应用教学切片分析方法　优化证据推理能力培养

——以“牛顿第一定律”为例

毛嫣汝　方华基

（杭州师范大学经亨颐教育学院　浙江　杭州　311121）

摘　要：证据推理作为科学思维的重要组成部分，是科学课程学习的目标和学生学习能力的体现.本研究以“牛顿第一定律”录像课为例，利用课堂观察的方式，结合教学切片案例分析方法，得出促进学生证据推理能力发展的四条有效路径：问题驱动，抓住证据推理能力的培养时机；情境创设，充裕证据推理信息的多样类型；活动丰富，实现证据推理方法的灵活应用；目标导向，引导证据推理结果的掌握落实.

关键词：证据推理；课堂观察；牛顿第一定律；切片分析

中图分类号：G633.7　　**文献标识码**：B　　**文章编号**：1008-4134(2024)02-0040-04

教育部颁布的《义务教育物理课程标准(2022年版)》(以下简称“新课标”)中指明核心素养的培养要求，提出核心素养是学生发展所必备的价值观、品格与能力，这高度体现课程的整体性、反思性、实践性的特点，具有独特的育人价值[1].科学思维作为核心素养的组成部分，包含模型建构、科学推理、科学论证、质疑创新等内容[2].科学思维具有形象性与抽象性统一、近似性与精确性统一的特点，是学生认识客观事物、理解自然规律所必备的能力[3].证据推理作为科学思维的一部分，对科学学科教学的研究和探索有其独特的价值.

课堂观察作为听评课的一种研究方法和评估工具，有助于分析教学有效性，实现教学质量的提升[4].借助教学切片法对课堂教学进行分析，通过对教师具体化教学现象的拆解与细致观察，得出优秀教师在优秀课堂中的教学技巧，为其他教师在教学中有效促进学生证据推理能力的培养提供指导，也为学生证据推理能力的提升提供反馈与评价.因此本研究以“牛顿第一定律”为例，对教学实录视频进行切片分析，挖掘教学过程中对学生证据推理能力培养的方法，并在此基础上探讨促进学生证据推理能力发展的有效路径.

1　有关证据推理的理解

1.1　证据与证据的分类

证据指的是证明事物真实性的事实依据[5].证据是一种信息，根据来源的不同，证据可以分为直接证据和间接证据[6].直接证据是指学生通过亲身经历而得到的第一手资料，例如实验现象、日常生活经验等；间接证据指文献中的观点、材料和理论，例如教师所讲的内容、学生课本知识等.本研究的证据是指通过某种方式取得的能对自身观点或判断进行支撑的材料，其与学习的对象和结果直接相关.因此，证据具有指向性、真实性、相关性的特点.

1.2　推理与推理能力

推理一词来自皮亚杰的认知发展阶段理论，他提出在思维发展的形势运算阶段，儿童脱离对具体事物的感知依赖，进而使思维向推理、论证等抽象思维转变.推理是指由已知材料推导判断出未知的思维形态[7]，是根据某一类判断来得出另一类判断的思维过程[8]，是思维的基本形式之一.对于新知识的学习来说，推理过程涉及到三个要素：一是推理的前提，即证据来源——事实材料；二是由材料到新知的推理方法；三是推导出的未知判断结果，即新知识的生成.推理根据思维方向的不同可以划分为演绎推理、归纳推理、类比推理和溯因推理，其具体含义详见表1[9].推理能力是事实收集与甄别(证据筛选)、推理方法(证据应用)、推理结果表征等技能的综合.推理能力关系到推理活动的效果，是在推理活动过程中形成、发展并体现出个体相对稳定性的心理特征之和[10].

基金项目：2022年度浙江省教师教育规划课题“知识生产视域下中学名师教学主张生成路径研究”(项目编号：ZD2022002)；杭州市2022年教育科研课题“强化证据意识提升师范生课堂观察能力实践研究”(项目编号：2022JSJY003).

作者简介：毛嫣汝(1999-)，硕士研究生，研究方向：科学与技术教育；
方华基(1968-)，博士，副教授，研究方向：物理教育、科学教育.

表 1　推理的类型、具体内涵和思维方向

类别	具体内涵	思维方向
演绎推理	由一般指向特殊的推理.最常见的形式是直言三段论	前提→说明→结果
归纳推理	由特殊指向一般的推理	现象→说明→结果
类比推理	由个别指向个别或类指向类的推理	旧→新
溯因推理	由事实或现象指向原因的推理	现象→说明←结果

1.3　证据推理的路径

新课标中强调科学推理是“基于事实证据和科学推理对不同信息、观点和结论进行质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造性见解的品格与能力”[11].另有研究者提出证据推理是在科学学科的学习情境中,基于自身经验、问题情境来收集、识别、筛选、转换、形成证据,并利用证据进行判断、推导,最终获得结论、解决问题的综合能力.其强调的证据是与科学学科相关的内容,并要求在此过程中体现科学推理思维[12].由此可见,证据推理要求学生将大量事实内容与问题连结,在收集事实的基础上初步判断出事实的真伪以筛选出证据,进而基于证据推理判断得出结论、获得新知.其中,证据推理的方法包括演绎、归纳、类比、溯因等.

学生经历的证据推理过程有两条路径.路径一是“事实→证据→结论”;路径二是“事实→证据←结论”(如图 1 所示).事实是进行证据推理的前提,其内容可以是学生学过的知识等.但此时的事实还处于杂乱无章的状态,与问题无关.证据是证明观点或支撑判断的事实,只有能够作为支撑的“真”事实才能成为证据.结论与知识点高度相连,是对驱动性问题的解答.在第一环节,教师要给出驱动性问题,该类问题是直接指向新知识点的核心问题.学生要从问题解决的目的出发,在大量事实中筛选出相关材料,将事实转化为证据.第二环节中教师要提出辅助性的问题来引导、帮助学生进行推理.辅助性问题是驱动性问题的分解,其本质是回答驱动性问题的支撑材料.若学生能依靠自身能力根据证据对问题进行推理与判断并得出结论、实现问题的解决,教师也能免除辅助问题的支架建构.此外,学生在第二环节也能先对问题进行猜想,依据猜想找寻证据.若能得到支撑结论的证据,则猜想被肯定,学生获得新知[13].

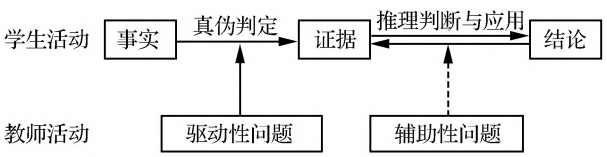


图 1　证据推理能力培养实践

2　基于证据推理的课堂分析

2.1　研究对象

本研究选取浙江省 S 中学某教师的初中科学“牛顿第一定律”录像课为分析对象,授课对象为七年级学生.该课程曾获得优质课评比奖项,具有借鉴意义.本课选自浙教版《科学》教材,其中包括牛顿第一定律、力与运动的关系、惯性三个知识点,本次授课为第一课时,主要围绕前两个知识点教学.

2.2　案例分析

2.2.1　重演历史,展现演绎推理

历史是学生学习的间接材料,从重演历史的角度厘清科学发展走向,体验演绎推理过程(如图 2 所示).

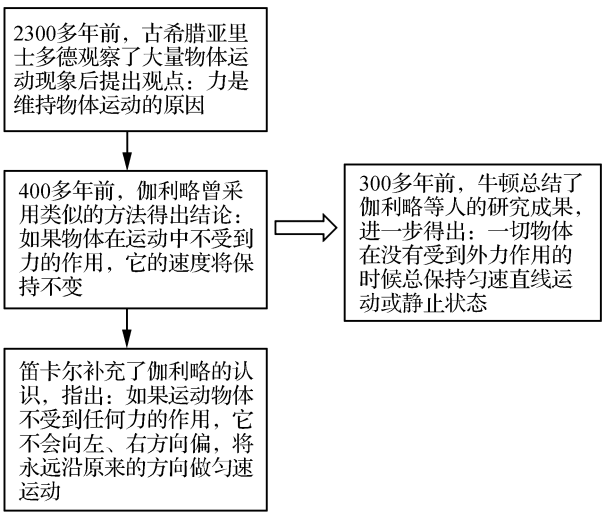


图 2　牛顿第一定律发展的科学史

片段 1　牛顿第一定律是怎么得出来的?

教师以视频播放的形式带领学生从旁观者角度了解科学发展史的整体脉络,提出辅助性问题“如果你是亚里士多德、伽利略、笛卡尔等人,你是怎么得出当时的结论”?让学生回忆先前信息,并运用角色扮演的方式对信息进行再一次提取,带领学生“亲身经历”历史,展现出演绎推理过程[14].

教学解读:演绎推理遵循“前提→说明→结果”顺序(见表 1).牛顿第一定律发展史的过程是综合推理的过程.其中,各位科学家的研究是建立在前人研究的基础之上,即前人的观点在当时被认为是正确的,因此在科学史发展中可以体现出演绎推理的内容.演绎推理的直言三段论包含大前提(已知的一般原理)、小前提(特殊情况)、结论三个方面.例如牛顿在伽利略研究的基础上,通过对运动状态的研究得出结论,这一过程属于演绎推理.对于学生来说,证据出现在小前提的研究过程中,使收集的事实转为证据.

在这一片段中,牛顿第一定律的发展历程为本教学环节的驱动性问题.教师通过提问的方式围绕牛顿

第一定律的提出进行教学.对于学生自身,他们好似是在教师的引导下体验如同科学家思考般的推理过程,并不断完善“自身”观点,最终得出结论.对于教师来说,借由已然发生的演绎推理过程进行教学,将真实发生的大量信息展现在学生面前,让学生能够自由地从这类信息中找出支撑自身观点的证据,并在头脑中对问题进行说明,最终得出结论,获得新知.在此过程中,学生具有自主性的回答是能力提升的一大体现,学生能基于事实和科学推理,通过类似角色扮演的形式对不同信息、观点和结论进行质疑和批判,予以检验和修正,进而提出创造的见解.

2.2.2 实验观察,进行归纳推理

以亲身实验让学生挖掘直接证据,基于对现象观察的结果来推动归纳、推理的发生.

片段2 阻力对物体运动有什么影响?

师:“不同阻力对物体运动影响”的探究实验中观察的是什么?

生:小车在平面运动的距离.

师:距离长短说明什么?

生:运动的距离越长说明受到的阻力越小.

教师通过提问的方式提示学生有关实验的注意事项后,学生独立实验并完成课件上的实验记录表(见表2).

师:通过这个实验可以得到什么结论?

生:水平面越光滑,小车运动时受到的阻力越小,运动的距离越长,速度减小得越慢.

表2 不同阻力对物体运动的影响记录与处理表

实验次数	表面材料	表面粗糙程度	阻力大小	滑行距离	小车速度减小的快慢
1	毛巾	最粗糙	最大	最短	最快
2	棉布	粗糙	较大	较长	较快
3	木板	较平滑	较小	长	较慢
4	玻璃	更平滑	更小	更长	更慢
推理	无摩擦力平面	光滑	0	无限	不变

教学解读:归纳推理是从特殊指向一般,实现“结果→说明→前提”过程的思维方法.通过对大量具体事例的观察与分析进行归纳,从中找出一定共性与规律,进而形成一般性的结论.这是从已知推导未知的过程,实现原有认知的扩大.在这一过程中,证据可能出现在任何已知范围内的事实材料中,学生则通过对已知内容的事实材料收集得出证据进而推理出新知.

在片段2中,学生在实验探究中收集与“阻力对物体有何影响”这一驱动性问题相关的事实,对事实进行筛选并将其转化为支持自身观点的证据.教师则通过“小车在平面运动的距离”这一现象对学生构建起辅助性支架,使他们厘清距离与阻力的关系,进而推测阻力与物体运动的关系,最后基于实验现象得出结论.

2.2.3 方法迁移,实现类比推理

从不同实验的比较中找出共性方法,把前认知的直接证据迁移到新知识学习中,实现类比推理的推进.

片段3 无摩擦平面上小车的运动状态是怎么样的?

师:回想一下“声音的传播”实验,这个实验可以做到绝对真空吗?

生:不能.

师:那是怎么得出结论的?

生:随着出气声音越来越小,按照趋势来推测真空状态下听不到声音.

师:将其与本次实验探究进行类比,阻力和运动的关系能否继续推测用更光滑的材料会有什么现象?

学生根据问题完成表2中最后两行的填空.

教学解读:类比推理通过找出两个或多个对象间的相似性进而从该相似性推导找出其他未知.这是由旧到新的过程,其一大特征便是迁移应用.类比推理可以帮助学生理解新的概念或问题,从问题解决中创造出新的观点.对于类比推理,学生能转化的证据不仅来源于亲身体验到的事实,更来源于旧知识、旧方法.

在片段3中,教师以看似与本节课无关的“声音传播实验”作为引入,实际上是为学生更深层次的学习提供支撑.两实验的共同之处在于都采用“实验+推理”的方法,顺利让学生从已知到达未知,将未知转化为已知.声音的传播作为学生的前置知识,教师以巧妙的方式教学为学生学习搭建好桥梁,实现“小车运动状态”这一核心问题的有效解决.通过前实验、前方法的辅助问题教学更让学生对先前知识进行回顾,属两全其美之策.

2.2.4 探讨问题,完成溯因推理

对小车运动开展受力问题的探讨,借由新知的间接证据追溯现象发生的本质与原因,完成溯因推理进程.

片段4 小车是如何受力的?

师:请大家画出手推小车使小车向右运动,放手后小车的受力示意图.

学生绘图结果如图3所示.

师:同学们认为应该是哪种画法?为什么?

生:同学乙.小车受到重力、地面给它的支持力和阻力.因为手已经离开小车,所以它不受到推力.因此在水平面上小车只受到阻力,最终停下来.

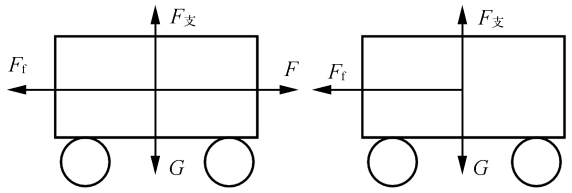


图 3　小车的受力示意图

教学解读:溯因推理是在前提和结果间构建联系的过程,其侧重于对理由的阐述和理解,通过对现象和结果的观察来推测产生该现象和结果的条件或原因,对学生解决问题、了解事物本质有促进作用.在溯因推理中,证据主要来源于收集到的事实信息.

在片段 4 中,教师抛出情境性驱动问题,学生的回答出现两种类型.同学甲的遗漏点在于没能很好地理解“力”与“物体接触”间的关系,故而推理过程出现瑕疵.教师通过第三位同学点评的方式,使学生的推理过程具象化,这不仅给同学甲这类群体提供推理思路,更给同学乙这类群体赞同的积极情绪,激发其深入推理的积极性.对于这一环节,教师给“力和运动关系”这一核心知识要点的教学套上小车的壳,便于学生进行证据的收集,并让学生能利用具体事物进行分析,促进结论的得出.

3　基于证据推理教学有效路径的思考

3.1　问题驱动,抓住证据推理能力的培养时机

在实际教学中充分给予开放性的问题、创设情境,使问题与核心知识有明确指向性,让学生能够从大量的事实中提取“真”信息.在抛出问题后,教师需要在学生有思考困难时给予提示通过再一次提问引导来补充其遗漏掉的信息,使学生能得出下一环节的思考结果.因此,教师在教学时要多对学生进行提问,在学生表达自身观点的同时给学生提供支架,为学生的证据推理给予充分可能,有效地抓住培养能力的机会.

3.2　情境创设,充裕证据推理信息的多样类型

证据推理的前提是大量事实信息,教师的言语说明、课件展示,学生的先前知识、实验数据等都可以成为证据推理的材料.事实内容在问题情境框架内提供的量越大,学生能收集筛选、识别转化的证据就越多,更能为推理并判断出最终结果提供机会.教师通过间接、直接的形式提供多样化的情境信息,予以学生多元的锻炼,使其在引导下实现对各类推理的迁移运用.因此,教师要注重信息呈现的多样性,通过多种情境的创设让不同信息充斥于整个课堂,贯穿于教学始终.让学生在课堂中通过对证据推理的多次使用而发展出证据推理意识,能够在其他背景、信息材料中完成推理,实现能力的发展.

3.3　活动丰富,实现证据推理方法的灵活应用

单一的证据推理类型存在明显的局限性,不同的证据推理类型对应不同解决问题的方法.教师要转变自身教学形式、丰富教学活动来使学生体验多类型的证据推理,丰厚学生推理经验,促进学习方法的迁移转化.因此,教师要设计多类教学活动,根据不同推理方法的特征设置针对性的教学内容,为学生熟练掌握推理方法提供平台,使证据推理能充斥在各种问题解决的过程中,达成方法的灵活运用,推进学生推理能力的提高.

3.4　目标导向,引导证据推理结果的掌握落实

在课堂中,推理的结果与新知有着直接关系.可以说,教学的焦点在于新知识的掌握.以问题引导学生应用新知解决问题,检查其对知识的熟练程度,让学生能在教师的预设下实现目标的达成、知识的理解.在证据推理过程中,教师不断给予问题指引,学生的回答在引导过后可以向着教师预想的方向发展,进而得出最终答案.因此,教师在实际教学中应该紧扣教学目标,以学生的知识掌握为第一要务,围绕知识点开展教学.从知识要点出发确定目标,实现推理结果向新知出发,落实学生核心要点的掌握,在知识学习中成就能力生长.

参考文献:

[1]崔允漷,张紫红.义务教育课程改革的愿景、使命与方向——专访华东师范大学崔允漷教授[J].教师教育学报,2023,10(01):1-10.

[2][11]中华人民共和国教育部.义务教育物理课程标准(2022 年版)[S].北京:北京师范大学出版社,2022.

[3]胡卫平.深入理解科学思维　有效实施课程标准[J].课程·教材·教法,2022,42(08):55-60.

[4]李仰.“目标”视角下的初中物理课堂观察再思考[J].中学物理,2021,39(24):2-5.

[5]中国社会科学院语言研究所词典编辑室.现代汉语词典(第 6 版)[M].北京:商务印书馆,2013.

[6]姚国平.试论基于证据的生物学教学[J].生物学教学,2020,45(06):20-22.

[7]罗玛.从科学推理到证据推理:内涵的探讨[J].化学教学,2019(09):3-6.

[8][10]吴宏.推理能力表现:要素、水平与评价指标[J].教育研究与实验,2014(01):47-51.

[9][12]杨梅,莫尊理.化学学科证据推理研究与实践[J].化学教学,2022(06):3-7.

[13]郭振强.基于证据课堂下概念教学的科学建构[J].中学物理,2022,40(04):9-12.

[14]俞国富.科学推理及其在高中物理教学中的策略[J].中学物理,2019,37(09):20-24.

(收稿日期:2023-09-16)