

中小学生学习科学素养的建立：科学教育中的逻辑学教学

艾伦¹ 李鼎²

1 首都师范大学 北京 100048 2 上海市中小学数字化实验系统研发中心 上海 200072

摘要：科学素养的构成要素中，逻辑思维能力与科学实验能力占据着举足轻重的地位。在我国新时期的科学教育领域，提升中小学生的科学素养已成为一项核心任务。对于中小学科学教育而言，培养学生的逻辑思维能力是至关重要的，因为它是科学素养的基石。尽管传统观念将开设逻辑学课程尤其是形式逻辑课程视为培养学生逻辑思维的唯一途径，但在中小学科学教育实践中，学生逻辑知识的习得和逻辑思维能力的提升完全可以通过多元化的方式来实现。采用模仿科学家逻辑思维过程的教学策略，可以更有效地实现科学教育的最终目标。从科学本体出发，科学的存在形态为思维形态决定了科学教育的归宿——增强学生的科学理性思维能力，即逻辑思维能力。因此，打破传统观念的束缚，积极探索多样化的教学方法和途径，对全面提升中小学生的科学素养具有重要意义。

关键词：中小学习；科学素养；科学教育；逻辑学；逻辑思维能力

文章编号：1671-489X(2025)17-0001-07

DOI：10.3969/j.issn.1671-489X.2025.17.001

0 引言

科学素养的主要构成是逻辑思维能力与科学实验能力。中小学生的科学素质明显提升是我国新时期科学教育的主要目标之一^[1]。科学素养或称科学素质是科学家所具备的基本素养或素质。在科学家所具备的基本素养中，逻辑思维能力是最重要的科学素养之一^[2]，是科学家具有科学素养的重要标志^[3]。爱因斯坦认为，科学家的目的是要得到关于自然界的一个逻辑上前后一贯的摹写；逻辑之对于他，有如比例和透视规律之对于画家一样^[4]。于是，在中小学科学教育中，必须十分重视学生逻辑思维能力的培养与提升，因为它是我国中小学生学习科学素养中非常重要且非常关键的内容。

逻辑思维能力是指按照逻辑思维规律，运用逻辑方法，进行思考、推理、论证的能力^[5]，而逻辑思维则是指在认识事物的过程中，借助概念、判断、推理反映现实的思维方式^[6]。在中小学科学教育中，让学生建立逻辑思维方式、提升逻辑思维能力的教学目的是通过学习逻辑学知识与加强逻辑思维训练而达成的。一般认为，为达到此目的，必须在中小学开设逻辑学课程（特别是形式逻辑课程）才行。本文认为，中小学科学教育过程中对学生逻辑知识的获得与逻辑思维能力的训练完全没有必要通过开设逻辑学课程的方式来实现，只需在不同学段设定具体的逻辑思维能力教学目标，在教学实施流程中注重严谨的逻辑性，在教学策略上模仿科学

家进行科学研究时的逻辑思维过程，科学教育的最终目标必定能够达成。从科学本体出发，科学作为存在者，其存在形态为思维形态^[7]，这就决定了科学教育的最终目标一定是学生科学理性思维能力的提升，也就是逻辑思维能力的提升。

另外，科学教育教学中的每个环节都反映着逻辑学的相关知识，所以特定设计的科学教育课程，特别是在模仿自然科学家的科学研究过程进行教学时，教学序列的每一个节点都会清晰地对逻辑概念、逻辑判断、逻辑推理、逻辑论证作出反应。

1 中小学教育阶段的逻辑学

提升中小学生的逻辑思维能力，是否必须通过开设逻辑学课程来实现？这是一个需要认真考虑的问题。下面对国内外中小学开设逻辑学课程的历史和现状进行介绍和分析，以得出一个较为合理的判断。

1.1 逻辑学的内容与分类

本文中的逻辑学指的是形式逻辑，其主要涉及：1) 概念：包括概念的内涵、概念的外延、概念的界定（定义，内涵界定与外延界定）等。2) 命题：包括直言命题、关系命题、联言命题、假言命题、充分性与必要性等。3) 逻辑推理：包括直接推理、类比推理、归纳推理、演绎推理等。4) 逻辑规律：包括同一律、排中律、矛盾律等。5) 逻辑论证：包括直接论证、间接论证、反驳等。6) 逻辑判断：包括价值判断、认知判断、经验判断与科学判断等^[8-10]。

逻辑是一种思维判断工具或认知工具,逻辑学作为这些工具的学问通常被分为形式逻辑、数理逻辑、实证逻辑、辩证逻辑和系统逻辑等类型^{[11]18}。其中形式逻辑又称普通逻辑或经典逻辑,数理逻辑是形式逻辑在数学上的扩展,实证逻辑强调实践与验证,辩证逻辑强调事物内部的矛盾和对立统一,系统逻辑关注系统的整体性与反馈机制。

逻辑学研究的是推理过程或推演,它不关心推演的前提与结论是否真实,而仅关注推理过程与推演方式是否正确,逻辑过程不取决于前提与结论的真伪。科学思维是希望在前提为真的情况下通过正确的推演得出真确的结论,不能因为逻辑谬误而使得结论不真。同时,逻辑是基于常识的,它的规律来源于常识而高于常识,掌握逻辑思维规律并非难事^{[11]209}。

1.2 我国中小学逻辑学课程设置

我国的中小学不开设形式逻辑课程,而且历来如此。晚清与民国时期的《钦定京师大学堂章程》《奏定高等学堂章程》《奏定优级师范学堂章程》等均规定开设逻辑学课程,但这是仅针对高等教育的要求,虽然当时也有个别中学自行开设了逻辑学课程,却并不具有普遍性与合规性^[12]。20世纪50—80年代,虽然国内教育界有加强逻辑学教学的呼声,但是并没有真正实施。直到20世纪90年代,国家教委才有了开设逻辑学课程的要求,但仅限于高等教育领域^[13]。

1.3 国外中小学逻辑学课程设置

国外的中小学也基本没有开设形式逻辑课程的记录。国家精品课程系列教材之一《比较课程论》中,对美国、英国、法国、俄罗斯、日本基础教育的课程设置作了详细的介绍和分析^[14]。美国的基础教育涉及K-12范围,其课程具有多元化特点,在开设的所有课程中没有逻辑学课程^{[14]14-41}。英国的基础教育主要包括5~16岁的义务教育阶段的初等教育和中等教育,其课程具有人文教育特点,在开设的所有课程中也没有逻辑学课程^{[14]73-98}。法国的基础教育包括小学五年和初中四年的义务教育、三年高中阶段教育,其课程具有国家主义特点,在开设的所有课程中同样没有逻辑学课程^{[14]116-148}。俄罗斯的基础教育课程虽然在意识形态上对苏联时期的课程进行了改造,但是课程种类设置并没有变化,并且对形式逻辑有一种抵制态度^{[14]172-194}。日本基础教育与我国一样实行九年义务教育、三年高中阶段教育,其改良主义的课程中没有设置逻辑学

课程^{[14]210-238}。

1.4 美国课程标准中对中小学生逻辑推理能力的要求

美国的中小学虽然没有在课程体系中设置形式逻辑课程,但是对学生的逻辑思维培养和训练十分重视,这一判断充分反映在美国各州中小学的课程标准中。美国公立学校开设课程的内容没有全国统一的规定,决定课程的合法权利取决于各州的立法机构,而在立法机构允许的范围内,学校课程的细节由当地学校董事会设置^{[15]53}。只有少量的州采用全州通用课本,如加利福尼亚州、得克萨斯州等^{[15]55}。在体现学生逻辑思维培养与训练的课程内容方面,以《加利福尼亚州公立学校K-12阅读语言艺术课程标准框架》(Reading/Language Arts Framework for California Public Schools: Kindergarten Through Grade Twelve)表现得最为突出。虽然该框架文件主要聚焦于阅读、写作、听说、英语语言规范等方面,但逻辑推理能力作为学生学习和思维发展的重要组成部分隐含在各项标准和教学实践中。1) 幼儿园至三年级首先要求建立初步逻辑感知,学生通过听故事、看图画书等活动,开始感知故事中的因果关系、顺序关系等基本逻辑结构;其次,要求词汇与概念的发展,学生在学习词汇过程中开始理解词语之间的逻辑关系,如同义词、反义词等^{[16]30-95}。2) 四年级至八年级首先要求文本分析与理解,学生需要阅读并分析各种文本,包括文学作品、说明文等,从中提炼出作者的观点、论据和文本中的逻辑关系;其次要求比较与对照,学生在学习过程中经常需要进行文本间的比较与对照,这要求他们具备识别和分析不同文本中逻辑结构的能力;最后要求论证与反驳,在写作和口语表达中,学生需要学会提出论点、论据,并能够对他人的观点进行反驳,这要求学生具备较强的逻辑推理能力^{[16]101-180}。3) 九年级至十二年级首先要求学会深入分析,学生要能够阅读并分析更为复杂的文本,如历史文化经典文学作品,从中提炼出深刻的主题和观点,并对文本中的逻辑关系进行深入分析;其次,学生要具有批判性思维,在高级阶段的学习中,学生要能够独立思考、质疑并评估各种信息,这要求他们具备较高的逻辑推理能力^{[16]183-214}。

除此之外,美国的《下一代科学标准》(Next Generation Science Standards: For States, By States, NGSS)中同样反映出对学生逻辑思维

培养和训练的重视。NGSS是美国于2013年发布的一套科学教育标准,旨在为学生提供一套先进的、处在国际前沿的科学教育规范。NGSS在描述学生应达到的学习成果时,明确提出了逻辑推理的要求:1)分析和解释数据。学生需要能够收集和分析数据,通过逻辑推理得出科学的结论。2)形成解释和设计解决方案。学生需要能够基于观察和实验数据,通过逻辑推理形成科学的解释,并设计解决方案。3)参与基于证据的讨论。学生需要能够基于证据进行逻辑推理和讨论,表达自己的观点和论据^{[17]131-162}。

同时,为了培养学生的逻辑推理能力,NGSS提出了一系列教学策略和方法:1)提供丰富的学习情境。通过提供真实或模拟的学习情境激发学生的学习兴趣 and 探究欲望,引导他们通过观察、实验和推理来解决问题。2)鼓励学生主动探究。鼓励学生提出问题、制定计划、实施调查和得出结论,培养他们的自主学习能力和逻辑推理能力。3)加强跨学科教学整合。将科学与其他学科相结合,通过跨学科教学整合培养学生的逻辑推理能力和综合素养。4)提供及时的反馈和指导。在教学过程中及时给予学生反馈和指导,帮助他们纠正错误、完善思路,提高逻辑推理的准确性和有效性^{[17]293-324}。

2 中小学科学课程的教学过程设计

《义务教育科学课程标准(2022年版)》中多次要求学生在学习科学课程时应了解相关领域科学家探索科学真相的过程,因此,在科学课程中,让学生模拟科学家进行科学研究的过程是非常重要的教学策略。这一过程可以描述为:质疑与发问(建立概念)→提出问题假设(逻辑命题)→建立思想实验(逻辑思维)→形成科学判断(逻辑判断)→进行实验验证(科学实验)→分析与论证(逻辑论证)。这一策略既适用于自然科学探索也适用于社会科学探索。但是应该特别强调,模拟科学家的科学研究过程绝不等同于模拟工程师的工程设计过程,这两者有着根本性区别;另外,科学课程的教学目标与技术课程的教学目标、科学实验的内容与技术实验的内容也都存在着本质上的不同。

2.1 质疑与发问

质疑与发问必须从科学探究的角度出发,因为它涉及如何养成与提高学生的批判性思维能力^[18]。首先应该明确什么是质疑和发问:1)质疑不是简单地否定,而是经过深思后找出以前对事

物现象解释的疑点,并且要基于观察和思考提出问题。2)中小学科学课中的质疑与发问针对的对象,往往是人们对司空见惯的事物现象的约定俗成的理解。在科学课程教学中,对某事物现象的质疑与发问是培养学生科学思维能力、发展其问题解决能力的重要环节。

在科学课程教学中,启发学生质疑与发问可以通过设计一系列建立概念的教学活动来实现。例如:1)观察日活动:鼓励学生从生活中发现有趣的现象,进行详细观察并提出问题。2)科学探究小课堂:通过小组合作,开展头脑风暴相互启发对事物现象的质疑与发问。3)案例分析法:教师提供标准答案后,引导学生进行质疑和批判性思考,形成自己的理解。科学课程中的质疑与发问是打开思维之门的关键环节。

2.2 提出问题假设

问题假设并非随意猜测,而是要基于观察结果提出合理的推测。这个环节能够引导学生进行探索^[19]。引导学生进行问题假设的过程应该包括:观察事物现象、回忆已知知识,结合逻辑推理,提出对某一事物现象可能存在的原因或规律的合理推测。这一推测也许与人们日常对该事物现象的认识完全不同,或许会推翻一些常识。提出问题假设是科学探究过程中的重要一环。

在科学课程教学中,训练学生提出问题假设可以通过设计一系列逻辑命题的教学活动来实现。例如:1)小组观察与提问:将学生分成小组,每组观察一个自然现象,学生根据自己的理解提出假设。2)融合多学科知识:引导学生将已有的自然科学知识与自然现象联系起来,或将已有的社会科学知识与社会现象联系起来。3)情境化学习:通过情境模拟让学生更直观地提出假设。4)科技工具辅助:使用照片、视频或科技设备帮助学生更直观地观察现象。

2.3 建立思想实验

思想实验就是在头脑中搭建实验和完成实验。在进行真实的科学实验之前,科学家们总是先在自己的头脑中建立一个逻辑上的思想实验^[20]。对于学生,这意味着要在没有实物的情况下进行实验。思想实验是一种通过设计具体情境、引导学生用想象力和逻辑思维进行探索的方法。思想实验与传统的真实实验有所不同,更注重培养学生的科学思维能力、问题解决能力和创造性思考能力。

在科学课程教学中,帮助学生建立思想实验,

可以通过设计一系列以逻辑思维进阶为核心的教学活动实现。例如：1) 观察与提问：首先引导学生观察具体现象，发现问题，提出呈现问题的思路。2) 引导假设与实验设计：根据发现的问题，引导学生提出可能的解释与呈现问题框架结构。3) 模拟实验与验证：让学生在脑海中模拟实验过程，预测可能的结果。4) 总结与反馈：学生讲解自己的思路，教师通过提问帮助学生验证自己的设计在逻辑上是否正确。

2.4 形成科学判断

中小学科学课程中，帮助学生形成科学判断能力是教学的重要目标之一^[21]。它要求学生能够根据科学知识和逻辑推理，分析问题并作出合理的判断，即学会通过观察现象、检验假设、评估证据来形成科学结论，培养批判性思维精神，能够区分科学依据与非科学依据，从而形成科学判断能力。

在科学课程教学中，帮助学生形成科学判断能力，可以通过一系列逻辑判断的教学过程来实现。例如：1) 引入题目：通过视频片段、图片或生活场景引出问题，激发学生的兴趣。2) 知识梳理与传授：讲解相关科学知识，确保学生对基本概念有初步了解，同时结合多学科知识帮助学生形成整体性思维 (Holistic Thinking)。3) 案例分析：借助具体的科学案例展示科学家是如何进行研究和判断的，并通过这些案例帮助学生了解科学判断的逻辑过程。4) 分组讨论与合作学习：将学生分成小组，要求每组根据所学知识分析问题并给出答案。5) 逻辑推理训练：通过提问和引导，帮助学生学会如何从现象出发提出有逻辑性的假设，并检验这些假设是否合理。

2.5 进行实验验证

进行实验验证就是通过真实的实验验证前面的科学判断正确与否，而这个真实实验正是在之前那个思想实验的基础上搭建起来的^[22]。实验验证是科学课程教学的一个环节，这意味着需要准备一个实验课单，要了解如何设计和实施有效的实验验证过程，确保学生不仅理解理论，还能通过实践巩固知识。应该协助学生做实验准备工作，设计实验目标、材料、步骤、记录与反馈等方面。须注意学生的安全，明确每个操作步骤。此外，要考虑实验失败的情况，能够对失败的原因进行分析（是原假设错误，还是实验未能实现）。实验验证是学生掌握科学知识、培养逻辑思维能力和动手能力的重要途径。

在科学课程教学中，可以通过以下教学过程帮助学生进行实验验证：1) 实验材料的准备：根据实验主题选择合适的设备和材料，并确保设备和材料易于获取且安全性高。2) 搭建实验环境：根据实验需求，利用准备好的设备和材料组建实验系统。3) 进行实验：指导学生观察和记录实验现象，引导他们进行推理和比较。4) 小组展示与互评：如果是多组实验，应安排每个小组对自己的实验进行展示，并向其他小组陈述自己的发现。5) 反思与改进：让学生写实验总结，或教师设计一个改进实验的任务，让学生在已有基础上提出新的假设和实验方案。实验验证不仅是过程，更是巩固知识的重要方式。

2.6 分析与论证

分析与论证是科学探究过程中的重要环节，对培养学生的科学素养、科学思维方式和科学探究能力具有关键作用^[23]。分析通常是指对实验数据、观察结果或科学现象进行深入探究和理解的过程，它要求学生能够运用所学知识，结合实验数据或观察结果进行逻辑推理和归纳总结，从而揭示出隐藏在数据或现象背后的科学规律或原理。论证则是指运用科学证据来支持或反驳某个科学观点或假设的过程，它要求学生能够运用所学知识，结合实验证据或理论依据对某个科学问题或观点进行有理有据的阐述和证明。分析与论证是在科学实验验证的基础上进行的，是对假设、判断、验证的科学现象得出最终结论的关键步骤。

在科学课程教学中，帮助学生进行分析与判断，可以通过一系列逻辑论证的教学过程来实现：1) 引入实验现象：展示相关的实验现象或案例，激发学生的兴趣和思考。2) 提问与引导：通过开放性问题引导学生分析现象背后的原因，从感官层面入手对现象进行初步分析。3) 引导假设与推理：引导学生提出科学假设，并结合已知知识进行推理，从现象出发，提炼科学规律。4) 结合实验数据：根据相关实验引导学生观察数据背后的逻辑关系，数据分析是推理的基础，能够帮助学生将感官现象与物理规律联系起来。5) 引入相关知识：引导学生结合已学知识作进一步论证。6) 案例分析与讨论：设计相关案例，引导学生进行小组讨论，通过讨论逐步分析问题原因和逻辑关系。7) 引导总结与反思：引导学生对自己的推理过程进行总结，反思自己的逻辑推理能力，并提高批判性思维。

3 中小学科学教育中的逻辑教学体现

中小学科学教育中的逻辑教学是一个全方位、多层次的过程，它通过一系列具体而生动的教学活动潜移默化地影响学生的思维方式和科学素养，为学生的全面发展奠定坚实基础。

3.1 概念（内涵与外延）

概念是人对事物本质的思维规定。几乎所有的逻辑学教程都是从讨论概念开始，这是因为人类头脑中形成的事物概念，正是通过逻辑思维过程建立起来的。研究逻辑学的目的就是希望通过正确的逻辑推演对事物建立起正确的概念。

3.1.1 概念的内涵

一个事物概念的内涵就是该事物的本质属性。但是对事物本质的认定却是一个非常复杂的问题。事物的本质可分为本体本质和实践本质，本体本质是该事物相对于人类这个主体而认定的本质属性，而实践本质则是在不同领域中、不同语境下人们对该事物本质的认定^[24]。所以对该事物概念的内涵也就存在着不同的理解。例如，食盐这个事物概念的内涵，从本体本质出发，它的本质属性是人类生存不可或缺的物质。而从实践本质出发，物理学认为，它的本质属性是结晶体、味道咸、易溶于水等；化学认为，它是具有分子式NaCl的化合物。

3.1.2 概念的外延

一个事物概念的外延就是对该事物进行分类和与其他属性不同而又相似的事物进行区分。能够对该事物进行分类和区分说明掌握了该事物的本质属性，例如，食盐可分类为井盐、海盐、矿盐等，而食盐应与非食盐类镁盐、钾盐、钙盐等进行区分。在建立事物概念的过程中，对其外延的理解往往比对其内涵的理解显得更为重要。

3.1.3 概念的界定

对事物概念的界定一般从两个方面进行：一是从事物概念的内涵出发，即给该事物下定义；二是从事物概念的外延出发，即对该事物作聚类。定义是对事物本质属性的语言表达，但因事物具有本体本质和众多实践本质，所以事物概念的内涵界定就会存在许多不同的定义。聚类则是根据与该事物相同属性和非相同属性事物的性质作类型区分。

两种概念界定的方法在中小学常规教学中经常出现，而考查学生概念建立的情况，则常使用事物概念外延聚类的方法。学生的认知过程其实就是对事物概念建立的过程，评价学生的认知则是通过学

生对该事物概念内涵与外延的掌握而认定的。为了让学生对某事物建立概念，教师经常会说：“不要死背定义，要理解概念。”在实际测量中，多采用多项单选题，而题目开列出的各个选项就是事物概念外延的不同类型。进行科学教育的首要任务是要厘清科学的概念，背诵科学定义不是一个好办法，区分科学与非科学，区分科学与技术，在它们之间划清界限、厘清边界，将科学概念作聚类，这才是掌握科学概念的最佳方法^[7]。

3.2 推理（归纳与演绎）

归纳与演绎都是逻辑推理重要的组成部分。归纳与演绎相辅相成，共同构成逻辑推理的完整体系。

3.2.1 归纳推理

归纳推理是从一系列具体的事实或观察中提炼出一般性的结论或规律的过程，通过对个别实例的研究概括出普遍性的原理，是一个从特殊到一般的认识和理解世界的过程。

科学研究从逻辑上讲是一个严谨的归纳过程。它通过对实验数据、观测事实和已有理论的系统整理与分析，逐步推导出普遍性的结论。科学研究的成果集中体现为科学发现，这些发现具有唯一性和不可替代性，是对自然界新规律、新现象的首次揭示。科学创新因其开创性和独特性，往往被誉为原创，代表着从0到1的突破性进展，是人类智慧在探索未知领域的璀璨结晶。

3.2.2 演绎推理

演绎推理是从一般性的前提出发，通过逻辑推导得出个别或特殊结论的方法，它依据已知的原则或定律推导出新的、特定的结论，确保了推理的严谨性和必然性，是一个从一般到特殊的实践过程。

技术实现从逻辑本质而言，是一个严谨且系统的演绎过程。这一过程的终端产物，即技术实现的成果，体现为各式各样的技术发明。技术发明以其丰富的多样性，展现了人类智慧的无限可能。而技术创新并非从无到有的原创性突破，而是基于已有的技术基础，实现从1到n的增值与创新。这一过程涵盖了技术的改进、优化、整合与再创造，是推动技术进步与产业升级的关键力量。

3.2.3 科学教育中的归纳与演绎

科学研究是一个逻辑归纳过程，在中小学科学课程教学中让学生模拟科学家进行科学研究过程的教学策略，在逻辑上就是进行归纳。它的实现序列为：质疑与发问→提出问题假设→建立思想实验→

形成科学判断→进行实验验证→分析与论证。这在前文中已经详细讨论。但是应该指出,这个序列中的“进行实验验证”部分应属于逻辑演绎。

3.3 命题(充分与必要)

充分性与必要性都是逻辑命题的重要属性,在逻辑推理中起着至关重要的作用。在逻辑学中,充分性和必要性是相互关联的,但又是不同的概念。

3.3.1 充分性

充分性指的是某个条件或前提能够确保某个结论成立。如果条件A是结论B的充分条件,那么当A成立时,B必然成立。这种关系在逻辑上表达为“如果A,则B”。充分性确保了逻辑推理的确定性,即只要满足了一定的前提就可以得出确定的结论。

3.3.2 必要性

必要性则是指某个结论的成立必须依赖于某个条件或前提。如果条件A是结论B的必要条件,那么B的成立必然伴随着A的成立。这种关系在逻辑上可以表达为“只有A,才B”。必要性强调了逻辑推理中的不可或缺性,即要达到某个结论,必须满足某些基本的前提或条件。

3.3.3 科学教育中命题的完备性

命题的完备性即同时满足充分性与必要性。在中小学科学课程教学中,当学生模拟科学家的研究过程并面对科学问题的提出时,体现命题的完备性是一个重要的过程。在科学课程教学中,虽然我们要求学生构建严格的公理系统,但命题的完备性理念仍然有助于他们形成严谨的科学思维。这要求学生提出的科学问题或假设能够全面、准确地反映所研究的科学现象,同时其结论或预测能够基于充分的证据和逻辑推理得出。在科学课程教学中,充分性体现在学生提出的命题或假设能够基于已有的科学知识和逻辑推理,合理地预测或解释科学现象;必要性体现在学生提出的命题或假设能够准确地指出导致特定科学现象出现的必要条件。为了帮助学生更好地理解 and 体现命题的完备性(满足充分性与必要性),教师可以结合具体的科学实例进行教学,让学生不仅能够深入理解科学现象的本质和规律,还能够逐步培养起严谨的科学思维和命题能力。

3.4 定律(三段论)

三段论在逻辑学中占据着举足轻重的地位,是最为普遍使用的一种推理定律。三段论通过两个前提——一个包含大项和中项的命题(大前提)和一个包含小项和中项的命题(小前提)——来推导出结论。这种推理结构严谨、条理清晰,能够确保从

已知的前提中推导出新的结论。在中小学科学教育中,三段论逻辑定律的应用具有重要意义,不仅有助于学生构建严谨的逻辑思维体系,还能提升他们的推理能力和问题解决能力。

3.4.1 概念构建与理解

在中小学科学教育中,学生需要掌握大量的科学概念。通过应用三段论逻辑定律,教师可以帮助学生构建和理解这些概念之间的关系。

3.4.2 推理能力提升

三段论逻辑定律的应用能够显著提升学生的推理能力。在科学实验中,学生经常需要根据实验现象和已知的科学原理进行推理。通过三段论逻辑训练,学生可以更加熟练地运用已知信息进行逻辑推理,从而得出正确的结论。

3.4.3 问题解决策略

在中小学科学教育中,学生经常需要解决各种实际问题。三段论逻辑定律为学生提供了一种有效的问题解决策略。通过明确问题的大前提和小前提,学生可以更加有条理地进行分析和推理,最终找到问题的解决方案。

3.5 判断(价值判断、认知判断、经验判断与科学判断)

在中小学科学教育中,逻辑判断是学生将已知信息、经验和观察结果转化为科学结论、问题或假设的核心能力。逻辑判断分为科学判断、认知判断、价值判断和经验判断,其中科学判断能力^[10]是在科学教育中重点关注的中小学生学习科学素养。如图1所示,科学判断能力应该是在定量测量实验结论和逻辑推理客观思考基础上建立起科学概念的核心素养。中小学科学教育中的逻辑教学在上述教学活动中得以深刻体现。它贯穿理论知识的讲授,让学生在理解科学概念和原理时学会运用逻辑思维进行分析和推理,还融入实验操作的指导里,体现在科学问题的探讨与解决上。

4 结束语

本文全面且深入地剖析了逻辑学教学在中小学生学习科学素养构建中所起的关键作用。科学素养的核心要素包括逻辑思维能力和科学实验能力两大板块,其中,逻辑思维能力和科学实验能力在科学教育体系中占据着基础且举足轻重的地位。采用多元化的教学策略,能够显著提升中小学生在科学教育领域的逻辑思维能力。为实现中小学科学教育的既定目标,强调将科学家的逻辑思维过程融入教学策略,通过借鉴与

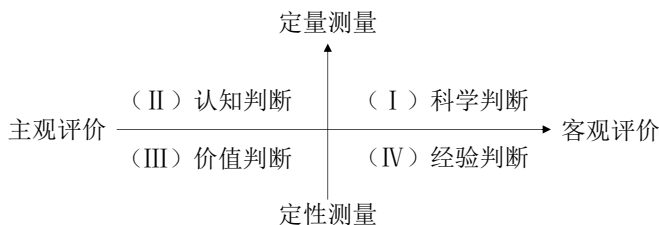


图1 科学判断能力

模仿更为高效地推动科学教育深入发展。科学教育旨在培育并增强学生的科学理性思维能力，而逻辑思维正是这一能力的精髓所在。因此，本文极力倡导打破传统教育观念的桎梏，积极探索并实践多样化的教学方法，以期在中小學生群体中实现科学素养水平的全面提升。此外，本文还系统阐述了逻辑学的基本内容和分类，并详细分析了我国中小学阶段逻辑学课程设置现状。值得注意的是，尽管我国中小学传统上并未单独设立形式逻辑课程，但在科学教育的各个环节中，逻辑学相关知识与应用无处不在。这一现状更加凸显了在中小學生科学素养培养中强化逻辑学教学的重要性和迫切性。

5 参考文献

- [1] 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[A/OL]. (2023-05-29) [2024-12-07]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A29/202305/t20230529_1061838.html.
- [2] 那日苏. 科学技术哲学概论[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2006:206.
- [3] 王小平, 王丽军, 寇志起. 物理学史与物理学方法论[M]. 北京:机械工业出版社, 2019:70.
- [4] 爱因斯坦. 爱因斯坦文集:第1卷[M]. 许良英, 范岱年, 译. 北京:商务印书馆, 1976:304.
- [5] 阎金铎, 潘仲茗. 现代教学方法百科全书[M]. 石家庄:河北教育出版社, 1992:408.
- [6] 刘泽乾, 丁长虹, 杨林. 创造性教育研究[M]. 长春:吉林人民出版社, 2020:91.
- [7] 艾伦, 李鼎. 科学教育应从区分科与技开始[J]. 中国教育技术装备, 2024(23):7-11.
- [8] 吴格明. 逻辑学基础[M]. 南京:南京师范大学出版社, 2023.
- [9] 王新武, 卞慧, 郑科红. 逻辑学教程[M]. 成都:电子科技大学出版社, 2020.
- [10] 艾伦. 中英中小学教育装备比较研究[M]. 北京:首都师范大学出版社, 2023:100.
- [11] 刘漠. 一读就能用的逻辑学[M]. 武汉:长江出版社, 2022.
- [12] 曾昭式. 包容与拒斥:逻辑学东渐命运研究[M]. 长春:吉林人民出版社, 2002:41.
- [13] 国家教育委员会社会科学司. 人文社会科学研究现状与发展趋势:高校“八五”科研规划咨询报告选[M]. 北京:高等教育出版社, 1995:69.
- [14] 范蔚, 褚远辉. 比较课程论[M]. 北京:人民教育出版社, 2012.
- [15] 英伯, 吉尔. 美国教育法[M]. 3版. 李晓燕, 申素平, 陈蔚, 译. 北京:教育科学出版社, 2011.
- [16] California Department of Education. Reading/Language Arts Framework for California Public Schools: Kindergarten Through Grade Twelve[EB/OL]. [2024-12-17]. <http://www.cde.ca.gov>.
- [17] National Research Council. Next Generation Science Standards: For States, By States[M]. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2013.
- [18] 理科教学标准组. 初中理科实验测评与装备标准[M]. 沈阳:万卷出版公司, 2022:18.
- [19] 毛加宁, 王朝君. 小学科学教学方法论[M]. 成都:四川大学出版社, 2022:74.
- [20] 成素梅. 科技时代的哲学探索[M]. 上海:上海人民出版社, 2022:164.
- [21] 吴岱明. 科学研究方法学[M]. 长沙:湖南人民出版社, 1987:291.
- [22] 杨国青, 徐文彬, 彭小虎. 要素重构:学校课程建设的思考与实践[M]. 青岛:中国海洋大学出版社, 2018:255.
- [23] 叶宝生. 小学科学学科知识解析[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 2023:460.
- [24] 艾伦. 教育装备本质论[J]. 中国教育技术装备, 2022(16):1-6.