

Research on CER-Based Argumentative Teaching Strategies in Primary Science Education: A Case Study of “The Role of Wind”

Jingjing Ye

Daguan Primary School, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

Scientific thinking constitutes the core of scientific literacy, and primary science education emphasizes cultivating students' scientific reasoning. By implementing the CER model (Conduct, Evaluate, Reflect) in argumentative teaching, students are guided to formulate scientific questions through observation, design experiments to gather evidence, and construct scientific explanations using evidence-based reasoning. This paper examines the lesson “The Role of Wind” to explore practical strategies for creating authentic problem-driven scenarios, conducting evidence-based scientific practices, and developing scientific explanations through collaborative reflection. The process effectively enhances students' analytical, inductive, and dialectical thinking skills.

Keywords

scientific thinking; argumentative; scientific practice

基于科学思维培养的小学科学CER论证教学策略研究——以“风的作用”为例

叶晶晶

杭州市大关小学，中国·浙江 杭州 310000

摘要

科学思维是科学素养的核心要素，小学科学课堂注重学生科学思维的培养。基于CER模式引入论证式教学，让学生基于观察提出科学问题，设计实验取证，利用证据构建科学解释发展学生思维。本文以《风的作用》一课为例，深入探讨创设真实情境驱动问题、有效科学实践获取证据、研讨反思构建科学解释的实践策略，并在此过程中发展学生分析思维、归纳思维和辩证等科学思维。

关键词

科学思维；论证式；科学实践

1 引言

2022版科学《新课标》明确指出小学科学思维是科学学科素养的核心。让学生在科学探究与实践中掌握基本思维方法，形成科学思维能力，促进学生科学核心素养的发展。推理论证是科学思维的重要组成部分，推理论证贯穿于科学实践的整个过程。其目的是让学生基于证据与逻辑，运用分析与综合、比较与分类、归纳与演绎等多种思维方法，建立证据与解释之间的关系并提出合理见解。小学科学实践中基于CER模式进行论证式教学有助于学生更好地理解科学知识与发展科学思维。

【作者简介】叶晶晶（1985-），女，中国浙江义乌人，本科，小学高级教师，从事小学科学思维教学研究。

2 现状审视：小学科学论证式课堂的现实困境

《新课标》在小学学段科学思维培养目标中，对运用证据推理论证的明确要求。第三学段中指出：针对具体问题提出假设，基于交流情境提出观点，建立证据与假设或观点之间的联系。在科学课堂实践中开展推理论证教学，就是要让学生经历科学家的论证过程，重在引导学生基于经验、数据或证据来创造、支持、反驳或改进科学观点，从而得出经过验证的、可信的结论。笔者在课堂实践中发现存在以下问题，具体如下：

2.1 情境失趣，缺少推理论证的实践动力

在科学课堂教学实践中，教师由于缺少设计引发推理论证的真实情境，以至于学生没有参与推理论证的有效的科学驱动性问题，产生多种猜测，无法支持后续科学实践的开展。

2.2 有论无证，忽略了推理论证的证据获取

在推理论证的过程中是需要有效证据的支撑的，如果只有推理论证的形式而缺少有效的证据支撑，以至于推理论证展开不充分，研讨交流流于形式，也就无法形成基于实证的科学解释，也就无法支持学生科学思维的发展。

2.3 有证无论，忽略了基于证据的推理论证

学生经历了科学实验操作也进行了实验现象的记录、数据的搜集和证据的获取，但是却忽视了基于证据的有逻辑性的科学质疑、解释和推理论证的科学表达，学生思维无法进行深入的参与，科学思维也就无法得到发展。

3 理论依据：CER 框架理论

本文采用的是 CER 论证教学模型。CER 论证教学模型主要包括三个要素：主张 (Claim)、证据 (Evidence)、推理 (Reasoning)，其论证模型框架如图 1 所示。CER 理论是指向科学素养发展的科学论证框架，是用于科学现象或事件的一种论证逻辑，是一种培养学生高阶思维能力的方法。利用该模型让学生经历“提出主张—寻找证据—逻辑推理—完善主张”的过程，逐步规范科学记录、交流表达及思辨质疑的方式，以此提升学生的科学论证能力，发展科学思维。



图 1 基于 CER 框架的论证教学模型

4 实践探索：小学科学论证式课堂教学实践策略

以教科版小学科学五年级上册《地球表面的变化》单元中《风的作用》为例，通过创设真实问题情境问题聚焦，采用逆向思维的方法，提出驱动性问题“魔鬼城的地貌是什么力量塑造而成的？”以此确定“收集证据证明风的作用可以改变地球的地形地貌”为本课的微项目任务。学生解释分析任务，提出科学假设，再根据假设初步得出主张，学生在教师的引导下寻找相关证据，通过设计模拟实验、查阅资料、数据分析等运用观察、分类、比较等方法，对科学现象进行描述和分析。再利用类比、归纳、演绎等思维方法进行推理论证实证再思，再次完善主张，在实践中有以下策略。

4.1 主张初立：创设真实情境，促问题聚焦

建构主义学习理论认为学生通过真实情境中主动探究建构知识，通过创建一个与学生的生活经验相关的情境，引发学生的兴趣，参与后续的研究；另外真实情境创设有助于引发驱动性问题，在驱动性问题的引领下，学生经历“提出问题—设计方案—收集证据—推理论证”的完整科学实践

过程。

4.1.1 情境化问题创设，激发思维参与

真实问题情境的创设，基于生活中存在的问题，让学生有体验感。“问题”的设计可以来源于教材、来源实验现象，也可以来源于生活及社会性问题。如教学《风的作用》创设生活中的真实情境。

【教学片段】

师：近年来，新疆旅游很热门，老师今天给大家带来了一段视频

师：那这些与众不同的地形地貌是如何被塑造出来的？可以根据生活经验说说你的看法。

生猜测：我猜测是沙的作用、风的作用导致的。

师：出示视频里出现的几种地形地貌：

你们认识这些地貌吗？叫什么名称？它们分别有什么特点？

（出示：戈壁、风蚀蘑菇、沙漠）

师：这些地貌为什么会如此不同？可能是哪种自然力量造成的？

在以上教学片段五上《风的作用》的情境中，教师播放视频带领大家领略新疆的美景——《荒漠美景、敦煌雅丹》。通过创设美丽的独特的雅丹地貌的新疆自然景观，由于大部分同学未曾到过，对新疆的地形地貌产生了浓厚的兴趣，激发学生的学习欲望，促使其主动分析思考与科学探究有关的问题。通过对比观察分析出不同的新疆独特的地貌特点，引导学生聚焦“风的作用”特征，提出初步的主张“魔鬼城的地貌的形成可能与风的作用有关”。

4.1.2 实践性问题聚焦，创建分析思维

基于真实情境的观察，在驱动性问题的引领下，学生通过观察和分析情境中的现象，让学生思考现象（结果）背后的原因，基于结果的产生作出初步的分析，并且提出多种假设。

分析思维是发展科学推理能力的重要内容。通过全班的交流讨论，学生对“风的作用是怎样改变地形地貌的”有了更深入地分析，并且在驱动性问题的引导下，学生的生活经验被唤醒，思维被有效地激发。学生通过对“魔鬼城地貌”的观察，举例三种不同的地貌，教师鼓励学生运用对比、分类等分析方法，分析不同地貌的特点，并找出它们之间的异同点，从而提炼出“风的作用”的要素，如图 2。

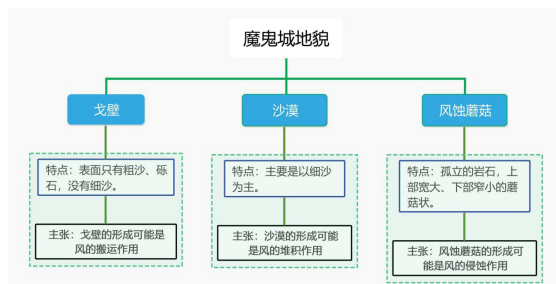


图 2 “风的作用是怎样改变地形地貌”的分析思维图

“沙漠地貌”这一现象，还有一些远离学生的生活实际的，但是学生基本上都能猜测与风的作用有关，关于风的搬运和堆积作用作出猜测并不难，但是对于风卷起的沙子如何侵蚀岩石还是有一定的难度的。教师引导学生在驱动性问题的引领下经历分析、综合的思维过程，先对各种现象进行分析，然后推测“沙漠地貌”形成的要素，从而引发了学生深度的思考，为后续实践作出铺垫。

4.2 证据显现：有效科学实践，促科学取证

小学科学教学中，培育学生基于证据发展推理论证思维是提升科学素养的核心任务之一。证据是推理的依据，是科学论证的条件，是建构科学概念的基础。这就需要教师引导学生在探究实践中注重证据的搜集、整理和分析，证据的结构性决定了通过这些证据推导的科学结论是否合理、准确。

4.2.1 优化实验过程，显化类比思维

基于核心问题，需要设计模拟实验模拟当地的地形地貌以搜集证据支持猜测，得出结论。在此过程中，师生探索合适的方法来支持实验的有效完成，更真实地模拟“风的作用”对地貌的变化的影响，把看不见的现象显性化。

如在教学《风的作用》中，进行“风蚀蘑菇”的模拟实验方案的设计，形成可通过类比思维帮助学生理解抽象概念。教师出示“风蚀蘑菇”图示+阅读资料，大家猜测“风蚀蘑菇”是如何形成的，我们应该如何来模拟“风蚀蘑菇”的形成呢？那我们如何选择合适的材料来验证我们的猜想呢？当老师出示砂岩、砂纸、放大镜等材料后，让学生思考“如何这些材料来模拟“风蚀蘑菇”的形成”；学生设计用砂纸磨擦岩石；“沿着一个方向打磨”来模拟“水平一个方向的风卷起的沙子”。在此过程中，将“风携带沙粒对岩石的磨蚀作用”类比为“砂纸打磨物体”。教师引导学生思考：如何模拟风卷起的沙子？引出砂纸。学生动手操作砂纸打磨岩石的模拟实验，观察岩石表面的变化，进而类比推测自然界中风对岩石的长期作用。这种类比使微观或漫长的自然过程（风蚀）转化为学生可感知的具体操作，降低认知

难度。

4.2.2 精准证据呈现，多元证据收集

观察和实验是获得事实和证据的重要方法。学生在探究过程中，通过对现象的描述与分析，一步步寻找证据。学生利用结构材料，在评价标准的引导下完成科学实践，精确地收集证据，并使用多种方式呈现这些证据，以便于分析和解释。如研究“风蚀蘑菇”形成原因，如下表2清单：

如表所示，为了搜集“风蚀蘑菇”形成原因，需要多种证据的支持，包括学生用模拟实验用图文结合的方式记录下观察证据，教师再提供阅读资料、照片、视频资料，教师还可以播放 PhET 模拟软件中的“风蚀过程”（<https://phet.colorado.edu>），观察基于现在的千年尺度下风力对山脉的侵蚀效果，后千年的岩石变化的虚拟证据：“软件中岩石的哪一侧侵蚀更快？这与风向有什么关系？”以上多元证据实施路径，让学生通过多种途径搜集证据呈现，有利于后续构建科学概念。

4.3 推理论证：构建论证框架，促论证发生

推理论证思维促使学生从对科学现象的表面观察，深入到对内在原理的剖析，是理解科学知识、掌握科学方法的关键路径。

4.3.1 图文联动，外显推理逻辑

多元证据指的是文字、图片等各种方式的证据。将证据整合，就是将推理逻辑从“内隐思维”外显为“可视化路径”。根据不同的证据，采取不同的推理论证的方法，引导学生根据实验证据，对证据进行科学的论证。

通过多证据论证，学生从具体现象中总结归纳出“风通过侵蚀作用改变地球表面地形地貌”这一般性结论。再引导学生基于“风的侵蚀作用”原理进行演绎：强风携带沙粒不断撞击岩石，岩石表面会逐渐粗糙、破碎，长期作用下可能形成类似风蚀蘑菇的独特形态（若岩石上下层硬度有差异）。这种推理过程使学生将所学知识迁移到新情境，深化对风的作用的理解，同时培养逻辑思维。

表 1 “风蚀蘑菇”形成原因证据收集清单

多元证据收集	任务类型	证据形式	工具使用
证据 1：风的力量可以卷起沙子。	模拟实验	实验现象	实验记录单
证据 2：风卷起的沙子对岩石的摩擦可以让岩石表面发生变化，改变形状。	实地考察	照片视频	图片及数据
证据 3：新疆地区的岩石主要是砂岩为主，质地相对较软。	文献资料	关键信息	阅读资料
证据 4：模拟几千年来风卷起的沙子对岩石的变化；模拟几千年后岩石的变化。	数字化工具	视频演示	观看视频

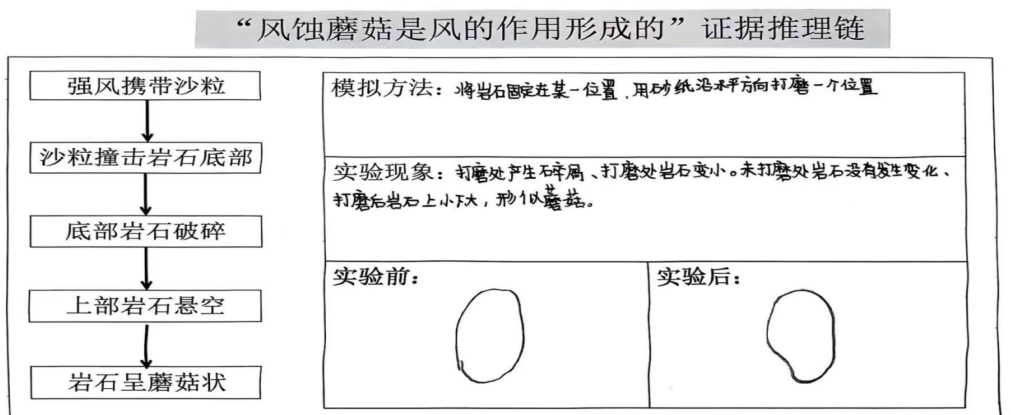


图3 “风蚀蘑菇”是风的作用形成的证据推理链

4.3.2 归纳有径，实践论证过程

新课标强调学生像科学家一样学习，提出自己的观点，既要提供充分的证据，还要合乎逻辑地表达，以证明自己观点的正确性，同时需要质疑与辨析，在此过程中发展思辨思维。

首先，教师要明确引导学生论辩什么。教师要引导学生找出对方在解释观点时的不足之处，有意识地引导学生质疑，强调观点表达是否完整，获取证据的方法是否合理，提

供的证据是否准确，用证据解释、支持主张时是否有说服力等等。

其次，教师要有效指导学生如何论辩。一方面，教师引导学生进行小组交流，然后在全班交流分享，鼓励学生充分地表达与交流，特别是鼓励组与组之间就质疑辨析的内容展开充分的交流。在《风的作用》教学中，引导学生探究“戈壁”和“沙漠”形成原因的论证过程，如图4所示。

在此过程中，教师引导学生利用论证范式如表3，如：

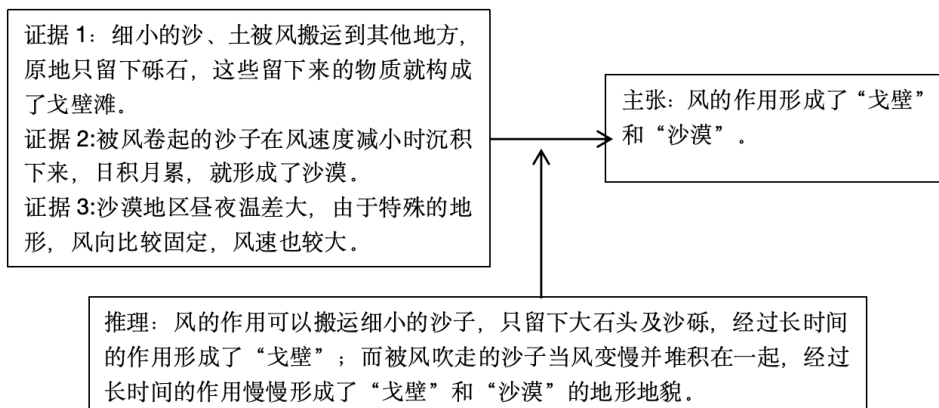


图4 五年级学生关于探究“戈壁”和“沙漠”形成原因的论证过程

“我观察到___（证据），可以推出___，由此得出___的观点”。这样的句式进行充分的表达，形成表达用证据的意识。再如《风的作用》一课中，“这个结论是基于哪些具体观察”“同学们是课上约10分钟的实验现象，大家猜测一下，在大自然环境中，如何是上千年，结果会不同吗？”“有没有其他可能的解释？”这个证据能支持所有情况吗“你们小组的证据是支持还是反驳呢？”通过教师的问题引导质疑，让学生思辨性交流。

4.4 完善主张：构建科学解释，引论证反思

教师在教学过程中要结合具体的科学概念、实验推导，

用类比、归纳、演绎等方法进行推理论证，质疑辨析证据，并深入研讨交流反思，并在此过程中逐步形成科学概念，构建科学解释。

4.4.1 依据标准表现评价，保证探究高效

基于教学评一致性原则，设计用于评价学生在《风的作用》课程学习中表现性评价量表，对科学现象的理解、证据收集与分析以及逻辑推理能力。学生在评价量表的引导下进行项目实践，在任务完成后进行评价，以此评估学生对课程内容的掌握及科学论证能力水平，为后续教学提供参考，针对学生薄弱环节进行强化指导。

表 2 常用论证句式

常用论证句式	指向论证要素
1. 对于这个问题，我（你们）的观点是	主张
2. 我（你们）这样说的证据是	证据
3. 我（你们）得出的结论是 ，我（你们）是怎样想的	推理
4. 我同意你的观点，但我有补充	支持
5. 我认为你讲的证据是错误的，因为 ；我不同意你的意见，因为	质疑
6 通过刚才的研究，我（你们）现在的观点与原来的观点不同，因为	辩证

以上表现性评价量表的设计依据了本课的教学目标以及五年级学生的学业水平及学习目标，此量表达成即是本课

的教学目标的达成。此量表的内容标准由以下内容组成：“观察描述”，通过观察地球表面的地形地貌，描述地貌特点；“作出猜想”，学生需要有清晰、准确且科学地提出关于风作用的猜测，并与核心概念紧密相连；“证据收集”，证据意识的目标，学生需要通过模拟实验等观察实验现象，收集与猜测有关的证据与主张相关。比如，在模拟风蚀实验中，观察到砂纸打磨岩石模型表面有碎屑掉落，以此作为风蚀作用的证据。“逻辑推理”，推理严密且符合科学原理，对利用证据进行分析；“形成解释”，对证据进行分析，得出地貌形成的原因。如在模拟风蚀实验后，能说明由于沙子对岩石模型的摩擦（证据），所以推测自然中风会对岩石有侵蚀作用（核心问题），并与真实环境结合，思考这是长期作用下的结果。利用此量表在实践过程当中进行及时的反馈和评价反思，以促进科学思维的参与，保证科学实践的有效性。

表 3 《风的作用》表现性评价量表

内容标准	表现评价	评价
观察描述	观察地球表面的地形地貌，描述地貌特点	☆
作出猜想	能根据情境作出猜想，形成核心问题	☆
证据收集	针对问题的解决，设计实验，多途径收集证据	☆
逻辑推理	推理严密且符合科学原理	☆
形成解释	对证据进行分析，得出地貌形成的原因	☆

4.4.2 深度研讨反思，构建科学解释

教师要引导学生对整个推理论证过程进行反思，思考证据是否充分、推理过程是否合理、结论是否正确等。通过多种形式的交流，让学生基于证据进行深度研讨。在这个过程中，学生们的思维相互碰撞，不断完善自己的认知，逐步构建科学解释。

- 驱动性问题：“风蚀蘑菇”是如何形成的？
- 观点主张：“风蚀蘑菇”是由于风卷起的沙子作用在岩石上长期作用而形成的。
- 证据 1：风的力量可以卷起沙子。
- 证据 2：风卷起的沙子对岩石的摩擦可以让岩石表面发生变化，改变形状。
- 证据 3：新疆地区的岩石主要是砂岩为主，质地相对较软。
- 证据 4：模拟几千年来的风卷起的沙子对岩石的变化；模拟几千年后岩石的变化。
- 推理：风卷起的沙子可以侵蚀了岩石，让岩石表面颗粒磨碎，经过长时间的作用形成了“风蚀蘑菇”。

如上图中所示，学生完成“模拟风蚀蘑菇”形成的模拟实验后，进行集体论证阶段，学生们积极参与小组讨论和全班交流，交流收集的证据和推理提出不同的观点，通过交流，学生可以发现自己推理过程中的不足之处，吸收他人的合理建议，完善自己的论证。通过对比风与地震、火山作用的异同，学生们强化了对“缓慢作用”这一科学概念的理解，再通过证据 4 认识到风对地形变化的影响虽然是缓慢的，但却是持续而重要的。

另一方面，教师在学生辩论和交流过程中适时进行追问，如“你的依据是什么？”“还有其他可能性吗？”问题，引导学生反思论证逻辑。教师的追问能够引导学生深入思考问题，挖掘证据背后的深层次原因，不断完善自己的论证逻辑，提高推理论证能力。让学生反思在实验过程中是否模拟真实世界的过程，如何更精准地进行模拟。通过反思，学生可以不断提高自己基于科学证据进行推理论证的能力。

5 总结与反思

在小学阶段，基于学生实际情况，甄选科学实践内容

进行进行推理论证式实践,让学生在经历中完善科学方法的构建。本案例是地球与宇宙科学领域的一次实践,再如岩石、矿物、火山、地震等主题,让学生分析调查数据,模拟实验观察证据等方式进行推理论证构建科学解释;又如在生命科学领域,如植物需要什么、动物需要什么、适应等主题,让学生同学科学探究实践搜集数据的证据或对数据进行分析论证,帮助学生构建科学解释;物质科学领域,如物体的特征、物质的性质、物质的相互作用等主题研究,提出研究的观点,并通过科学实践搜集证据,并选择合适的方法进行证据的分析处理来进行推理论证观点,从而构建科学解释,发展学生的科学思维。

小学科学课堂基于“CER”框架开展论证式教学实践,强调观察、证据和推理的紧密结合,有助于学生在科学探究过程中形成类比、归纳、演绎等思维习惯,构建科学解释,是符合《新课标》要求的。学生在真实情境的创设下,问题驱动可以充分调动学习的主动性、积极性。同时基于实证的

科学解释有利于科学概念的构建,同时结论是基于证据的,并且能够清晰地表达他们的论证。在此过程中,学生在老师的引导下总结推理论证的过程,总结科学实证的方法,科学思维在此过程中得以发展。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部.义务教育科学课程标准(2022年版) [S]. 北京:北京师范大学出版社, 2022: 4-6.
- [2] 许晗.发展学生推理论证思维[J].小学科学.2025,(06):37-39.
- [3] 张艳红.浅谈思维型探究取向的教学设计[J].湖北教育(科学课).2024.(03):45-47.
- [4] 林琪琦,平亚茹,梁前进.CER框架在论证式教学中的应用[J].中学生学.2022.13):37-40.
- [5] 何燕玲.孙慧芳译.科学论证怎么教? 帮助学生构建科学解释 2024).科.2024.02.02.
- [6] 许晓春.基于科学思维能力发展的论证式教学策略.湖北教育.2023.04.01.