

数字教材环境下培养学生科学解释能力的实践研究

南洋模范初级中学 谭磊

摘要：科学解释能力是核心素养中科学思维的重要内容之一，而作业是培养学生科学解释能力的一个重要环节，实践中发现不少学生完成书面解释存在困难。本研究在数字教材的环境下，探索通过将初中物理中解释类书面作业改为语言表达作业的方式，试图降低学生构建解释语言的难度，帮助学生学会构建科学解释的方法。借助数字教材强化作业诊断功能，教师可更高效地帮助学生完善解释语言，促进学生科学解释能力的发展。

关键词：初中物理 数字教材 语言表达作业 科学解释能力

一、 研究背景

科学解释不同于日常生活中的解释，特殊之处在于有着基于事实、严谨推理等科学思维的核心特质。结合科学哲学领域和科学教育领域中关于科学解释概念的研究，初步厘定科学解释的概念：以证据为基础，运用科学知识、理论对自然现象进行理理解构和搭建联系的活动。

国内外很多学者对培养学生科学解释能力的教学展开了积极的探索与实践，形成了多种教学模式。如主张、证据、推理的教学（简称“CER”教学），问题、主张、证据的教学（简称“PCE”教学）^[1]，待解释项、理论、资料、推理的教学（简称“PTDR”）等。这些培养科学解释能力的框架中，主张、证据、推理是三个核心要素。促进学生科学解释能力的发展，普遍认为有效的方法就是：学生在建构科学解释过程中，使其提出主张、收集证据、推理三个要素水平得到提升。

科学解释语言是课堂教学中师生之间最常见的语言行为之一。在日常课堂教学中，教师通过解释帮助学生理解概念、规律和原理；学生则通过解释来建构、展现和增进他们对知识的理解。《义务教育物理课程标准》（2022年版）核心素养目标中关于科学思维的描述中提出培养学生“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”、关于科学探究的描述中要求“获取与处理信息、基于证据得出结论并作出解释”。因此，培养和提升学生的科学解释能力，可有效促进学生核心素养的发展。

在传统的课堂教学中，学生对“什么是解释”缺乏认识。比如有的学生不理解什么是证据，不知道如何匹配恰当、充分的证据；学生建构的许多解释中没有推理，而是论断占主导，伴随着零星的理由；一些解释中出现了论断和证据，并没有通过推理将两者相连等。而很多教师是让学生模仿教师在课堂上的科学解释，据此无意识的内化成学生自身的科学解释能

力，这样的教学效果缓慢，很难达到期望培养目标。

研究表明，从小学到大学，都用相当比例的学生不能成功地建构科学解释。分析发现，困难主要源于两个方面：内容的理解和解释的方法^[1]。在日常教学中，教师如何观察学生的解释表现，了解学生建构科学解释时的困难所在呢？

笔者认为主要有两种方式：第一种是课堂教学中教师通过师生互动、生生互动的方式鼓励学生表达他们的观点并进行解释，观察其解释水平表现；第二种是通过布置解释类书面作业，学生通过文字构建解释语言，教师在作业评价过程中了解学生的解释水平。对于班级的大部分学生而言，教师更多地是采取第二种方式，覆盖面广且较为高效。

作业作为教学中的一个重要环节，具有评价、诊断等功能，同时也是课堂教学的后续和延伸。但教学实践中发现，不少学生在完成解释类作业时难以通过文字表达清楚自己的观点，经常出现“难以落笔”、“词不达意”等情况，内容上也往往不够完整、严谨。教师也很难通过几行文字精准了解其科学解释水平。

随着信息技术的跨越式发展，数字教材的出现大大丰富教学资源与工具，创设更为生动的学习环境，提升学生的学习兴趣和教师的教学效率，为培养学生的科学解释能力、提升核心要素水平提供助力。在数字教材的信息化教学环境下，帮助学生开展基于证据的科学推理，以促进学生对科学概念的理解，发展学生的核心素养。

相比文字，使用语言进行交流、展示思维过程、表达观点更为容易。对于需要学生进行科学解释的作业，笔者认为可设计成能用语言表达的形式，结合信息技术利用数字教材、钉钉等平台进行发布，让学生录制语音答案并上传供教师进行评价。相比直接构建文字解释，语音解释或许可以降低学生答题的难度，教师可能会更精准地了解学生解释能力水平并帮助其提高。本研究在八年级物理第二学期第五单元《热与能》教学过程中开展，探索是否能够通过语言表达作业促进学生的科学解释能力的发展。

二、 研究设计与实施

本研究的内容主要围绕两点：1. 比较学生在完成语言表达作业和书面作业表现上的差异；2. 使用语言表达作业在促进学生科学解释能力发展上的效果。《义务教育物理课程标准》（2022年版）中要求教师设计作业时“以学业要求和学业质量标准为依据，设计层次分明、类型多样的作业。”设计语言表达作业时，也应符合新课标要求，根据学生实际情况设计符合学生能力水平的作业。

为更全面地反映学生科学解释能力水平，从多个知识章节对学生的科学解释能力进行了考查，编写了相应的生活化情境下的解释类语言表达作业进行测试。设计使用语言表达作业

时包含习题设计、实施、评价三个部分。

1. 语言表达作业的习题设计

将原有书面作业中那些需要解释原因或说明理由的习题由填空直接改为语音作答，或将其他类型的习题修改描述后改为语音作答，并对完成方式和提交方式进行说明（如图1）。

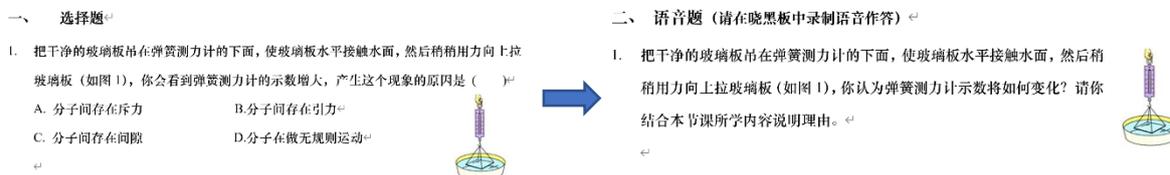


图1 将《分子动理论》作业中的选择题改编为语言表达题

2. 语言表达作业的实施过程

在语言表达作业实施的过程中，可采取逐步深入、整体化和个性化相结合的方式（如图2）。

作业布置

在《热与能》单元教学中，从原有书面课时作业中选取一题涉及解释类的习题改为语言表达作业，与其它习题一起布置。

作业提交

疫情期间，本校选用晓黑板作为学生提交作业的平台。学生在提交作业时，除了书面作业的照片外，将语言表达作业录制成语音一并提交。

作业评价

可采取整体化和个性化相结合的方式。教师收听学生提交的语音表达作业之后，可在信息平台中学生作业提交处或点对点发送语音、文字评价，帮助学生后续修改完善；对于学生存在共性的问题，教师也可在课堂教学中进行评价。

修改完善

要求学生将修改后的语音解释重新上传，进行二次评价。最终，要求学生将经打磨、完善后的语音解释转为文字解释书写下来，对解释语言作最终的精简和调整，同时方便学生后期复习、总结。

3. 学生科学解释能力表现评价

科学解释不同于日常生活中的解释，有着基于事实、严谨推理等科学思维的核心特质。结合科学哲学领域和科学教育领域中关于科学解释概念的研究，构建一个完整的科学解释其



图2 语言表达作业实施过程

解释语言应包含三个要素：证据、推理、结论^[2]。而培养学生科学解释能力就是让学生基于证据通过推理得到结论，并用语言或者文字得出结论过程的能力。基于以上思考，划分学生的科学解释能力表现水平评价量表（如表 1）。



水平 1	只包含一个要素，缺乏语言逻辑
水平 2	包含二个要素，语言有逻辑但不够严谨
水平 3	三个要素齐全，语言逻辑合理、严谨

图 3 科学解释包含的三个要素

表 1 学生的科学解释表现水平评价量表

研究期间，选取本校八年级两个教学班进行实验教学，《热与能》单元中每课时的课后作业中都加入一道解释类的语言表达题。对两个班都进行了前测、后测，同时选取两个班部分书面作业、语言表达作业进行分析，按答题参与度（是否认真完成）、答题时长、预设的学生科学解释水平表现进行分类统计。并与同年级的其他班级进行比较。

三、 结果分析

依照研究设计的方式展开教学研究，对各道题的学生作答情况进行了分析和初步统计整理。根据统计结果，尝试分析学生在语言表达作业和书面作业上的表现差异，以及学生在科学解释能力的表现变化，并试着寻找原因、归纳得出结论。

1. 答题参与度比较

以笔者所任教的两个班级为例，选取了“玻璃板吊在测力计下，接触水面后向上拉时测力计示数会如何变化?”、“为什么沿海地区比同纬度的内陆地区昼夜温差更小?”、“在冰箱中冷却汽水，为什么铝制汽水罐比玻璃汽水瓶更适合作为容器?”三道语言表达题和内容相近的书面表达题进行答题参与度统计，结果如表 2 所示。

参与度比较	文字作业		语言表达作业	
	班级 1 (30 人)	班级 2 (39 人)	班级 1 (30 人)	班级 2 (39 人)
题目 1	16	36	24	38
题目 2	18	38	25	39
题目 3	19	37	26	39

表 2 答题参与度比较

从数据中可以看出，由于班级 2 的学生普遍学习程度较好，所以无论作业形式是语言表达还是文字都能积极完成，参与度始终较高无明显变化。但班级 1 中学生学习能力稍弱，且学生间差异较大，不少学生对长段的文字作答难以入手，改为语言表达后，不少学生表示或多或少都能讲出一些内容，结果也显示学生参与度有明显提高。笔者认为对学习

能力一般的学生而言，对语言表达题的答题意愿更高。

同时也有学生表示用文字作答时会更多考虑答案是否正确、如何才能得分；而语言表达时更像在和身边人描述一件事情，更能专注于解释问题本身。

2. 答题时长统计

研究实施过程中，发现学生提交的语音作业时长存在较大差异。抽取题目 1 作为研究对象，统计了两个班所有学生答题时长（如表 4）。结果显示约 61% 的学生答题时间在 10~30 秒区间，也有约 30% 的学生提交了长语音，最长的达到三分多钟。

答题时长 统计	语言表达作业						
	≤10 秒	11~20 秒	21~30 秒	31~40 秒	41~50 秒	51~60 秒	>60 秒
题目 1(62 人)	5	24	14	7	3	5	4

表 3 答题时长统计

显然，相比书面作业，学生提交的语言表达作业中会包含更多信息，更能体现学生的思考、答题的过程，还包括思维能力、学习态度等。同时在作业评价中会发现学生有更多不同于教师预设的解释思路，一般学生会采取正向叙述的方式进行解释，但也有不少学生会从结果倒推；一些情境中会有学生采取赋值计算的方式进行解释等等。

3. 学生科学解释能力水平变化

研究前期以问题 2 “为什么沿海地区比同纬度的内陆地区昼夜温差更小？”作为前测；研究后期以期末考试中问题 4 “根据表格中的某日气温变化信息判断哪座城市是上海？并说明理由。”作为后测。对两个班整体的科学解释水平进行分类统计、并选取班级 3，对三个班的得分情况进行比较，结果如表 4。

答题质量 比较	科学解释水平			均分（满分 3 分）		
	水平 1	水平 2	水平 3	班级 1	班级 2	班级 3
题目 2	33%	50%	17%	0.86	1.98	1.21
题目 4	24%	43%	33%	1.45	2.21	1.53

表 4 学生科学解释能力水平测试

从数据中可以发现，两个班学生的科学解释能力水平均有提升，水平 3 从 17% 提升到 33%，猜测原因为学习程度较好的学生原本解释能力较强，只是会遗漏解释要素或文字表达逻辑存在一定问题，经过语言表达题的锻炼之后，组织文字解释语言时会特别注意要素齐全、逻辑通顺，科学解释能力得到提升。水平 1 从 33% 降低到 24%，一定程度上证明了原本答题意愿较低、学习能力较弱的学生，从只写证据或结论，发展到能写出更多解释要素，从无法组词成句到能有一定的语言逻辑。另外，对比前测和后测时的均分，班级 1 的

学生均分提高了 0.59 分，进步幅度超过了稍好一些的班级 3，而班级 2 作为年级中较好的班级，也取得了 0.23 分的进步，表明各班通过语言表达题的锻炼，均取得了一定的成效。

四、 结论与启示

通过教学观察，研究发现不少学生在语言表达作业中和书面作业中的解释能力表现有很大的差异。通过和相关学生沟通，可能存在以下几个原因：1. 有学生表示语言表达时能说得清，但写的时候完全不是一个意思，经常会词不达意；2. 有学生说对待两种情况下的思维方式不一样。完成作业的时候会想着这个标准答案是什么？应该怎么写才能拿到分；3. 语言表达时考虑的是如何表达清自己的观点，不会吝啬自己的语言的，会不停的补充，而书写时会惜字如金，会偏向于精炼文字，不太会多写。

基于答题时长统计和学生反馈等数据，笔者认为语言比文字更能真实展现学生的科学解释能力水平。在数字教材等信息技术的加持下，语言表达作业可以让教师更好地了解学生的科学解释水平，充分发挥作业的诊断功能，甚至比面对面的师生互动效果更好。原因在于：1. 课堂师生互动时，经常在教师引导下顺着教师的思路组织语言，缺乏足够思考时间和独立思维过程；2. 师生互动时学生可能有其它顾虑，比如回答错误时会在同学们面前丢脸等。而在完成语言表达作业时则没有这些问题。

在促进学生科学解释能力的发展上，笔者认为语言表达作业在可起到以下作用：

1. 降低学生构建解释的难度，提升学生学习的积极性

在书面作业的各个类型当中，涉及让学生用文字进行解释原因或说明的理由的习题，对学生而言难度都较高，不少学生对此类题目常常望而却步，经常出现不写、乱写、少写等现象。未能发挥作业促进学生自主学习的功能，对学生发展科学解释能力、培养学习习惯等也是不利的。语音作业使用语音作答的方式降低了学生能力较弱、学习习惯不佳的学生构建解释的难度，新的作业形式也提升了学生作答的积极性。

2. 发现学生构建解释的难点，提升师生互动的有效性

学生无论使用文字进行作答还是语言进行作答，教师在评价时都能发现其在构建解释的一些问题，比如遗漏题干中的证据、只有结论缺少推理过程、用正确的证据推理出错误的结论等等。但相比文字，学生的语音中包含更多信息，更能体现学生在构建解释时的思维过程，帮助教师了解学生构建解释时的思路，把握学生无法构建正确解释的难点所在，提升后续师生互动的质量及效率，有效提高作业的诊断功能。

3. 促进学生解释能力的发展，提升解释语言的规范性

课堂教学中教师会运用各种方式促进学生的科学解释能力的发展，比如明确解释的意

义、帮助学生了解构建解释的各个要素，通过示例明示解释的结构及各解释要素在科学解释中的作用等等。课后则希望学生能在作业中学习、掌握、内化这些方法，并运用在问题情境中，以题设条件为线索基于物理知识和原理进行解释性推断。但实践过程中，学生并不能很好的理解并运用在问题情境中，需要教师后续不断地进行纠正。相比文字、可被记录的语言是后续完善解释更合适的样本。教师指导学生在原有语音基础上，逐步补充解释要素，完善解释语言结构，删减不必要内容，使解释更规范，起到进一步促进科学解释能力的发展的作用。

语言表达作业作为依托信息平台的一种新作业形式，契合课程标准中所倡导的类型多样的作业的精神，落实对学生科学思维、科学探究的核心素养的培养。从促进学生科学解释能力发展角度而言，语言表达作业有很强的针对性，能充分发挥作业的诊断功能，促进学生科学解释能力的进一步提高。在后疫情时代，语言表达作业也可以作为线上线下混合式教学的一种尝试。

参考文献：

- [1] 姚建欣.中学物理课程中科学解释学习进阶及其教学应用[M].广西教育出版社： 2
- [2] 潘洪建，盛群力.CER 教学:引导学生建构科学解释[J].开放教育研究,2019,25(5):64-72