

大数据时代中学生数据素养： 内涵、价值与构成维度

贾璞¹，宋乃庆²

(1.西南大学 数学与统计学院, 重庆 400715;

2.西南大学 中国基础教育质量监测协同创新中心西南大学分中心, 重庆 400715)

[摘要] 数据素养是信息素养的一种具体形式,逐渐成为大数据时代公民不可或缺的基本素养,培养学生的数据素养也成为新一轮中小学课程改革关注的重要课题。研究从提出背景、要素属性、方法属性和结构属性等方面回顾和分析了数据素养的理论基础与概念演进,在此基础上,结合中学生的发展需求与认知特点,探讨大数据时代下中学生需要培养的数据素养。研究认为,中学生数据素养是指中学生掌握统计方法和信息技术,在真实情境中运用数据的知识、技能和思维解决实际问题的综合能力;中学生数据素养在社会发展、人才培养和课程教学三个方面具有重要价值;基于加涅学习结果分类理论,中学生数据素养的构成维度主要包括数据知识、数据技能和数据思维三个要素维度。

[关键词] 中学生; 数据素养; 构成维度; 学习结果分类理论; 信息素养

[中图分类号] G434 **[文献标志码]** A

[作者简介] 贾璞(1990—),男,四川南充人。博士研究生,主要从事教育统计与测评、基础教育研究。E-mail:jiapuu@163.com。宋乃庆为通讯作者,E-mail:songnq@swu.edu.cn。

一、引言

在大数据时代,随着信息技术与社会经济的交互与融合,形式多样的数据应用形态正在深刻地影响和改变人类生活与工作的各个领域,数据的管理、分析和应用受到国家和各行各业的广泛重视,数据素养已成为大数据时代公民不可或缺的基本素养。由于长期以来在基础教育和普及宣传中对此缺乏足够的重视,我国普通民众的数据素养总体处于较低水平^[1]。因此,在我国新一轮基础教育课程标准修订中^[2],数学、物理、生物、科学和信息技术等 STEM 学科课程纷纷加强了对数据能力的要求,学生数据素养的培养正成为中小学课程改革关注的重要课题。中学阶段是学生完成基础教育、进入社会工作或接受高等教育前的重要学习阶段,是培养学生适应未来社会挑战必须

具备的核心素养的关键时期^[3],鉴于此,本研究以中学生的数据素养为研究对象,在国内外已有研究的基础上,探究中学生数据素养的内涵与价值;基于著名教育心理学家加涅的学习结果分类理论,讨论中学生数据素养的构成维度,以期为中小学生的数据素养的培养与评价提供借鉴和参考。

二、数据素养的研究现状:理论与概念

(一)数据素养提出的理论基础

数据价值几何。第一,在大数据时代,数据成为知识增长的新途径。伴随数据密集型科学研究范式的兴起^[4],数据成为科学知识生成过程的基础,这个过程可以概括为:获取新的数据,发现新的事实,生成新的概念,产生新的知识体系和方法论原则^[5]。第二,数据成为科学决策的重要依据。科学有效的决策日益仰赖于

基金项目:2018年度中国基础教育质量监测协同创新中心重大成果培育性项目“我国基础教育测评模型构建范式研究”(项目编号:2018-06-002-BZPK01);2017年度西南大学基本科研业务费专项资金项目(项目编号:XDJK2017D136)

客观数据和数据分析,数据驱动决策的理念已经成为现代决策理论的基本原则⁶⁾。

数据何以致用。在信息科学的框架下,数据与信息、知识和智慧密切相关。DIKW 金字塔模型描述了从数据到知识、智慧的连续转化过程⁷⁾,是数据管理、信息系统和知识管理等领域的基础性理论,也是提出数据素养的理论基础。如图 1 所示,从数据中能够挖掘信息、发现知识以及获得智慧,可以帮助人们有效地进行判断与决策,可以指导人们科学地认识与改造世界。



图 1 DIKW 金字塔模型

(二)数据素养的概念梳理

研究者依据不同领域的视角与需求提出了不同类型的数据素养概念。数据主要与统计科学和信息科学这两个领域密切相关,因此,本研究从统计素养和信息素养这两个视角梳理和探讨数据素养的概念与内涵。

1. 统计素养视角下的数据素养研究

从 20 世纪 80 年代开始,数据、统计图表、概率等定量信息开始广泛出现和应用在公共管理、商业和传媒等公众领域,但大多数的成年公民和高中毕业生缺少分析这些定量信息的能力。国外数学和统计学家为提升公民的定量分析能力提出了量化素养,即在日常生活中理解、解释和交流数字和数学信息等定量信息的能力⁸⁾。统计学家 Katherine Wallman 将量化素养聚焦到统计素养:理解与批判性地评价遍布日常生活中的统计结论,理解统计思维在进行决策时能够发挥重要作用的能力⁹⁾。

从要素属性的角度,Gal 认为,统计素养是能够解释和批判性地评价日常生活情境中的统计信息、与数据相关的观点和随机现象的能力,能够讨论和交流基于数据信息的统计观点的能力¹⁰⁾;从方法(过程)属性的角度,Schild 将统计素养看作是一种方法科学,是能够阅读和解释数据,以数据为依据作出判断或者决策,能够辩证地思考数据和统计信息的能力¹¹⁾;从结构属性的角度,李金昌指出,统计素养是掌握统计基

本知识的程度、统计理论方法水平及应用能力和所具有的统计世界观的总体¹²⁾。除了必需的统计知识和技能,统计学家普遍重视个体对统计学本质的理解和对统计的科学态度,如对数据信息保持批判性态度、对统计思维方式的理解与价值认同¹³⁾。统计学家认为,统计素养是每个公民需要具备的思维习惯,是使用统计学方法解决问题的能力。

2. 信息素养视角下的数据素养研究

自 Paul Zurkowski 于 1974 年首次提出信息素养的概念以来,信息素养成为信息化时代公民应当具备的基本素养¹⁴⁾。国内外不同教育研究组织制定的信息素养评价标准中均包含有理解、获取、分析和利用数据等数据能力指标¹⁵⁾,数据素养被认为是信息素养的重要组成部分。信息管理和教师教育等领域的研究者借鉴信息素养的逻辑框架建构了数据素养,也称为数据信息素养,主要包括面向科研人员和图书馆员等职业的科学数据素养¹⁶⁾,以及面向教师与教育管理者的教师数据素养¹⁷⁾。

从要素属性的角度,张静波将科学数据素养看作是数据技能的集合,认为科学数据素养是研究者在科学数据的采集、组织和管理、处理和分析、共享与协同利用等方面的数据能力,研究者在数据活动过程中应遵守道德伦理与行为规范¹⁸⁾;从方法属性的角度,Mandinach 和 Gummer 认为,教师数据素养是教师有效地、符合伦理地获取、解释和运用各种类型的教育数据,并将其转化为具有操作性的教学和实践知识,以此指导教师教学决策和提升学生学习效果的专业能力¹⁹⁾;从结构属性的角度,张进良和李保臻认为,数据素养由数据意识、数据能力和数据伦理三个维度组成²⁰⁾,与信息素养的构成维度类似。与统计素养相比,信息素养视角下的数据素养以解决实际问题为导向,关注在特定职业情境下利用数据资源发现、分析与解决实际问题的过程和必需的数据技能²¹⁾,以及数据活动与社会交互过程中的伦理道德;同时,数据素养是在信息化背景下提出的,重视信息技术与工具的使用。

综上所述,数据素养的内涵表述会因为适应具体的情境需求而呈现情境化的差异,通过梳理可以发现数据素养具有三个主要特征:第一,数据素养的实质是基于数据的问题解决能力,部分研究者认为其是数据技能的集合,部分研究者认为其是基于数据发现知识与作出决策的过程性能力;第二,从组成要素来看,都需要数据知识、数据技能、数据意识、批判性态度、道德伦理和价值观等要素,但是不同研究视域下构建

的结构维度差异较大;第三,数据素养不仅是一种跨学科、跨领域的能力,统计学家更将它作为一种看待世界与解决问题的思维方式。从概念辨析的角度,数据被看作是一种信息形式,数据素养是信息素养的子集;统计素养和数据信息素养都是基于数据的能力或素养,它们是数据素养的子集,是数据素养的主要表现形式。统计素养侧重于统计理论方法和思维方式的发展,数据信息素养侧重于问题解决过程中数据技能与信息技术的培养。

三、何谓中学生数据素养:内涵与价值

(一)素养的内涵

作为教育目标时,欧盟将素养定义为对个人成就、社会参与和就业能力等至关重要的知识、技能和态度倾向的综合^[23];经济合作与发展组织认为,素养是在特定情境中调动学科知识、技能和态度等所有心理资源满足不同情境中复杂需求的能力^[24]。素养不仅仅是知识、技能和态度三要素的简单组合,更重要的是如何恰当地运用这些要素解决现实世界中的复杂问题。因此,李艺、孔凡哲等学者认为,在发展学生素养时还应重视思维的培养,包括思考与解决问题时所需要的学科思维方法与价值观^[23-24]。

(二)中学生数据素养的内涵与特征

基于素养的内涵和数据素养的构成要素,综合中学生的认知特点以及中学生在日常生活、课程学习和未来职业发展中的数据能力需求,我们将中学生数据素养界定为:中学生掌握统计方法和信息技术,在真实情境中运用数据的知识、技能和思维解决实际问题的综合能力,包括能够通过数据的视角观察真实世界,利用数据的思维思考实际问题,运用数据的分析作出科学决策,基于批判性的眼光评价数据和统计观点。

中学生数据素养教育的最终目标就在于,让中学生运用数据的视角、数据的思维、数据的分析和批判性的眼光在真实世界中发现和提出问题、分析问题、解决问题以及评价问题解决结果。中学生数据素养具有基础性的特征,是中学生在未来生活、高等教育或职业训练中发展科学数据素养、教师数据素养等职业数据素养的基础,也是大数据时代的公民完成基础教育后应当具备的公民素养。

中学生数据素养具有二元属性:工具属性与思维属性。首先,数据素养是一种工具化的能力,是通过数据发现知识与作出决策的能力与手段;其次,数据素养也是一种学习与思考的思维方式。数据思维和统计

方法是通过客观事物的量化数据与数量特征来揭示其内在发展规律和现象本质的思维方式,为我们提供了观察与探索客观世界的新视角。陈希孺指出:“统计学不止是一种方法或技术,还含有世界观的成分——它是看待世界上万事万物的一种方法。我们常讲某事从统计观点看如何如何,指的就是这个意思。”^[25]

(三)中学生数据素养的价值

在大数据时代,数据不仅深刻地影响着经济与社会的发展模式,而且潜移默化地改变着我们的生活方式、工作方式以及教育价值观,发展中学生数据素养在社会发展、人才培养和课程教学等方面具有重要价值。

1. 数据素养有助于公民应对大数据时代社会发展的挑战,是未来公民的基本素养

大数据和数字化成了当今信息化时代的鲜明特征,数据的管理和利用将在生产生活、社会管理和科学研究等领域中扮演越来越重要的角色。“用数据说话,用数据决策,用数据管理,用数据创新”的观念逐渐成为我们未来生活和工作中的一项基本准则,使用统计学的思想与方法科学有效地分析和利用数据,成为我们表达和交流自己的观点、作出科学的决策、解决新的问题和创造新的知识的有效方式。大数据时代的社会发展趋势要求未来公民具备数据素养以应对大数据带来的挑战,数据素养正成为未来公民必须具备的基本素养。

2. 数据素养有助于培养学生的核心素养,是学生终身学习的重要能力

信息化社会的变革与发展对学生的学习方式和能力培养提出了新的要求,为此,世界主要国家和国际组织纷纷提出了面向21世纪人才培养的核心素养框架^[26]。在我国的学生发展核心素养框架中,数据素养体现了“理性思维”“批判质疑”“信息意识”“问题解决”等核心素养的关键成分,是众多核心素养共同关注的认知能力,是培养学生核心素养的重要内容。信息技术的发展为学生提供了丰富的数字化学习工具和资源^[27]。学生可以使用数字化工具获取、组织和分析数据信息,自主地探究和解决问题,发现有效的信息并将其转化为个人知识,这种数字化学习方式正成为自主学习与终身学习的一种重要形式^[28]。数据素养则是在信息化社会中实现终身学习不可缺少的重要能力。

3. 数据素养有助于培养学生的创造力,是STEM学科课程中的关键能力

数据与数据分析是STEM学科课程中重要的学

习目标,数据素养是数学素养、信息素养和科学素养的重要组成部分。在我国中小学数学课程标准^[29-30]中,统计与概率是主要的学习领域之一,数据素养被看作是数学学科的核心素养。在我国普通高中信息技术课程标准^[31]中,数据与计算知识是主要的课程模块,合理利用数据获取知识、利用数字化资源和工具进行学习与创新的能力则是信息技术学科核心素养的重要内容。在国内外基础教育阶段的科学教育课程标准^[32-33]中,基于数据的科学探究是科学学科的核心素养,它要求中小学生在科学与工程实践活动中运用数据开展科学探究活动,通过实验或调查获取、分析和解释数据以进行推理和论证。数据思维可以看作是基于数据进行科学探究与决策的跨学科思维方式,是一种创造性思维^[34]。与设计思维、计算思维和批判性思维类似^[35],作为跨学科思维的数据思维也应是STEM教育中的重要思维与能力。面对复杂问题时,数据素养能够帮助学生淡化学科形式,注重问题实质^[36],以数据为线索、以问题为导向提出创新观点和见解;能够帮助学生通过数据视角观察世界,利用数据思维思考问题,从数据中探索未知的规律并创造性地解决问题,因而有助于培养学生的创新意识和创造力。

四、何以构成中学生数据素养:结构与维度

(一)分析框架与结构模型

从学习与心理科学的视角来看,素养是后天习得的,而非与生俱来的心理特征^[22];素养的习得是在后天学习环境中逐步养成的,是一个持续的学习过程。那么,我们所说的“素养”正是教育心理学家加涅(R. M. Gagné)在其学习结果分类理论中论述的人类后天习得的学习结果^[37]。加涅的学习结果分类理论认为,学生学习结果分为五种基本类型:言语信息、智慧技能、动作技能、认知策略和态度^[38],其中前四种属于后天习得的能力范畴。学习结果分类理论对相对泛化的知识、技能和能力等术语作了明确的解释,科学地分析和划分了学习的目标与过程,为学生学习与教师教学提供了科学的心理学依据^[39],因此,本研究以学习结果分类理论为分析框架来分析和建构中学生的数据素养。

在图2所示的分析框架中,根据加涅划分的五种学习结果的特征,我们将中学生数据素养包含的知识、技能、思维、态度和伦理等组成要素整合为数据知识、数据技能和数据思维三个构成维度。在图3所示的结构模型中,维度间的相互关系可以根据学习结果

分类理论进行阐释^[37-38]。在数据素养的学习过程中,数据知识是学习数据技能的基础,数据思维不能单独教学,需要在数据知识和技能的学习过程中才能领悟与发展数据思维。在数据素养的应用过程中,首先需要运用数据思维发现与理解问题,思考与设计问题解决方案,然后调控和选择解决问题必需的数据技能和知识来执行问题解决计划,最后生成新的知识或决策。

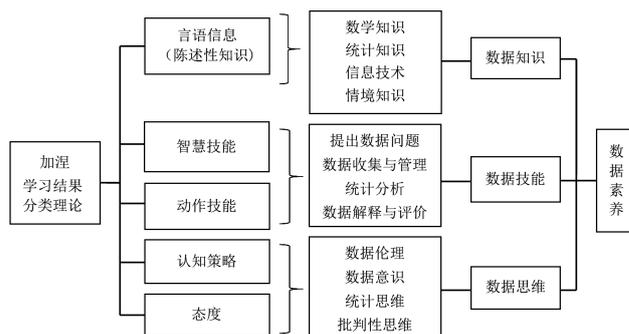


图2 中学生数据素养的分析框架

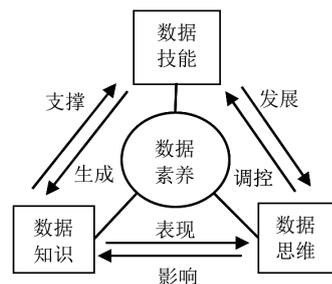


图3 中学生数据素养的结构模型

(二)数据知识:数据素养的学习基础

言语信息是指能用语言表达的知识,包括符号、名称、定义、概念和事实等知识类型,也被称为陈述性知识,是狭义上所说的知识,用于回答“是什么”的问题。言语信息正是“双基”教学中所重视的“基础知识”,因此,将与数据相关的言语信息整合为“数据知识”维度,是学习与发展数据素养的基础。在大数据时代基于数据解决实际问题时,不仅需要掌握数学和统计知识、信息技术知识,还需要掌握业务领域知识^[40],即实际问题的背景知识或情境知识。因此,我们认为中学生需要掌握的数据知识包括四个方面,即数学知识、统计知识、信息技术以及情境知识。

数学知识是理解统计概念和使用数据分析工具的基础,是学习和使用统计知识时必需的辅助性知识,包括数学测量、数学运算、方程与函数等知识。统计知识是收集、处理和分析数据所需的统计概念、统计方法和统计思想,是数据知识的核心部分与理论基

础,包括概率知识、数据收集与抽样方法、数据整理方法、统计图表、描述性统计量、统计推断和预测方法等内容。信息技术是为数据获取、处理和统计计算提供信息化工具的技术知识,也是数据知识的核心部分,能够极大地提高数据管理和分析的效率,包括数据特征与数据结构、电子表格(Excel等)和数据库等数据管理和分析软件的知识。情境知识是实际问题相关的背景知识,也是数据知识不可或缺的组成部分,它帮助我们理解和分析实际问题,提出数据问题以及解释统计信息。例如,Gummer和Mandinach在构建教师数据素养框架时指出,在教学实践中需要把统计知识和学科专业知识、教学专业知识等教学情境知识相结合,才能有效地将教育数据转化为有用的决策信息和实践知识^[41]。

(三)数据技能:数据素养的问题解决手段

智慧技能是指运用概念和规则办事的能力,等价于布鲁姆教育目标分类学中的程序性知识。动作技能是指通过练习获得的、按一定规则协调自身运动的能力。在中学生数据素养中,使用统计学的概念、原理与方法属于智慧技能,使用信息技术工具,如操作统计软件分析数据,则主要属于动作技能的范畴,它们都是对外办事的手段,回答“怎么办”的问题,因此,将智慧技能和动作技能归纳为“数据技能”维度,反映了运用数据素养解决问题的执行手段。数据技能也被看作是一种活动方式,与数据活动的过程密切关联。在DIKW模型中,信息流动的方向是真实世界—数据—信息—知识,相对应的运用数据解决问题的过程主要包括从真实世界中提出数据问题、收集与管理数据、从数据中提取统计信息、解释与评价统计信息以获取知识等四个阶段。因此,中学生需要掌握的数据技能包括四个方面,即提出数据问题、数据收集与管理、统计分析以及数据解释与评价。

提出数据问题技能是指在真实世界中发现、理解和表征实际问题,构建数据与客观世界的关系模型,将实际问题转化为通过数据解答的数据问题,明确数据分析目标,确定问题解决的策略和步骤。发现与提出问题是运用数据解决问题的第一步,也是最重要的步骤,是成功解决问题的基础^[42]。数据收集与管理技能是指根据数据问题和问题解决步骤,结合信息技术和统计方法来收集和整理数据,对数据进行可视化,直观地展示数据的趋势与特征。统计分析技能是指选择合适的统计方法和信息技术工具来分析和探索数据中的隐藏规律与统计特征,寻找有价值的统计信息。数据解释与评价技能是指结合问题情境解释统计

信息,基于数据的证据进行预测和决策;表达和交流数据观点与结论;合理质疑和批判性评价数据和统计结论的真实性和客观性。

(四)数据思维:数据素养的理性逻辑

认知策略是指运用有关如何学习、记忆、思维的规则支配人的学习、记忆或认知行为的能力,属于对内调控的策略性知识和反省性知识,可以大致等同于人们常说的思维方法^[37]。态度指习得的对人、对事、对物、对己的反应倾向。作为素养的态度是价值内化的结果,属于社会性态度^[43],是对个人和社会发展起重要作用并得到社会广泛承认的价值观,如遵守法律与社会规范。数据素养中的认知策略和态度都与个体在现实世界中运用数据来分析和解决问题的认知过程密切相关,主要回答“如何用”的问题,因此,将二者整合为“数据思维”维度。数据思维是中学生习得数据素养的重要发展目标,是指导我们如何运用数据素养解决实际问题的理性逻辑。对于中学生来说,不可或缺的数据思维主要包括四个方面,即数据伦理、数据意识、统计思维和批判性思维,前两者属于态度范畴,后两者属于认知策略范畴。

数据伦理是社会价值观和社会规范的体现,要求中学生在获取和使用数据时必须遵守社会道德和习俗、国家法律法规和相关机构行业的行为规范,尊重数据的真实性和数据隐私,具有对他人和社会负责的积极态度。在大数据时代,数据是有价值、有产权的资源,获取和使用数据需要遵守数据伦理,不能损害他人利益、社会秩序与国家安全,是开展数据活动的前提条件。

数据意识是从数据的视角观察世界的意识,是关于数据与数据分析的科学价值观,等同于统计学家提出的统计观念,是学生发展数据素养的内在驱动力。数据意识要求中学生能够理解与认同数据在信息社会中扮演的角色、在科学决策中发挥的作用;有意识地关注数据与日常生活的联系,积极探索数据背后的规律;能够认识到基于数据进行决策是可靠的问题解决方式,是观察与认识世界的科学方法^[44]。

统计思维是自觉地运用数据对客观事物的数量特征和发展规律进行描述、分析、判断和推理的思维方式^[34],包含统计思维过程与统计思想两部分。统计思维过程就是运用数据解决实际问题的过程。统计学的基本思想是从足够多的数据中发现稳定的规律,通过有代表性的样本数据去推理全局的总体规律^[45]。统计思维的本质是通过数据进行归纳推理,数据收集、分析与解读的视角与方法不是唯一的,因此,统计结

论的评价标准只有“好坏”,而不是“对错”^[46]。

批判性思维是现代学校教育的重要目标和诉求,是重视面对观点、论述、命题等陈述时保持审慎和反思的态度^[47],也是数据思维的重要组成部分。正因为数据分析或统计学是基于归纳推理,体现了使用者的观点与立场,数据分析的结论就具有一定的主观倾向性,因此,批判性思维应该贯穿数据分析的整个过程。批判性思维要求个体面对数据、统计结论与观点时保持批判性和独立思考的态度。在解决实际问题时,或者从广告、自媒体等外部环境接收数据和统计信息时,首先要审视数据的来源是否是真实可靠的、具有代表性的,然后要反思数据分析的整个过程是否是科学的、完善的,最后要批判性地评价统计结论是否是客观的、符合逻辑的,由此,才能透过数据的表象和陷

阱获取真实有效的信息和知识。

五、结 语

本研究在回顾和分析国内外数据素养研究文献的基础上,以培养问题解决能力为导向,阐释了中学生数据素养的内涵,以学习结果分类理论为分析框架构建了中学生数据素养的结构模型与构成维度。它整合数学、信息技术和科学等 STEM 课程所关注的与数据和统计相关的教学内容和学习目标,建构了融合的数据素养模型,能够为这些课程中相关主题的教学提供借鉴。大数据时代中小学数据素养教育依然面临着不小的挑战,学生数据素养的培养不仅需要课堂科学的重视、STEM 课程间的合作互动,还需要学生在生活中的积极实践,以及社会舆论的关注和宣传。

[参考文献]

- [1] 蒋志华,陈晓卫,从日玉.中国公众统计素养现状[J].中国统计,2009(4):26-27.
- [2] 中华人民共和国教育部.教育部关于印发普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版2020年修订)的通知[EB/OL].(2020-05-11)[2020-06-25].http://www.moe.gov.cn/srcsite/A26/s8001/202006/t20200603_462199.html.
- [3] 罗士琰,张辉蓉,宋乃庆.基础教育改革与发展的中国模式探析[J].江西师范大学学报(哲学社会科学版),2020,53(1):123-129.
- [4] HANSON B, SUGDEN A, ALBERTS B. Making data maximally available[J]. Science, 2011, 331(6018):649-649.
- [5] 袁振国.科学问题与教育学知识增长[J].教育研究,2019,40(4):4-14.
- [6] 朱书堂.从卜筮到大数据:预测与决策的智慧[M].北京:清华大学出版社,2017.
- [7] ROWLEY J. The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy[J]. Journal of information science, 2007, 33(2):163-180.
- [8] STEEN L. Mathematics and democracy: the case for quantitative literacy [M]. Princeton, NJ: Woodrow Wilson National Fellowship Foundation, 2001.
- [9] WALLMAN K K. Enhancing statistical literacy: enriching our society [J]. Journal of the american statistical association, 1993, 88(421):1-8.
- [10] GAL I. Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities[J]. International statistical review, 2002, 70(1):1-51.
- [11] SCHIELD M. Statistical literacy: thinking critically about statistics[J]. Of significance, 1999, 1(1):15-20.
- [12] 李金昌.论统计素养[J].统计科学与实践,2006(1):4-6.
- [13] 李化侠,宋乃庆,杨涛.大数据视域下小学统计思维的内涵与表现及其价值[J].数学教育学报,2017,26(1):59-63.
- [14] 张长海.信息素养多维视阈下课程体系建设研究[J].电化教育研究,2016,37(8):86-91,96.
- [15] 朱莎,吴砥,石映辉,余丽芹.学生信息素养评估国际比较及启示[J].中国电化教育,2017(9):25-32.
- [16] 孟祥保,常娥,叶兰.数据素养研究:源起、现状与展望[J].中国图书馆学报,2016,42(2):109-126.
- [17] 刘雅馨,杨现民,李新,田雪松.大数据时代教师数据素养模型构建[J].电化教育研究,2018,39(2):109-116.
- [18] 张静波.大数据时代的数据素养教育[J].科学,2013,65(4):29-32.
- [19] MANDINACH E B, GUMMER E S. A systemic view of implementing data literacy in educator preparation[J]. Educational researcher, 2013, 42(1):30-37.
- [20] 张进良,李保臻.大数据背景下教师数据素养的内涵、价值与发展路径[J].电化教育研究,2015,36(7):14-19,34.
- [21] 李青,赵欢欢.教师数据素养评价指标体系研究[J].电化教育研究,2018,39(10):104-110.
- [22] 张华.论核心素养的内涵[J].全球教育展望,2016,45(4):10-24.
- [23] 李艺,钟柏昌.谈“核心素养”[J].教育研究,2015,36(9):17-23,63.

- [24] 孔凡哲, 史宁中. 中国学生发展的数学核心素养概念界定及养成途径[J]. 教育科学研究, 2017(6):5-11.
- [25] 陈希孺. 数理统计学简史[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 2002.
- [26] 辛涛, 贾瑜. 核心素养落地的几个关键问题[J]. 教育与教学研究, 2019, 33(7):1-9.
- [27] 徐辉. 新技术背景下中小学教学方式的变革[J]. 教育与教学研究, 2020, 34(1):34-42.
- [28] 李锋, 熊璋. 面向核心素养的信息技术课程:“数据与计算”模块[J]. 中国电化教育, 2017(1):27-32.
- [29] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [30] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [31] 中华人民共和国教育部. 普通高中信息技术课程标准(2017年版)[S]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [32] National Research Council. Next generation science standards; for states, by states [S]. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.
- [33] 中华人民共和国教育部. 义务教育初中科学课程标准(2011年版)[S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [34] 惠琦娜. 统计思维是创造性思维[J]. 中国统计, 2009(8):59-60.
- [35] 李业平, SCHOENFELD A H, DISESSA A A, 等. 论思维和 STEM 教育[J]. 数学教育学报, 2019, 28(3):70-76.
- [36] 宋乃庆, 陈重穆. 淡化形式, 注重实质[J]. 数学教育学报, 1993(11):4-9.
- [37] 陈刚, 皮连生. 从科学取向教学论看学生的“核心素养”及其体系构建[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2016, 15(5):20-27.
- [38] 皮连生. 教育心理学[M]. 4版. 上海: 上海教育出版社, 2011:45-48.
- [39] 吴红耘, 皮连生. 心理学中的能力、知识和技能概念的演变及其教学含义[J]. 课程·教材·教法, 2011, 31(11):108-112.
- [40] SCHUTT R, O'NEIL C. 数据科学实战[M]. 冯凌秉, 王群锋, 译. 北京: 人民邮电出版社, 2015.
- [41] GUMMER E S, MANDINACH E B. Building a conceptual framework for data literacy[J]. Teachers college, 2015, 117(4):1-22.
- [42] 张玲, 宋乃庆, 蔡金法. 问题提出:基本蕴涵与教育价值[J]. 中国电化教育, 2019(12):31-39.
- [43] 黄梅, 李远蓉. 三维目标的知识加工与教学策略[J]. 课程·教材·教法, 2010, 30(4):22-28.
- [44] 李俊. 论统计素养的培养[J]. 浙江教育学院学报, 2009(1):10-16.
- [45] 程开明. 科学事实与统计思维[J]. 中国统计, 2015(12):24-26.
- [46] 史宁中. 数学思想概论:数量与数量关系的抽象[M]. 长春: 东北师范大学出版社, 2008.
- [47] 钟启泉. 批判性思维:概念界定与教学方略[J]. 全球教育展望, 2020, 49(1):3-16.

Middle School Students' Data Literacy in the Era of Big Data: Connotation, Value and Dimensions

JIA Pu¹, SONG Naiqing²

(1.School of Mathematics and Statistics, Southwest University, Chongqing 400715; 2. Southwest University Branch Center of Collaborative Innovation Center of Assessment toward Basic Education Quality, Southwest University, Chongqing 400715)

[Abstract] Data literacy is a specific form of information literacy, which has gradually become an indispensable basic literacy for citizens in the era of big data. The cultivation of students' data literacy has also become an important topic in the new round of curriculum reform in primary and secondary schools. The study reviews and analyzes the theoretical foundations and conceptual evolution of data literacy in terms of proposed background, element attributes, method attributes, and structure attributes, and discusses the data literacy that middle school students need to cultivate in the era of big data, taking into account the developmental needs and cognitive characteristics of middle school students. The study suggests that data literacy of middle school students refers to their comprehensive ability to master statistical methods and information technology, and to apply data knowledge, skills and thinking to solve practical problems in

(下转第 58 页)

- [44] MANCHES A O, MALLEY C, BENFORD S. The role of physical representations in solving number problems: a comparison of young children's use of physical and virtual materials[J]. *Computers & education*, 2010, 54(3): 622-640.
- [45] FUSTER J. Upper processing stages of the perception-action cycle[J]. *Trends in cognitive sciences*, 2004, 8(4): 143-145.
- [46] 沈夏林, 杨叶婷. 空间图式: 沉浸式虚拟现实促进地理空间认知[J]. *电化教育研究*, 2020, 41(5): 96-103.
- [47] SSTULL A T, BARRETT T, HEGARTY M. Usability of concrete and virtual models in chemistry instruction[J]. *Computers in human behavior*, 2013, 29(6): 2546-2556.
- [48] 托尼·贝茨. 技术、电子学习与远程教育[M]. 祝智庭, 等译. 上海: 上海高教电子音像出版社, 2008.

Substitution and Transcendence of Virtual Manipulatives to Physical Manipulatives: From Perspective of Embodied Cognition

WANG Cixiao

(The Research Center of Distance Education, Faculty of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875)

[Abstract] With the development of the Internet and interactive technologies, virtual manipulatives (VM) that simulate physical manipulatives (PM) have been gradually introduced into scientific inquiry classrooms. Embodied cognition emphasizes the important role of the body and its experience, which is closely related to the cognitive processes involved in manipulatives. First, this paper points out that embodied cognitive theories such as cognitive development theory, perceptual symbolic system theory and embedded cognitive theory can be used to explain the effects of manipulatives on learners' cognitive processes. Then, this paper introduces the comparison between VM and PM and the typical research on their mixed applications, pointing out the roles and differences of the two in inquiry learning. The results show that from the perspective of perceptual experience, the vast majority of PM can be replaced by VM; VM can surpass PM from the aspects of gradual implicit cognitive scaffolds, phenomenon argumentation and dynamic demonstration, and nonlinear path of inquiry under effective constraints. Future research should strengthen the analysis of process and multimodal learning in the application of manipulatives.

[Keywords] Virtual Manipulative; Physical Manipulative; Internet Plus Education; Experimental Study; Embodied Cognition

(上接第 34 页)

real-world contexts. Data literacy of middle school students is of great value in social development, talent training and curriculum teaching. Based on R. M. Gagné's classification of learning outcomes, the compositional dimensions of middle school students' data literacy mainly include three aspects of data knowledge, data skills, and data thinking.

[Keywords] Middle School Students; Data Literacy; Dimensions; Classification Theory of Learning Outcomes; Information Literacy