. Eine VR für diesen Zweck sollte sowohl die Wahrnehmung der Umweltauswirkungen der Lebensmittelproduktion als auch die Beeinflussung solcher Umweltveränderungen durch das eigene Handeln ermöglichen. Dies beiden Eigenschaften sind vorhanden, wenn die Umweltveränderungen in dieser VR als unmittelbare Konsequenzen der eigenen Wahl von Lebensmitteln auftreten oder verschwinden. Zudem assoziiert die in einer solchen VR handelnde Person automatisch ihre Handlungen mit den unmittelbar darauffolgenden Umweltveränderungen. Diese mentale Assoziation der eigenen Handlungen mit Umweltveränderungen entspricht einer Reduktion der psychologischen Distanz zwischen diesen Umweltveränderungen und der handelnden Person. Kann eine VR dies ermöglichen, sollte gemäss der zweiten Phase unserer Vorstudie das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum mittels dieser VR in die eigene Lebenswelt übertragbar sein. Wir haben deswegen eine VR konzipiert und als digitales Tool mittels der Software Unity entwickelt, in welcher Umweltveränderungen als unmittelbare Konsequenzen des eigenen Handelns auftreten. In dieser *ÖkoVR* sind klimatische Umweltveränderungen so programmiert, dass diese bei der Auswahl von Lebensmitteln in Abhängigkeit von ihrem CO<sub>2</sub>-Fussabdruck [12] unmittelbar einsetzen oder verschwinden. Im Folgenden wird dieses digitale Tool und das Konzept einer in dieser VR durchführbaren Lernaktivität beschrieben.

ÖkoVR besteht aus einer Insel mit einem Holzhaus sowie zwei weiteren Inseln auf einem See, auf welchen man via Controller mit einem Korb herumspazieren kann und an Marktständen umweltfreundliche (z.B. Apfel) oder umweltschädliche Nahrungsmittel (z.B. Käse) in diesen Korb legen kann. Hierbei ermöglicht ÖkoVR folgende zentrale Erfahrungen: Wenn man zum Beispiel Rindfleisch in den Korb legt wird automatisch der Himmel bewölkt, es beginnt stark zu regnen und der Spiegel des Sees steigt daraufhin an. Wenn man das Fleisch durch Kartoffeln ersetzt, werden diese klimatischen Umweltveränderungen unmittelbar rückgängig gemacht (siehe hier: [https://youtu.be/VSxV\\_5tWcEs](https://youtu.be/VSxV_5tWcEs)).

Eine mögliche Lernaktivität in ÖkoVR kann darin bestehen, dass man auf jeder Insel zuerst immer das umweltschädliche Nahrungsmittel in den Korb legen soll und so den Seespiegelanstieg auslöst, welcher verhindert, dass man auf die nächste Insel oder nach Hause zurückkommt. Um dieses Problem jeweils zu lösen, muss man das umweltschädliche durch das umweltfreundliche Lebensmittel ersetzen, was den Seespiegel wieder sinken lässt. Nach einer ersten Exploration der virtuellen Umgebung und ihrer Bedienung kann diese Aufgabe folgendermassen gestellt werden:

Bitte stell Dir vor, dass Deine Grosseltern in dem Holzhaus sind und dort kochen wollen. Sie wollen einen Eintopf kochen und ein Dessert vorbereiten. In dem Haus hat es aber nicht alles, was es dafür braucht. Deswegen schicken sie Dich los Folgende drei Produkte auf den Inseln vor dir zu holen: Rindshackfleisch und Käse für den Eintopf sowie Schokolade als Dessert. Bitte hole diese Produkte auf den kleinen Inseln vor dir und komm wieder hierher zurück. Bitte komm auf keinen Fall mit einem leeren Korb zurück. Die Aufgabe ist erst beendet, wenn du drei Lebensmittel auf dem Tisch vor dem Haus platziert hast.

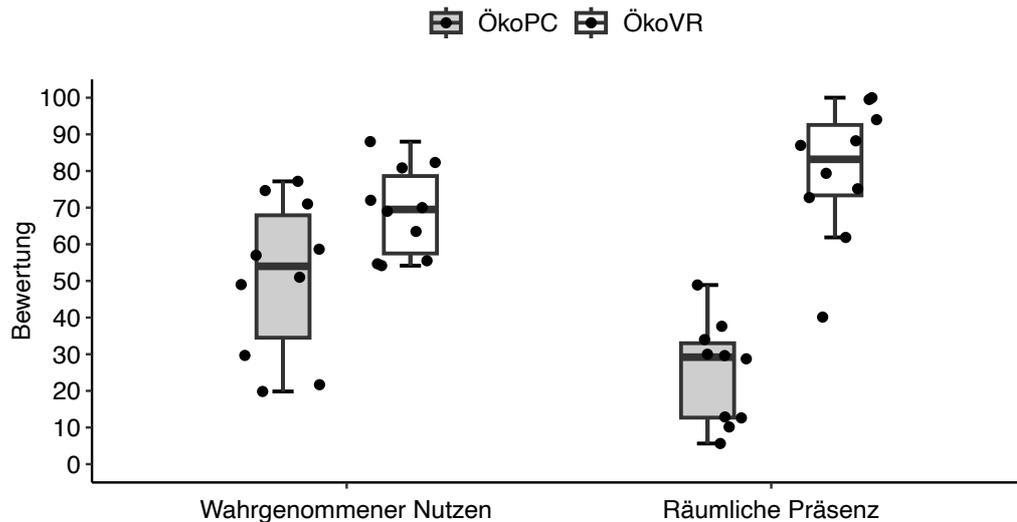
#### **4 Experimentelle Testung des digitalen Tools**

Im Rahmen von kontrollierten Experimenten wurden insgesamt zehn Lehrpersonen gebeten ÖkoVR und dessen PC-Version zu testen und hinsichtlich ihres Nutzens für den Unterricht einzuschätzen. Diese Stichprobengrösse war aufgrund einer a-priori Poweranalyse ( $f=0.3$ ,  $\alpha$ -error=0.05, power=0.8, corr.=0.8) indiziert. Alle Lehrpersonen waren seit mindestens 7 Jahren als solche im 3. Zyklus der Volksschule tätig.

Alle Lehrpersonen wurden einem Crossover-Design folgend zwei experimentellen Bedingungen ausgesetzt. In der einen Bedingung konnten sie ÖkoVR mit der VR-Brille Reverb G2 von Hewlett-Packard betrachten und mit den dazugehörigen Controllern benutzen. In der anderen Bedingung bzw. der Kontrollbedingung konnten sie die PC-Version der virtuellen Umgebung von

ÖkoVR, d.h. *ÖkoPC* auf dem Bildschirm eines Laptop-Computers betrachten und mit Joy-Con Controllern von Nintendo benutzen. Die virtuelle Umgebung war in beiden Bedingungen die gleiche und hatte die gleichen Funktionalitäten. Sie wurde den Lehrpersonen mittels der Software Unity und eines Laptop-Computers präsentiert. Der Versuchsablauf war in beiden experimentellen Bedingungen der gleiche: Zuerst wurde die Benutzung der virtuellen Umgebung erklärt und kurz geübt. Anschliessend wurde den Lehrpersonen die weiter oben beschriebene Aufgabe erklärt und sie wurden gebeten sich mittels der Controller zu verschiedenen Marktständen zu begeben. Bei den Marktständen wurden sie gebeten jeweils das umweltschädliche Lebensmittel in den Korb zu legen und die auf diese Weise ausgelösten Umweltveränderungen zu beobachten. Danach wurden sie gebeten das umweltschädliche durch das umweltfreundliche Lebensmittel zu ersetzen und das Verschwinden der Umweltveränderungen zu beobachten. Im Anschluss an diese Erfahrungsphase kam eine Bewertungsphase. In dieser Phase wurden die Lehrpersonen gebeten ÖkoVR bzw. *ÖkoPC* mittels drei psychometrischer Fragebogenskalen einzuschätzen (Antwortformat: 100 mm visuelle Analogskala, Minimum: gar nicht; Maximum: sehr). Die ersten beiden dieser Skalen entsprachen denen des Technologieakzeptanzmodells [13] und wurden jeweils mittels 6 Items eingeschätzt. Eine dieser beiden Skalen diente zur Bewertung des wahrgenommenen Nutzens von ÖkoVR bzw. von *ÖkoPC* für den Unterricht. Die andere Skala diente zur Bewertung der Benutzerfreundlichkeit. Die dritte Skala diente zur Bewertung der räumlichen Präsenz, d.i. das Gefühl in der virtuellen Umgebung selbst anwesend zu sein. Diese Skala wurde mittels 8 Items eingeschätzt, die aus dem MEC-Spatial-Presence Fragebogen [14] stammten.

Die statistische Auswertung der verschiedenen Bewertungen der Lehrpersonen in den zwei experimentellen Bedingungen ergab folgende Resultate: Wie auf der nächsten Seite in Abbildung 1 zu sehen ist, haben die Lehrpersonen den Nutzen für den Unterricht von ÖkoVR, *Median* = 69.5, IQR [55.3, 81.2], signifikant höher eingeschätzt als den Nutzen der PC-Version, *Median* = 54.0, IQR [27.6, 71.9]. Die Benutzerfreundlichkeit von ÖkoVR, *Median* = 73.5, IQR [61.3, 91.3], haben sie ebenfalls signifikant höher eingeschätzt als die Benutzerfreundlichkeit der PC-Version, *Median* = 47.3, IQR [17.8, 61.6]. Zudem war das Gefühl der Lehrpersonen in der virtuellen Umgebung selbst anwesend zu sein, d.h. ihr räumliches Präsenzepfinden (Abbildung 1) in ÖkoVR, *Median* = 83.1, IQR [70.0, 95.3], signifikant stärker als in der PC-Version, *Median* = 29.1, IQR [12.0, 34.9].



**Abbildung 1. Vergleich von ÖkoVR und ÖkoPC.** Box-Whisker-Plots der Bewertungen von ÖkoVR und der PC-Version hinsichtlich ihres wahrgenommenen Nutzens für den Unterricht und hinsichtlich der empfundenen räumlichen Präsenz. Fette horizontale Linien zeigen den Median der Bewertungen; Kästchen zeigen das untere und das obere Quartil; Whiskers zeigen die am weitesten entfernten Datenpunkte innerhalb des 1,5-fachen Abstands zum unteren und oberen Quartil. Punkte zeigen die individuellen Bewertungen der 10 Lehrpersonen.

## 5 Diskussion

Basierend auf Interviews mit Expertinnen und Experten für Nachhaltigkeit und Didaktik sowie mit Lehrpersonen wurde eine VR für das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum konzipiert und als digitales Tool entwickelt. Diese *ÖkoVR* ist im Kern so programmiert, dass klimatische Umweltveränderungen wie starker Regen bei der Auswahl von Lebensmitteln in Abhängigkeit von ihrem CO<sub>2</sub>-Fussabdruck [12] unmittelbar einsetzen oder verschwinden. Die zentrale Eigenschaft von *ÖkoVR* besteht also darin zu ermöglichen, dass man klimatische Umweltveränderungen als die Konsequenz der eigenen Wahl von Lebensmitteln erlebt und so mit diesem Konsumverhalten seiner selbst assoziiert. Diese Assoziation der eigenen Handlung eines Menschen mit klimatischen Veränderungen der Umwelt könnte für das Lernen der transversalen Kompetenz dienen aus Informationen, die für umweltfreundlichen Lebensmittelkonsum relevant sind, Mensch-Umwelt-Wissensstrukturen bilden zu können [15, 16].

Die statistischen Analysen der Bewertungen von *ÖkoVR* durch erfahrene in der Volksschule tätige Lehrpersonen im Rahmen von kontrollierten Experimenten legen nahe, dass der Nutzen von *ÖkoVR* in der Bildungspraxis gegeben sein sollte. Die Bewertungen deuten ausserdem daraufhin, dass der

Nutzen von ÖkoVR für den Unterricht höher sein könnte als der Nutzen der PC-Version.

Die mentale Assoziation von eigenem Konsumverhalten und klimatischen Umweltveränderungen in ÖkoVR entspricht einer Reduktion der psychologischen Distanz dieser Umweltveränderungen zu sich selbst als handelnder Person. Dies zu ermöglichen ist gemäss den interviewten Expertinnen und Experten für Didaktik die zentrale Eigenschaft, welche eine VR für das Lernen von umweltfreundlichem Lebensmittelkonsum aufweisen muss, damit dieses Lernen in die Lebenswelt übertragbar ist. Das Lernen mittels ÖkoVR sollte so gesehen in die Lebenswelt übertragbar sein. Wobei für den eigentlichen Transfer in die Lebenswelt gemäss den interviewten Expertinnen und Experten eine Hausaufgabe innerhalb der Lebenswelt notwendig ist. Diese könnte zum Beispiel darin bestehen umweltschädliche und umweltfreundliche Lebensmittel zu Hause im Café Complet zu identifizieren, um diese zurück im WAH-Unterricht gemeinsam zu besprechen. Soll also das Lernen in ÖkoVR für die Zielerreichung der Volksschule dienen und SuS auf ihre Lebenswelt vorbereiten, sollte dieses Lernen als Teil eines Prozesses verstanden werden, der SuS vom Klassenzimmer nach Hause und wieder zurück ins Klassenzimmer führt. In einem solchen Schule-Welt-Zyklus könnte ÖkoVR als digitale Brücke [2, 17] zwischen der Vermittlung relevanter Kompetenzen in der Schule und der Anwendung dieser Kompetenzen in der Lebenswelt dienen.

## Literatur

1. Millennium-Ecosystem-Assessment, *Ecosystems and human well-being: synthesis*. 2005, Washington, DC: Island Press.
2. Schwendimann, B.A., et al., *The 'Erfahrungsraum': a pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems*. Journal of Vocational Education & Training, 2015. **67**: p. 367-396.
3. SBFI, *Herausforderungen der Digitalisierung für Bildung und Forschung in der Schweiz*. 2017, Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation: Bern.
4. D-EDK, *Lehrplan 21: Grundlagen*. 2016, Luzern: Deutschschweizer Erziehungsdirektoren Konferenz.
5. Dobricki, M., A. Evi-Colombo, and A. Cattaneo, *Situating vocational learning and teaching using digital technologies - a mapping review of current research literature*. International Journal for Research in Vocational Education and Training, 2020. **7**(3): p. 344-360.
6. Anderson, J.R., L.M. Reder, and H.A. Simon, *Situated learning and education*. Educational Researcher, 1996. **25**(4): p. 5-11.
7. Dede, C., *Immersive interfaces for engagement and learning*. Science, 2009. **323**: p. 66-69.

8. Schott, C. and S. Marshall, *Virtual reality and situated experiential education: A conceptualization and exploratory trial*. Journal of Computer Assisted Learning, 2018. **34**: p. 843-852.
9. Kim, K.G., et al., *Using immersive virtual reality to support designing skills in vocational education*. British Journal of Educational Technology, 2020. **51**(6): p. 2199-2213.
10. Dobricki, M., et al., *Perceived educational usefulness of a virtual-reality work situation depends on the spatial human-environment relation*. Research in Learning Technology, 2021. **29**: p. 2453.
11. Scurati, G.W., et al., *Exploring the use of virtual reality to support environmentally sustainable behavior: a framework to design experiences*. Sustainability, 2021. **13**: p. 943.
12. Poore, J. and T. Nemecek, *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. Science, 2018. **360**: p. 987-992.
13. Davis, F.D., *Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology*. MIS Quarterly, 1989. **13**(3): p. 319-340.
14. Rössler, P., *Skalenhandbuch Kommunikationswissenschaft*. 2011, Wiesbaden: Springer VS.
15. Kaufmann-Hayoz, R., *Human action in context: A model framework for interdisciplinary studies in view of sustainable development*. Umweltpsychologie, 2006. **10**(1): p. 154-177.
16. Davis, J.L., J.D. Green, and A. Reed, *Interdependence with the environment: Commitment, interconnectedness, and environmental behavior*. Journal of Environmental Psychology, 2009. **29**: p. 173-180.
17. Perkins, D.N. and G. Salomon, *Teaching for transfer*. Educational Leadership, 1988. **46**(1): p. 22-32.