

智慧学习环境下学生科学探究心智技能的培养

谢幼如¹ 刘嘉欣¹ 孙宁蔚¹ 袁君² 盛创新¹

(1. 华南师范大学教育信息技术学院, 广东广州 510631; 2. 深圳市南山区第二外国语学校, 广东深圳 518054)

[摘要] 进入“互联网+”时代,教育信息化迈入了智慧化教育的新阶段。随着智慧教育理念的发展与人才培养模式的创新,在智慧学习环境中培养学生思维能力与创新能力已成为时代的新诉求。其中,科学探究能力越来越受到人们的关注和重视。科学探究心智技能对人们在科学探究活动中认识客观事物、解决问题以及科学思维能力的发展有重要意义。小学中高年级是心智技能发展的最佳时期,为了在这一关键时期更好地培养小学生的科学探究心智技能,本研究通过文献研究,以心理学、教育学相关理论为指导,对小学生科学探究心智技能的形成阶段、电子书包的支持作用以及心智技能的测量评价进行深入研究,设计了小学生科学探究心智技能的构成指标与相关评价量表,提出了小学生科学探究心智技能形成的“原型判断—原型定向—原型操作—原型内化—原型评价”五段论,构建了智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式。在此基础上,本研究进行单组前后测时间序列准实验研究,并在三次实验后对被试进行访谈。实验的前后测数据和访谈结果表明,该模式在提升科学探究元认知技能、发展学生科学探究思维、强化科学探究活动知识等方面效果显著。

[关键词] 科学探究心智技能;电子书包;训练模式;小学科学

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1007-2179(2016)02-0104-09

一、问题提出

“互联网+”时代,教育信息化正迈入智慧教育的新阶段,学习环境与学习方式发生了巨大变化。科学探究能力越来越受到人们的重视。科学探究心智技能对人们在科学探究活动中认识客观事物、解决问题以及科学思维能力的发展有重要意义。小学生科学探究心智技能是指在科学探究中主动调节和控制心智活动的经验,是通过学习而形成的合乎法则的心智活动方式。儿童发展心理学相关理论认为,小学高年级学生正处于心智技能的最佳发展期。如果教师对其进行有意识的培养和训练,学生心智技能的发展将会更快。基于电子书包的智慧学习环境具有学情诊断、情景感知、智能推送、学习分析、智

慧评价等功能,可为小学生科学探究心智技能的培养提供广阔的平台。

鉴于此,本研究立足于小学课堂教学,在基于电子书包的智慧学习环境下探索小学生科学探究心智技能的训练模式,对提升学生的综合素质,实现创新人才培养目标,革新人才培养的理念,推动教育信息化的发展,具有重要的理论意义与实践价值。

二、相关研究述评

(一)科学探究心智技能及其培养研究

心智技能(intellectual skill)研究的代表人物加涅(Gagne, R. M.)提出了学习层级的思想,他认为心智技能是使个体通过符号或观念的应用与自身的环境发生相互作用(加涅,1970)。前苏联心理学家

[收稿日期] 2015-12-31

[修回日期] 2016-02-21

[DOI编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2016.02.013

[基金项目] 中央电化教育馆全国教育信息技术研究“十二五”规划重点课题“电子书包教学应用创新模式的研究与实践”(116220110)。

[作者简介] 谢幼如,博士生导师,教授,华南师范大学教育信息技术学院,研究方向:课程设计、教学系统设计、教育技术研究方法、网络教学资源开发与应用研究(xieyou@aliyun.com);刘嘉欣,硕士研究生,华南师范大学教育信息技术学院,研究方向:教学设计理论与应用;孙宁蔚,硕士研究生,深圳市南山区第二外国语学校,研究方向:教学设计理论与应用;袁君,硕士,研究方向:教学设计理论与应用;盛创新,硕士研究生,华南师范大学教育信息技术学院,研究方向:教学设计理论与应用。

加里培林(Gal'perin, 1989)提出心智技能形成的五阶段理论:活动的定向阶段——物质活动或物质化活动阶段——有声言语阶段——无声的外部言语阶段——内部言语阶段。我国教育心理学家冯忠良认为心智技能是一种调节和控制心智活动的经验,是通过学习而形成的合乎法则的心智活动方式,并在加里培林理论的基础上提出了心智技能形成的三阶段理论:原型定向——原型操作——原型内化阶段(冯忠良,1992)。这也是目前学界比较认可的一种划分方式。沃斯(Voss, J. F.)等人对1988年至1993年间有关心智技能的文献进行了研究,发现心智技能主要在数学、物理和历史三大学科领域中获得,从而提出一般的心智技能包括言语心智技能、科学探究心智技能和非正式推理心智技能(Voss et al., 1995)。基于上述分析,本研究认为小学生科学探究心智技能是指在科学探究中,小学生能够主动调节和控制心智活动的经验,这种经验是通过学习而形成的合乎法则的心智活动方式。

科学探究心智技能培养的相关研究表明,在科学探究活动中,要发展学生的科学探究能力不仅要培养他们的操作技能,还要培养他们的心智技能(曲新华,2009)。其中,科学实验探究是培养科学探究能力的重要方法和途径(文庆城,2003;曾兵芳,2011)。另外,信息技术可有效支持科学探究心智技能的培养。例如,数字化的科学探究过程有助于激发学生的科学探究兴趣、发展科学思维(朱广艳,2008)。拥有认知工具的探究学习平台在培养学生养成良好的科学思维习惯、提升学生的科学探究能力以及增强学生的科学素养方面有一定的效果(万菲,2010)。

可见,心智技能的内涵和分类方面已有诸多研究,也有科学探究心智技能的重要性和培养的相关论述。但科学探究心智技能的培养方法比较单一,特别是针对小学生科学探究心智技能的培养研究尤其缺乏。

(二)智慧学习环境及其教学应用研究

智慧学习环境是一种能感知学习情景、识别学习者特征、提供合适的学习资源与便利的互动工具、自动记录学习过程和评测学习成果,以促进学习者有效学习的学习场所或活动空间(黄荣怀等,2012)。目前,智慧学习环境研究主要涉及两方面:

一是智慧学习环境的理论研究,认为智慧学习环境应该始终以学习者为中心,体现其独立性、便利性、可沟通性、适应性、协作性等特征(Benkiranet et al., 2000),构成要素包括学习资源、智能工具、学习社群、教学社群、学习方式和教学方式六部分,学习者与教师通过学与教的方式与智慧学习环境相互作用(黄荣怀等,2012);二是智慧学习环境教学应用研究,即在现有电子书包环境建设基础上整合增强现实技术、云计算技术、学习分析技术等创新技术构建智慧学习环境(崔惠萍等,2014)。电子书包学习环境可以在立体化资源、虚拟学具、多维互动、教学监控、个人学习空间、电子档案袋等方面为个性化学习活动提供支持,这些个性化支持融入学习过程中,可推动个性化学习结构的变革与创新(谢幼如等,2014)。

综上所述,电子书包支持的智慧学习环境具有诸多优势,其完备的功能可有效支持教学与学习活动,也可有效支撑科学探究心智技能的培养。然而,国内对科学探究心智技能培养的研究仍停留在定性探讨、经验总结的层面上,缺少利用智慧学习环境培养小学生科学探究心智技能的实验研究。

鉴于此,本研究顺应时代潮流,利用电子书包构建智慧学习环境,探索小学生科学探究心智技能的培养模式,提高小学生的科学探究心智技能。

三、训练模式构建

(一)理论依据

1. 心理学依据

1) 元认知理论

美国斯坦福大学心理学家弗拉维尔(Flavell, J. H.)认为,元认知就是对认知的认知。元认知包括三方面内容:一是元认知知识,即个体关于自己或他人的认识活动、过程、结果以及与之有关的知识;二是元认知体验,即伴随认知活动而产生的认知体验或情感体验;三是元认知监控,即个体在认知活动进行过程中对自己的认知活动积极监控,并相应地对其进行调节,以达到预定目标。在实际的认知活动中,元认知知识、元认知体验和元认知监控三者相互联系、相互影响和相互制约(Flavell, 1979;董奇,1989)。元认知过程实际上就是指导、调节我们的认知过程,选择有效认知策略的控制执行过程(董

奇,1989)。在认知过程中,元认知是学习策略的动力系统(黄旭,1990),在整个学习过程中扮演着“领导者”和“检察官”的角色,不断地激活学习互动,分析了解学习情况,并对学习进行评价、监控和调节,最终使学习者顺利完成学习任务。

心智技能培养是学生思维方式、方法转变的复杂过程,学生在这一过程中需运用相关元认知策略积极主动地调节自己的认知策略、思维方式。本研究结合元认知理论与科学探究活动的特征制订了科学探究元认知卡,以了解学生的思维过程以及元认知的发展。该认知卡主要分三个维度:计划阶段、操作阶段、总结评价阶段(见表一)。

表一 科学探究元认知卡

计划阶段	我明确探究任务了吗?
	我充分了解科学探究任务所需要掌握的内容了吗?
	我已经整体把握科学探究的过程了吗?我熟悉操作步骤吗?
操作阶段	科学探究过程应注意哪些问题?
	我观察到现象变化吗?
	我记录的数据正确吗?
	我清楚现象与原理之间的关系吗?我清楚数据的处理方法吗?
总结评价阶段	我对探究过程和结果满意吗?有什么收获?
	探究活动还存在哪些不足?怎样改进?
	在以后的科学探究活动中,我知道应该注意哪些方面。

2) 科学探究心智技能的构成要素与评价体系

心理学研究表明:“掌握正确的思维方式、方法是心智技能的本质特征”(曹竟成,2003)。心智技能主要是以思维为核心,在人的大脑内部借助语言对事物的映象进行加工改造的过程,是操作技能的调节者(王明照等,2007)。马扎诺(Marzano)认为心智技能包括元认知、思维能力、批判性和创造性思维、思维过程四个方面(Marzano,1988)。本研究结合科学探究活动的特点以及心智技能的核心要素,提出科学探究心智技能的构成要素:科学探究元认知、科学探究思维能力、批判性和创造性思维、科学探究思维过程。

鲁瓦耶等结合美国教育心理学家安德努森提出的心智技能获得三阶段,提出了心智技能评价的三个维度:元认知技能,思维发展,知识的获得、组织与机构(Royer et al.,1993)。《全日制义务教育:科学(3-6 年级)课程标准(实验稿)》提出小学科学课程的评价内容包括对科学探究的评价、对情感态度与

价值观的评价、对科学知识的评价(教育部,2007)。因此,本研究制订了小学生科学探究心智技能的评价体系(见图1),从科学探究元认知技能、科学探究思维、科学探究知识三个维度对科学探究心智技能进行评价测量。其中,科学探究元认知技能包括科学探究元认知知识、科学探究元认知体验、科学探究元认知监控;科学探究思维包括科学探究的思维能力、科学探究的思维方式、科学探究的思维过程;科学探究知识包括知识的获得、知识的结构、知识的组织。

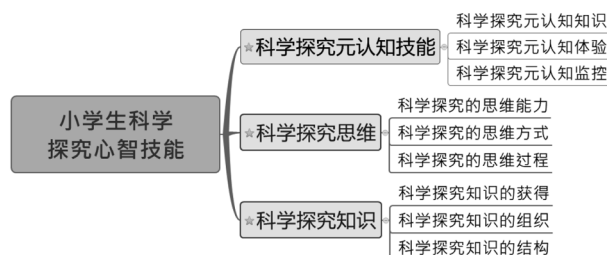


图1 小学生科学探究心智技能评价体系

2. 教育学依据

1) 科学探究心智技能形成理论

依据冯忠良的三阶段论,本研究结合小学科学探究的特点提出了小学生科学探究心智技能形成五阶段,包括“原型判断——原型定向——原型操作——原型内化——原型评价”(见图2)。

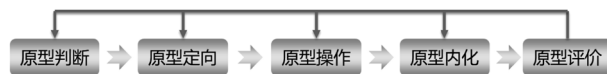


图2 小学生科学探究心智技能形成五阶段

原型指的是心智活动的“原样”,是外化的实践模式或操作活动程序。原型判断是对原有心智模型的判断;原型定向指在头脑中建立活动程序计划;原型操作指依据心智技能的实践模式,把在头脑中建立起来的程序计划,以外显的操作方式付诸执行;原型内化指心智活动实践模式向头脑内部转化,由物质的、外显的、展开的形式变成观念的、内潜的、简缩的形式过程;原型评价指对内化的心智活动方式或操作活动程序进行评价。

2) 动态评价理论

动态评价(dynamic assessment)又称学习潜能评价(learning potential assessment),是在评价过程中通过评价者和学生的互动,尤其是在有经验的评价者的帮助下,探索和发现学生潜在发展能力的一系列评价方式的统称(Lidz,2003)。不同于传统静

态测验的评价方法,动态评价假设人的认知能力是可以改变的,重在了解和干预被评价者的元认知和非认知因素,以及关注干预和教学过程而非评价结果(丁朝蓬,2009)。学生心智技能的发展是一个连续的、动态的过程,需要运用元认知策略不断调节自己的认知策略与思维方式。因此,动态评价可以监控、调试学生心智转变的历程。

(二)智慧学习环境对心智技能培养的支持

基于电子书包的智慧学习环境具有学情诊断、情境感知、资源与社区无缝联接、全程学习记录、资源按需推送与适应性评价等功能,可有效支持心智技能的培养。在小学生科学探究心智技能形成的五个阶段中,电子书包对每个阶段的支持作用主要体现在以下五方面:

1. 学情智能诊断可支持心智技能原型判断

电子书包可以记录学生在知识获取、课堂互动、小组协作等学习过程的情况,提供即时、动态的学习行为反馈,并分析学习结果。教师通过电子书包智能学情诊断结果,能够及时把握学情,对学生心智原型进行判断,继而调整教学。因此,电子书包可以支持教师对学生心智原型的判断。

2. 富媒体资源与情景感知可支持心智技能原型定向

电子书包的情境感知功能可为学生创设合适的学习情景,以促进有效学习的发生;电子书包中信息的表达方式丰富多彩,形式多样,使学生的认知活动多元化;电子书包中各种教学软件对事物形成过程的模拟和再现,促进了学生对科学概念的把握,有利于学生知识的记忆与运用。因此,电子书包的这些功能均有利于为学生创设问题情境,促进学生的原型定向。

3. 按需推送资源与认知工具可支持心智技能原型操作

电子书包既可无缝联接各终端的学习资源,为学生按需推送可利用的学习资源,又可以利用虚拟现实技术提供智能化的认知工具。学生通过实际操作,深化了对科学概念的理解,提高了对抽象知识的认知能力。因此,电子书包在支持心智技能的原型操作中具有重要作用。

4. 无缝联接社群与实时数据分析可支持心智技能原型内化

电子书包能联接学习社群,为学生有效利用学习社群进行沟通和交流提供支持。在电子书包中,教师可以发布教学资源;利用社区论坛,师生、生生之间可以互动交流;电子书包利用监控管理功能,可以将学生练习情况及时反馈给教师。电子书包还可以实现数据的即时挖掘与分析,帮助学生根据智能分析的结果得出结论。学生通过电子书包进行结论分析与互动交流,实现知识的内化。因此,电子书包可以促进心智技能的原型内化。

5. 评价智慧化可支持心智技能原型评价

电子书包关注高阶认知目标,提供智慧评价方式。电子书包能提供基于学生认知的适应性评价,即通过对数据的挖掘分析得出科学的评价结果,并根据学生的认知特点和发展水平提出针对性建议。因此,电子书包可支持心智技能的原型评价。

(三)训练模式

在上述理论探索的基础上,本研究构建了智慧学习环境下小学生科学探究心智技能的训练模式(见图3)。

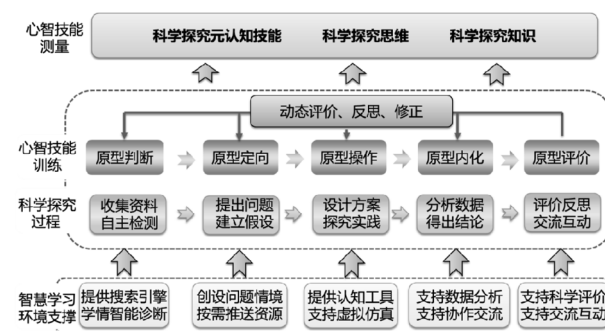


图3 智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式

该模式强调智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练。它按照“查找资料、自主检测,提出问题、建立假设,设计方案、探究实践,分析数据、得出结论,评价反思、交流互动”的科学探究过程来促进小学生科学探究心智技能的培养。

1. 收集资料、自主检测

在科学探究活动开始前,教师发布前置任务以及课前小测,通过测试的智能分析结果了解学生心智原型。学生通过查找与科学探究活动相关的资料进行活动前的准备,在电子书包上进行自主检测。

2. 提出问题,建立假设

教师利用丰富的学习资源创设问题情境,激发学生的学习兴趣,使学生了解活动的结构与执行方

式。学生在教师的引导下,建立假设,初步感知活动的结构,了解活动的执行方式,调整思维状态,构建起活动的初步表象,做好探究准备。

3. 设计方案,探究实践

教师提出任务要求,对学生进行了监控调节,指导学生探究实践。学生设计探究活动方案,在电子书包中运用认知工具与虚拟仿真软件进行模拟实践、协作探究,在训练过程中内化心智活动,逐步实现思考问题的程序化和自动化,进行知识的迁移。

4. 分析数据,得出结论

学生根据元认知提示卡,检验自己的科学探究方式,运用电子书包对数据进行分析,在电子书包的学习社群与伙伴进行协作交流,得出结论,从而内化科学探究的实践操作活动。

5. 评价反思,表达交流

由于思维发展的连续性,教师需采用动态评价与总结性评价相结合的方式。在该环节中,教师对学生的原型内化程度进行总结性的科学评价。学生在电子书包的学习社群交流互动,对结论进行判断,结合教师评价、学生评价以及小组互评进行自我反思,进一步完善内化的心智原型,实现对新知识的意义建构。

四、训练模式的应用

(一) 研究设计

本研究选取广州市一所电子书包教学应用实验学校,采用上述智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式,在小学科学课程中进行教学实践。研究采用单组时间序列设计,目的是比较智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式的教学实施效果与传统教学效果的差异。

1. 实验假设

假设1:与接受传统教学的学生相比,接受智慧学习环境下科学探究心智技能训练模式教学的学生有较强的科学探究元认知技能。

假设2:与接受传统教学的学生相比,接受智慧学习环境下科学探究心智技能训练模式教学更能促进学生科学探究思维的发展。

假设3:与接受传统教学的学生相比,接受智慧学习环境下科学探究心智技能训练模式教学的学生能更有效地掌握科学探究知识。

2. 实验模式

为了检验智慧学习环境下小学生心智技能训练模式的应用效果,本研究采用单组前后测时间序列准实验研究设计,在实验过程中插入三次实验处理(见表二)。

表二 实验方法

	前测(O ₁)	实验处理(X)	后测(O ₂ -O ₄)
G ₁ (实验组)	O ₁	实验处理1 实验处理2 实验处理3	O ₂ O ₃ O ₄

首先,研究者对被试进行前测,分析当前小学生科学探究心智技能初始水平,发现存在的问题;其次,根据发现的问题应用小学生科学探究心智技能训练模式促进他们科学探究心智技能的发展,开展三轮实验处理,每轮结束都对研究对象进行后测;最后,对前后测数据进行分析以检验训练效果。

3. 实验变量

自变量为X=智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式的应用。

因变量为Y=科学探究心智技能,包括三个因变量:Y1=科学探究元认知技能,Y2=科学探究思维,Y3=科学探究知识。

干扰变量为学生由于实验时间的延续所引起的知识、技能的增长。

4. 实验对象与内容

本研究的实验对象是该校六(2)班的30名学生,三个教学专题作为教学内容(见表三)。

表三 实验研究教学内容安排

班级	学科	教学内容	课时
六年级(2)班	科学	实验处理1 教学内容:“生态系统”	2
		实验处理2 教学内容:“摆的研究”	2
		实验处理3 教学内容:“全球变暖和我们的行动”	2

5. 实验工具

根据元认知理论,本研究制订了元认知提示卡,以便学生在科学探究过程中能自我观察、自我监控、自我评价,并依据这些问题对自己实行有效的思维监控。

(二) 研究实施

1. 前测

根据图1的小学生科学探究心智技能评价体

系,本研究分别设计了相应的测量工具。

1) 小学生科学探究元认知水平量表

根据小学生科学探究心智技能评价体系中科学探究元认知技能的三个维度,本研究设计的“小学生科学探究元认知水平量表”采用里克特五分量表,并根据量表的信度效度分析结果进行适当调整,共包含 10 个问题。

2) 小学生科学探究思维调查问卷

由于思维过程评价常用的出声思维法需要经过分析、编码等过程,只适合小范围的测试。因此,本研究运用问卷调查法对小学生科学思维进行评价,即根据小学生科学探究心智技能评价体系中科学探究思维的三个维度,设计了“小学生科学探究思维调查问卷”。根据问卷的信度效度分析结果进行适当调整,该问卷最终包括 10 个问题。

3) 科学探究知识前测试题

“小学生科学探究知识测试题”是根据每次实验处理的教学内容分别设计的。由于每次实验处理的教学内容不同,研究者与授课教师协同设计了难度系数尽量相同的测验,以便减少误差。

在实验开始前研究利用“小学科学探究元认知水平量表”“小学生科学探究思维问卷调查表”“小学科学探究前测试题”对被试进行前测,了解被试初始的科学探究元认知水平、科学探究思维的发展情况以及科学探究知识的掌握程度(见表四)。

表四 被试前测得分描述统计

	N	极小值	极大值	均值	标准误	标准差	方差
科学探究元认知技能	30	14.00	42.00	32.40	1.112	6.089	37.076
科学探究思维	30	24.00	34.00	28.50	0.490	2.687	7.224
科学探究知识	30	60.00	90.00	76.33	1.533	8.396	70.506
有效的N(列表状态)	30						

被试的科学探究元认知技能前测的均值为 32.40,标准差为 6.089。科学探究思维前测的均值为 24.00,标准差为 2.687。科学探究知识的掌握程度前测的均值为 76.33,标准差为 8.396。结合题项分析,研究者发现被试的初始科学探究心智技能存在两个问题:一,被测的科学探究元认知技能不够理想,有待提高;二,被测的科学探究思维不够全面,有

待发展。

2. 实验处理:运用小学生科学探究心智技能训练模式开展教学实践

针对前测发现的问题,本研究在智慧学习环境下运用小学科学探究心智技能训练模式开展教学实践,针对不同科学探究专题进行教学设计,并开展三轮实验处理。

1) 第一轮实验处理

任课教师依托电子书包,运用小学生科学探究心智技能训练模式开展“生态系统”专题科学探究课。教学结束后,任课教师对学生后进行后测,反思此次教学,撰写反思日志。

2) 第二轮实验处理

根据第一次实验处理的反思结果,任课教师提出改进策略,对“摆的研究”科学探究专题进行教学内容的设计与电子书包资源的设计,并开展教学。教学结束后,任课教师对学生后进行后测,并反思此次教学,撰写反思日志。

3) 第三轮实验处理

根据第二轮实验处理发现的教学问题,任课教师提供改进方案,对“全球变暖和我们的行动”科学探究主题进行教学设计与电子书包资源的设计,并开展教学。教学结束,任课教师对学生后进行后测与访谈,反思此次教学,撰写反思日志。

五、效果分析

(一) 测试分析

本研究通过对小学生科学探究心智技能培养,对被试前后测的结果进行比较,发现被试的元认知技能、科学探究思维以及科学探究知识的掌握程度整体上提高明显。

1. 科学探究元认知技能

本研究在每次教学实践结束后,运用“小学生科学探究元认知水平量表”对实验班的学生进行测试。“科学探究元认知技能”前测 1 与后测 3 的配对样本 t 检验结果见表五,被试四次测试的平均分布见图 4。

双尾检验 p 值为 0.000(见表六),小于 0.05,这说明两组数据存在显著性差异,被试的科学探究元认知技能得到显著提高。个别元认知技能的提升效果特别明显(见图 4),如题 3“在学习前,我会想一

想有哪些内容需要掌握”;题6“在分析科学探究的数据时,我用图表帮助理解”;题8、9、10“完成一项科学探究任务后,我会问自己是否还有更简单的方法、会对自己成功或失败的原因进行总结分析、会思考哪一步耗时较多,并对有关知识加强复习”。经过三轮实验处理,平均分都提高到3.5以上,学生的元认知知识与元认知监控反思能力有显著性提高。

表五 “科学探究元认知技能”前后测配对样本t检验

	成对差分					t	df	Sig. (双侧)
	均值	标准差	均值的标准误	差分的95%置信区间				
				下限	上限			
对1前测1-后测3	-7.267	2.318	.423	-8.132	-6.401	-17.168	29	.000

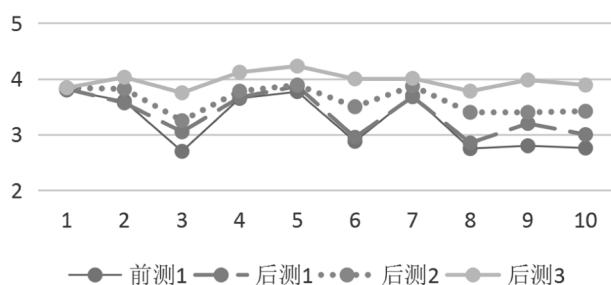


图4 被试四次测试平均分分布

表六 “科学探究思维”前后测配对样本t检验

	成对差分					t	df	Sig. (双侧)
	均值	标准差	均值的标准误	差分的95%置信区间				
				下限	上限			
对1前测1-后测3	-4.13333	1.13664	.20752	-4.55776	-3.70890	-19.918	29	.000

2. 科学探究思维

本研究在每次教学实践结束后,采用“科学探究思维调查问卷”对实验班的学生进行调查,并对问卷的事例选项进行赋值测试分析。其中,“科学探究思维”前测1与后测3的配对样本t检验结果见表六。双尾检验p值为0.000,小于0.05,这说明两组数据存在显著性差异,科学探究思维得到显著提高。因此,三轮实验促进了学生科学探究思维的发展。

3. 科学探究知识

本研究在每次课程结束后,利用测试题对实验班学生科学探究活动知识的掌握程度进行测量。双

尾检验p值为0.000,小于0.05(见表七),这说明两组数据存在显著性差异,学生的成绩有显著提高。学生的第二次测验成绩有所下降(见表八),究其原因实验条件的限制等客观原因,学生还没适应在智慧学习环境下心智技能训练教学模式。从前测1的平均分76.33到后测3的83.77的趋势可以看出,学生学习成绩呈上升趋势,这说明学生已经逐渐适应了该教学方式。因此,经过三轮实验处理,学生的知识掌握程度有显著性提高。

表七 “科学探究知识”前测1-后测3配对样本t检验

	成对差分					t	Df	Sig. (双侧)
	均值	标准差	均值的标准误	差分的95%置信区间				
				下限	上限			
对1前测1-后测3	-7.433	2.609	.476	-8.407	-6.459	-15.607	29	.000

表八 “科学探究知识”测验描述统计量

	N	极小值	极大值	均值	标准差
前测1	30	60	90	76.33	8.397
后测1	30	62	88	75.60	7.872
后测2	30	68	93	81.13	7.533
后测3	30	68	96	83.77	8.480
有效的N(列表状态)	30				

(二) 访谈分析

本研究在三轮实验后,就智慧学习环境对小学生科学探究心智技能的影响,研究采用随机抽样的方法,从被试班级中抽取十名学生(编号分别为A、B、C、D、E、F、G、H、I、J)作为研究对象进行访谈。

访谈结果表明,学生认为智慧学习环境对其科学探究心智技能的影响与作用主要包括三方面:一是学生喜欢在智慧学习环境下进行科学探究。在十名访谈对象中,有七位同学表示“喜欢在科学探究活动中使用电子书包”。二是智慧学习环境对其科学探究元认知技能的提升有一定的影响,特别是对科学探究元认知监控影响较大。3名同学认为“电子书包可以显示计划完成进度,帮助自己检查是否完成了任务”。2名同学认为“电子书包可以记录反思日志,方便对学习进行总结和复习”。三是智慧学习环境对其科学探究思维的发展也有一定影响,特别是对科学探究思维方式影响较大。有的同学认为在智慧学习环境中进行科学探究活动可以改变传

统的科学探究思维方式,如一名同学认为“在科学探究中遇到困难可以自己学习电子书包上的微课和资料,也可以上网讨论寻求帮助”。而有的同学认为智慧学习环境可以支持不同思维方式的训练。2名同学认为“电子书包的虚拟实验室可以支持多种实验,可以对实验结果进行不同的假设,然后做多种尝试”。有同学认为“在电子书包中我可以利用思维导图工具把学到的知识和感想分享给其他同学”。

综上所述,智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式对他们科学探究心智技能的提升起着至关重要的作用,实验结果验证了三个实验假设,即与接受传统教学的学生相比,运用智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式开展教学实践能提高小学生的科学探究元认知技能、促进小学生的科学探究思维的发展、促进小学生科学探究知识的获得。

六、结论与讨论

本研究经过文献研究与教学实践,从理论分析、模式构建、效果评价等方面对智慧学习环境下小学生科学探究心智技能的训练模式做了深入研究。研究成果包括:形成小学生科学探究心智技能的构成指标与相关评价量表;构建智慧学习环境下小学生科学探究心智技能的训练模式;验证智慧学习环境下小学生科学探究心智技能训练模式的有效性。

本研究由于受时间与精力等客观条件的限制,试验周期比较短,实验对象覆盖面窄,未来研究将增加实验周期并扩大实验班级的覆盖面,从而不断优化和完善该模式。随着智慧学习环境的不断完善和发展,电子书包将会为心智技能的培养提供更好的支持,所以未来有待进一步探索各学科不同心智技能的训练模式。

[参考文献]

[1] Benkiran, A., Ajhoun, R., & Belqasmi, Y. (2000). SMART-Learning: Système pour un télé-enseignement adaptatif et coopératif [J]. VIIèmes Journées Internationales de Technologie, Beyrouth, Liban: 91-100.

[2] 崔惠萍,傅钢善(2014). 新技术与电子书包融合构建智慧学习环境的研究[J]. 现代远程教育, (6): 55-60.

[3] 曹竟成(2003). 体育专业篮球教学中“心智技能互动”教法

的实验研究[J]. 上海体育学院学报, (6): 114-115.

[4] 董奇(1989). 论元认知[J]. 北京师范大学学报, (1): 68-74.

[5] 丁朝蓬(2009). 动态评价对学生评价改革的启示. 教育测量与评价, (8): 4-12.

[6] Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry [J]. American Psychologist, 34(10): 906-911.

[7] 冯忠良(1998). 结构化与定向化教学心理学原理. 北京: 北京师范大学出版社: 295.

[8] Gal'perin, P. Y. (1987). Study of the intellectual development of the child [J]. Journal of Russian and East European Psychology, 27(33): 26-44.

[9] 黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌(2012). 从数字学习环境到智慧学习环境: 学习环境的变革与趋势[J]. 开放教育研究, (1): 75-84.

[10] 黄旭(1990). 学习策略的性质、结构与特点[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), (4): 85-92.

[11] 加涅(1970). 学习的条件和教学论[M]. 上海: 华东师范大学出版社: 86.

[12] 教育部(2007). 全日制义务教育: 科学(3-6年级)课程标准(实验稿)[M]. 北京: 北京师范大学出版社: 33-34.

[13] Lidz, C. (2003). Dynamic assessment (Learning potential testing, testing the limits) [A]. R. Fernandez-Ballesteros (ed.), Encyclopedia of Psychological Assessment [C]. London: Sae: 337-343.

[14] Marzano, R. J. (1988). Dimensions of thinking: A framework for curriculum and instruction [M]. The Association for Supervision and Curriculum Development: 2314-2798.

[15] 曲新华(2009). 要重视学生科学探究技能的培养[J]. 科学课, (1): 28-29.

[16] Royer, J. M., Cisero, C. A., & Carlo, M. S. (1993). Techniques and procedures for assessing cognitive skills [J]. Review of Educational Research, 63(2): 201-243.

[17] Voss, J. F., Wiley, J., & Carretero, M. (1995). Acquiring intellectual skills [J]. Annual Review of Psychology, 46(1): 81-155.

[18] 文庆城(2003). 化学实验教学研究[M]. 北京: 科学出版社: 8-9.

[19] 万菲(2010). 基于认知工具的中学科学探究学习平台研究[D]. 重庆: 西南大学硕士学位论文: 61.

[20] 王明照, 王红(2007). 注重心智技能, 培养智能人才[J]. 职业圈, (6): 44-48.

[21] 谢幼如, 王芹磊(2014). 电子书包支持下问题导向的个性化学习模式探究[C]. 计算机与教育: 实践、创新、未来——全国计算机辅助教育学会第十六届学术年会论文集: 272-280.

[22] 曾兵芳(2011). 2010年新课程高考化学卷中实验题的统计分析与比较[J]. 教育理论与实践, (2): 19.

[23] 朱广艳(2008). 有效利用信息技术培养学生科学探究——源于数字探究实验室的案例分析[J]. 电化教育研究, (4): 25-28.

(编辑:魏志慧)

Research on Cultivating Elementary Students' Scientific Inquiry Intellectual Skills in a Smart Learning Environment

XIE Youru¹, LIU Jiaxin¹, SUN Ningwei¹, YUAN Jun² & SHENG Chuangxin¹

(1. South China Normal University, School of Educational Information Technology, Guangzhou 510631, China;

2. Second Foreign Languages School of Nanshan, Shenzhen 518054, China)

Abstract: In the age of the "Internet+", education informatization is entering a new phase as smart education. With the development of the concept of smart education and the innovation of talents cultivation mode, it has become a new demand of the times to cultivate students' thinking ability and innovation ability in the smart learning environment. Scientific inquiry as an important learning ability is getting more and more attention. Scientific inquiry intellectual skills have important significance for people in understanding objective matters, solving problems and in the development of scientific thinking ability. Medium and high graders in primary schools are in their best period to develop intellectual skills. In order to cultivate elementary student's scientific inquiry intellectual skills in this key period, this study explored the formation stages of intellectual skills, the supporting function of E-schoolbag and the measurement and evaluation of intellectual skills based on literature review and research of related theories on psychology and pedagogy. The study put forward the assessment indicator system and scales of intellectual skills in primary school scientific inquiry, and proposed the five stages theory of intellectual skills formation in primary school scientific inquiry which includes "prototype judging", "prototype orientating", "prototype operating", "prototype penetrating" and "prototype evaluating". Base on this five stages theory, this study further constructed a training model for cultivating the intellectual skills of primary students in scientific inquiry under smart learning environment.

Empirically, this study selected Class Two, Grade Six in an electronic schoolbag experimental school in Guangzhou as the experiment class. From September 2015 to November 2015, a one-group pretest-posttest quasi-experimental research was conducted. During the experiment, the experimental treatment was conducted for three times. After each experimental treatment, the sample was tested using questionnaire. And after all of the experimental treatments, an in-depth interviews about the impact on smart learning environment to the intellectual skills was made to the sample. Through the analysis of pretest-posttest data and the discussion of in-depth interview materials, the model was proved to have a significant effect on improving the cognitive skills of scientific inquiry, developing students' scientific inquiry thinking, and strengthening the knowledge of scientific inquiry activities.

Key words: scientific inquiry intellectual skill; e-schoolbag; training model; primary school science