

学习进阶理论在初中整式教学中的应用

刘蓉, 赵雪

北华大学数学与统计学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2024年1月20日; 录用日期: 2024年2月20日; 发布日期: 2024年2月27日

摘要

学习进阶研究是学科教育的新兴研究领域, 该理论的研究能够促进学生思维进阶并为一线教学提供有效建议。但国内多见于物理、化学等方向的研究, 在数学教学方面的应用还有待开拓。本文将以初中数学“整式”内容为例, 探索整式的学习进阶并提出相关建议。

关键词

学习进阶, 整式, 初中数学, 教学建议

Application of Learning Progression Theory to the Teaching of Whole Forms in Middle Schools

Rong Liu, Xue Zhao

College of Mathematics and Statistics, North China University, Jilin Jilin

Received: Jan. 20th, 2024; accepted: Feb. 20th, 2024; published: Feb. 27th, 2024

Abstract

The study of learning progression is an emerging research field in subject education, and the study of this theory can promote students' thinking progression and provide effective suggestions for front-line teaching. However, it is mostly seen in the research of physics and chemistry in China, and its application in the teaching of mathematics has yet to be explored. In this paper, we will take the content of "integer" in junior high school mathematics as an example to explore the learning progression of integer and put forward relevant suggestions.

Keywords

Learning Progression, Integers, Middle School Mathematics, Teaching Suggestions

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 学习进阶理论介绍

1.1. 学习进阶概述

为解决学科教学中教学逻辑结构不清楚的问题, 美国科学教育协会最早提出学习进阶理论, 并明确了其性质与目的, 还建立了相应的测量模型。随着国内外学者对学习进阶的深入研究, 学习进阶的定义至今仍不唯一, 其中普遍被接受的观点是认为“学习进阶是对一段时期内, 儿童学习或者探究某主题时, 其思维方式的连续且不断精致化发展的描述” [1]。

如果从时间和内容两个方面去研究认识学习进阶, 可以发现, 在时间角度上, 学习进阶是指一段时间内学生思维发展的过程的研究; 而在内容角度上, 学习进阶的核心内容是学生的思维发展结构。由此可见, 学习进阶实质是刻画学生特定的心理结构的阶段性发展[2]。

如果从学者研究的内容和目的的不同去认识学习进阶, 则可以将学习进阶的本质分为: 过程论、假设论、方法论和序列论等流派。如 NRC 指出学习进阶是描述学生对知识连续的、逐步深入的思维过程, 学生对知识的理解存在多个中间水平[3]。史密斯将学习进阶定义为“学生在学习某一核心概念过程中的一系列相互联结的、连贯的、逐渐复杂的思维方式” [4]。

1.2. 学习进阶的理论基础

亚杰将儿童的认知发展分为感知运动阶段、前运算阶段、具体运算阶段与形式运算阶段并表示前一认知阶段是达到后一阶段的前提。这为学习进阶理论的提出与研究提供了重要支撑[5]。

维果斯基提出最近发展区是介于学生实际发展水平和潜在发展水平之间的状态。该理念指明学生的发展水平是连贯且逐步提高的, 同时倡导教师和学生互相配合、协同教学, 为新型教学观和学习进阶理论奠定基础。

布鲁纳所提出的螺旋式课程重视学科内容的逻辑结构和学生的思维发展, 主张课程内容与结构的设计应随着学生思维水平的发展逐步加深其逻辑。而学习进阶理论则同样注重学科结构和学生认知发展, 可见与螺旋式课程不尽相同。

1.3. 学习进阶要素

学习进阶研究揭示了学生知识与技能的不同层次, 并通过学业表现展示层次发展的依据。学者们经过研究普遍将进阶、进阶变量、成就水平、各水平的学业表现以及测评工具等作为学习进阶的核心要素。如表 1 所示。

Table 1. Learning progression elements

表 1. 学习进阶要素

| 要素 | 概括 |
|------|-------------------------------------|
| 进阶终点 | 学习目标或明确的终点, 由社会期望和对学科核心概念和主题的分析所界定。 |

续表

| | |
|------|--|
| 进阶变量 | 随着时间的推移所发展的理解和技能的关键维度的进步变量。 |
| 成就水平 | 确定概念或技能发展的重要中间步骤的成就水平或进展阶段,反映了大多数儿童在达到预期熟练程度的道路上可能经历的阶段。 |
| 学业表现 | 是对儿童在每一个进步阶段的理解和技能的操作性定义,为评估和活动的开展提供规范,从而确定学生的进步情况。 |
| 测评工具 | 用于衡量学生对关键概念或实践的理解,并能验证假设的进阶阶段。 |

2. 整式学习进阶情况

初中数学将由数扩充到式,进而学习方程与函数,故“式”的学习十分关键。其中,整式是初中代数式学习的开端,不仅是有理数学习的拓展,更是后续学习分式、方程和函数的重要基础。

2.1. 课程标准分析

《义务教育数学课程标准(2022版)》(以下简称新课标)中对整式的内容要求如下:理解整式的概念,掌握合并同类项和去括号的法则;能进行简单的整式四则运算;理解完全平方公式和平方差公式;能用提公因式法、公式法进行因式分解。

2.2. 教材分析

本研究对整式内容选取人教版初1中教材为例。教材中整式部分是以“整式-整式的加减-整式的乘法-因式分解”的顺序编排。具体分布如表2所示。

Table 2. The overall content distribution of the textbooks of the people's education edition

表 2. 人教版教材整式内容分布

| 书册 | 章节 | 内容 |
|-------|-----------------|--------------------|
| 七年级上册 | 第二章 整式的加减 | 整式相关概念 |
| | | 合并同类项和去括号法则 |
| 八年级上册 | 第十四章 整式的乘法与因式分解 | 整式的加减运算 |
| | | 同底数幂的乘法 |
| | | 幂的乘方 |
| | | 积的乘方 |
| | | 整式的乘除运算 |
| | | 乘法公式(完全平方公式和平方差公式) |

2.3. 进阶水平和进阶终点

根据对课表和教材的分析,笔者将整式的进阶终点定为综合运用整式的意义和性质,解决实际问题,进一步培养学生的数学思想与核心素养。并将进阶水平分为5个层面,并分别对应整式的感知、整式的识别、整式的运算与整式应用。具体如表3所示。

Table 3. Advanced level of integral learning
表 3. 整式学习进阶水平

| 进阶水平 | 概念理解水平 | 整式认知任务 |
|------|---------|-------------------------------|
| 水平 0 | 整式感知 | 对整式概念有初步的感知 |
| 水平 1 | 整式识别 | 理解整式的概念 能区分单项式和多项式 |
| 水平 2 | 整式的加减运算 | 掌握合并同类项和去括号法则 能进行整式加法和减法运算 |
| 水平 3 | 整式的乘法运算 | 能进行整式乘除运算 能进行整式乘法的逆向变形 |
| 水平 4 | 整式的运用 | 能从实际问题中抽离出数学问题, 并运用整式解决问题 |

水平 0: 对整式概念有初步的感知, 学生在小学阶段已经学习了简单的一元一次方程, 对字母表示数量关系有了初步的认知。

水平 1: 该水平学生能够理解整式、单项式和多项式的概念, 已经能够区分单项式和多项式且能指出其系数和次数。

水平 2: 该阶段学生认识了同类项, 并掌握了合并同类项和去括号法则, 已经能进行简单的加减运算。

水平 3: 该水平的学生掌握了同底数幂的乘法、幂和积的乘方, 能够利用乘法法则进行单项式乘单项式、单项式乘多项式、多项式乘多项式的运算以及除法运算; 并能理解和运用公式 $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$ 和 $a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$, 能用提公因式法和公式法进行因式分解。

水平 4: 理解字母表示数量关系, 能用整式解决实际问题, 在日常生活中发现、提出、分析和解决数学问题。

3. 教学建议

3.1. 明确单元教学目标与重难点

《新课标》中明确指出要积极探索大单元教学, 加强知识间的内在联系, 促进知识结构。通过整式学习进阶研究展现了学生学习整式的认知维度和思维发展过程, 由此有助于教师制定大单元教学目标和教学重难点, 合理安排教学活动以促进学生的认知发展。

基于对整式学习进阶的研究分析, 得到单元教学目标与教学重难点:

单元教学目标: 理解整式的基本概念; 掌握整式的四则运算法则; 能够利用整式表示实际问题中的数量关系; 通过整式的学习发展学生的符号意识, 感受数学的趣味性。

教学重点: 理解整式的概念, 区分单项式与多项式; 掌握合并同类项和去括号法则; 能进行简单的整式四则运算及乘法逆运算。

教学难点: 理解整式中字母的含义, 能用整式表达数量关系; 四则运算法则及因式分解的应用。

3.2. 顺应认知规律, 布置进阶型学习任务

通过聚焦核心概念、顺应学习规律, 引导学生主动学习。在教学过程中, 重视学生认知起点, 紧扣教学内容, 设置最近发展区问题诱导学生思考, 形成促进学生思维发展的进阶型学习任务体系。

例如在讲解同类项时, 让学生观察、比较下列几组式子各式具有什么特征?

$3a$ 与 $4a$, $2a^2b$ 与 $3a^2b$, $-5ab$ 与 $4ba$, x^2y^3 与 $3x^2y^3$

观察得到共同特征: 每组所含相同字母相同, 并且这些相同字母的次数也相同。基于学生已有的整式概念和观察所得, 教师引导学生主动得出同类项的概念, 加深学生的理解。

3.3. 注重个别差异, 实施因材施教

学生身心智发展过程中, 男女之间、个体之间皆有差异。教师教学时应关注每位学生的发展变化, 对于学生的发展差异采取针对性措施。笔者在研究过程中发现, 男女生对整式认知和知识的掌握存在性别差异, 具体体现在概念理解和整式运算上, 如相较于男生, 女生对整式概念和加减运算的学习情况更好; 而男生则对乘法运算及其逆运算的掌握更好。由此教师在教学过程中可安排不同的教学活动和教学任务, 如布置作业时要求男生加强整式加减运算的训练; 女生加强对整式乘法和因式分解的理解与应用。

4. 总结

综上所述, 学习进阶理论的研究对数学教学有重要的实践价值。本文首先对学习进阶进行理论综述, 再次通过对整式的研究得出学生学习整式的 5 个进阶水平和进阶终点, 进而提供三点有效的教学建议。

参考文献

- [1] Smith, C.L., Wiser, M., Anderson, C.W. and Krajcik, J. (2006) Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 4, 1-98. <https://doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570>
- [2] 王磊, 黄鸣春. 科学教育的新兴研究领域: 学习进阶研究[J]. 课程·教材·教法, 2014, 34(1): 112-118.
- [3] National Research Council (2007) Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grade-K-8. The National Academies Press, Washington, 214.
- [4] Smith, C.L., Wiser, M., Anderson, C.W., et al. (2006) Focus Article: Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement Interdisciplinary Research & Perspectives*, 4, 1-98. <https://doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570>
- [5] 徐美娜. “最近发展区”理论及对教育的影响与启示[J]. 教育与教学研究, 2010, 24(5): 14-16+23.