·国外教育·

中美初中物理教材“力与运动”部分体现批判性思维的对比研究

宋 婷[1] 马亚鹏[2]
(1. 宁夏大学物理学院,宁夏 银川 750021;2. 银川市第九中学,宁夏 银川 750011)

摘 要:科学是在质疑中被发展的,批判性思维是科学思维的重要特征,是创新的基础.不同国家的教材蕴含不同的内容选择和呈现方式,对学生科学思维培养产生不同的影响.以“力、运动与能量”为例,统计分析中美有代表性的初中物理教材中体现批判性思维的异同,结合两版教材的可借鉴之处,取长补短,为我国初中教材修订以及教师教学提供一些参考.

关键词:中美对比;物理教材;思维培养;比较研究

批判性思维是旨在决定信什么或做什么的反省性判断过程,它被列为 21 世纪通用素养之一,已成为拔尖创新人才的必备品质和能力.我国《义务教育物理课程标准(2022 年版)》将“质疑创新”作为科学思维的一个要素纳入物理学科核心素养之中,美国《新一代科学教育标准》中也强调批判性思考的相关内容.尽管如此,目前学生批判性思维的培养依旧是教育中的难题,尤其是如何能在教学中潜移默化地培养学生的批判性思维是值得研究的问题.教材是教师教学和学生学习的主要资源,教材中编写体现批判性思维的水平与程度对教与学均会产生重要影响.本文以初中物理“力与运动”主题为例,从教材的内容选择、呈现方式两个方面对我国人民教育出版社 8 年级下册[1]和美国《科学探索者》系列中的“运动、力与能量”[2]这一册中批判性思维的内容进行对比研究,分析两版教材体现批判性思维的特点与差异,以期对我国初中教材的修订以及初中教学提供一些建议与参考.

1 研究设计

1.1 批判性思维

批判性思维是一个综合性的概念,由很多子技能组成.本研究选择了“德尔菲报告”双维结构模型中批判性思维技能的分析框架作为研究工具,该报告对批判性思维的定义得到了众多专家的共识,是许多著名的批判性思维测量量表的参考标准.报告中批判性思维技能分为阐释、分析、推理、评价、解释和自我调整 6 个维度,并将其编号为 C1、C2、C3、C4、C5、C6(如表 1).

表 1 批判性思维的 6 个核心技能的内涵

维度	内涵
阐释(C1)	领会和表述各种论断或事件的意义或重要性
分析(C2)	从旨在表明判断、观点等各种表达中,识别出实际推理关系
推理(C3)	演绎推理;归纳推理
评价(C4)	评估可信度和逻辑性;判断描述是否合乎逻辑
解释(C5)	能陈述自己的推断,并以有条理的方式展示结果
自我调整(C6)	能自主回顾,主动分析评估自己的推理判断;对过程与结果质疑,并验证、修改和完善

1.2 研究对象

本研究以初中物理教材“力与运动”部分为例,选取我国人教版 8 年级下册初中物理教材(下文称“人教版”)和美国《科学探索者》系列中的“运动、力与能量”这一册(下文称“美国版”)为研究对象.研究内容为人教版的整本书,6 个章节,共 89 页以及美国版的前 5 章,共 173 页.具体章节如表 2.由于两版教材在知识编排上的不同,所以此次研究并没有涵盖美版的第 6 章即“热能与热量”.

表 2 两版教材章节内容

版本	人教版	美国版
章节标题	“力” “运动和力” “压强” “浮力” “功和机械能” “简单机械”	“运动” “力” “流体力学” “功和机械” “能量”

通信作者:马亚鹏(1986—),男,宁夏隆德人,硕士,银川市第九中学高级教师,研究方向为物理课程与教学论.电子信箱:niuniuyp@126.com.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.3 评价指标与分析方法

为了方便统计分析批判性思维技能在教材中的呈现，本文根据批判性思维 6 个技能的内涵，结合两版教材的特点，设计了本次评价的维度以及观测指标(如表 3).需要说明的是，由于“猜想”是科学探究的要素，对科学推理起到积极作用，这里将“猜想”纳入推理这一维度.

表 3 教材中呈现批判性思维技能的评价维度及指标

维度	评价指标
阐释	课本中出现“哪些属于”“描述”“看法”等
分析	课本中出现“分析看法”“分析数据”“处理信息”等
推理	课本中出现“猜想”“进一步推测”“你能得出什么结论”等
评价	课本中出现“评估结论的正确性”“判断可行性”等
解释	课本中出现“阐述模型”“解释信息”“说说你的理由”等
自我调整	课本中出现“能够对自己的观点进行反省”“完善自己的方案”等

本次研究的一个单位包括两类：一次完整表述或者实例分析、一个单独的带有关键词的提问.需要注意的是，在分析含有关键词的部分，要结合当时的语境分析该词的具体意思是否与操作性定义的含义一致.另外，由于美版教材出现一个大练习下包含许多同类型的小问题(只改变问题的数据大小，不改变问题情境)的情况，这类情况仅记一次.

2 中美初中教材批判性思维内容选择的比较

2.1 批判性思维内容总量比较

两版教材都紧密联系课程标准，选择了大量有助于学生批判性思维培养的内容.人教版教材出现批判性思维相关内容 171 处，美国版教材关于批判性思维的内容共 364 处.美国版信息量大，且相关图表多(109 幅).相对来说，人教版信息量较少，相关图表少(66 幅).

2.2 各子维度内容比较

两版教材中批判性思维在 6 个子技能上的体现情况如表 4 所示.

(1) 两版教材都重视“分析”和“推理”技能的培养，都多次出现“分析看法”“推理问题”等需要学生利用已有知识解决问题的内容.相对而言，人教版问题简单易懂，如“举出几个例子”，而美版问题难度相对较大，如“为什么布制圆顶帐篷在有风的日子会向外凸起”.

表 4 中美初中教材批判性思维内容选择侧重

维度	C1	C2	C3	C4	C5	C6
人教版	15.20%	31.00%	25.15%	3.51%	23.39%	1.75%
美国版	9.62%	31.32%	25.28%	1.38%	24.16%	8.24%

(2) 人教版侧重“阐释”和“评价”技能的培养，其两项占比分别高出美版 5.58%和 2.13%.人教版经常选择让学生对现象进行说明、评价观点是否正确的内容，如“举例通过什么途径可以提高机械效率?”“有没有机械效率为 100%的机械?”等.这类问题有助于培养学生评估外来观点和看法的可信度、判断主张或描述是否合乎逻辑的能力，帮助学生形成批判性思维.

(3) 美国版侧重“自我调整”技能的培养，其占比超出人教版 6.49%.自主自我评估是具有批判性思维的重要体现，美国版在每章都提供了专门的内容帮助学生“评估：运用本节所学的知识对你前面填写的相关内容进行修改”.这有助于学生定期进行自我反思和自我调整.

2.3 实验内容比较

物理实验教学中融入批判性思维是培养学生质疑创新能力的重要途径，两版教材都非常重视实验与批判性思维的融合.美国版在“实验区”中有专门的“分析与结论”，用以提出问题链，引导学生深入思考.且美国版有很多体验实验，如“自制防滑鞋”“制作温度计”“设计降落伞”等，它要求学生在实际生活中取材并亲自动手进行制作并在实验后撰写科技小论文.相比较而言，人教版较为中规中矩，仅仅是通过数据处理与分析、“回顾实验想一想”等这类问题来调动学生的反思性思考，未明确设置反思环节.

3 中美初中教材批判性思维呈现方式的比较

通过文本编写、图表编排、栏目设置、习题特点等呈现方式对两版教材中体现批判性思维的内容进行统计，得到表 5.

表 5 中美初中教材批判性思维呈现方式比较统计表

呈现方式	版本	C1	C2	C3	C4	C5	C6	合
文本描述	人教版	14	33	25	6	25	2	105
	美国版	25	80	59	5	56	30	255
图表呈现	人教版	12	20	18	0	15	1	66
	美国版	10	34	33	0	32	0	109

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

续表

呈现方式	版本	C1	C2	C3	C4	C5	C6	合
课后习题	人教版	10	19	6	4	20	0	59
	美国版	15	56	26	5	35	5	142
栏目设置	人教版	16	34	37	2	20	3	112
	美国版	20	58	59	10	50	25	222

3.1 文本编写

两版教材都体现了对批判性思维的重视，其文字表达都具有逻辑性、科学性和反思性. 不同之处主要表现在以下几个方面.

(1) 导入方式不同. 人教版采用评价、猜想的方式比较多，美国版采用实验导入较多. 例如引入“牛顿第一定律”时，人教版呈现伽利略和亚里士多德的两种看法，提问“到底哪种说法正确呢?”，引导学生对不同观点进行评估. 美版采用课前实验“什么改变了物体的运动状态”，引导学生观察小车撞上书本后车顶金属圈的运动状态，在阐述、辩论中自我调整.

(2) 覆盖深度、广度不同. 美国版呈现批判性思维内容的层次深、范围广. 如“运动的描述”这一章，美国版通过“你怎么才知道你在运动呢?”引出“参考系”，进而阐释了“路程”“速度”等物理概念，并在速度变化的基础上，拓展得到“加速度”的定义. 而人教版只给出了“路程”和“速度”的定义.

(3) 描述详略不同. 人教版详细描述占 43.86%，美国版详细描述占比 56.59%. 人教版习惯于采用隐性方式来呈现批判性思维，经常伴随着科学论证一笔带过，如“观察后思考”“想一想”等. 美版则更倾向于采用显性的方式，将批判性思维技能目标用带有颜色的加粗字体呈现出来，如设计“结论与反思”“推理”“解释”等这些旁栏.

(4) 提问方式不同. “人教版”的提问方式有一定引导性，倾向于让学生评价观点的正确性；“美版”一般采用疑问或者反问语句，倾向于让学生解释现象. 如“摩擦力”中，人教版提问“如果小车运动时不受阻力，它是不是就不会停下了?”，美国版则是“推理：为什么女孩要用光滑的桌布?”.

3.2 图表编排

图片可以直观地展示真实的物理现象，促进学生结合实例、利用所学知识来解决问题，有助于学生求真精神的培养. 两版教材都采用了大量生活中的图片，按照编排位置来看大体可以分为 3 类：① 引入；② 正文；③ 例题(如图 1). 不难发现，美国版选择的图片更贴近于生活中的小事，都是一些学生轻易就能观察的事物，这有助于促进学生在日常生活中进行批判性思考. 图 3 是美版展示的“简单机械”的实物图片，学生观察图片后，在评价不同螺丝的功能时，潜移默化中进行反省性思考.

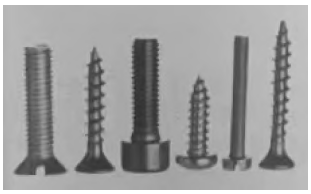
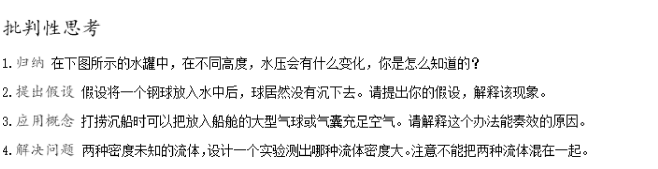


图 1 例题

3.3 课后习题

两版教材都设置了大量有助于锻炼批判性思维的习题. 但人教版关于批判性思考的习题分布较为零散，没有系统化，而美版相关习题呈规律性出现，从学生心理发展的角度来看，周期性的训练是能够在一定程度上强化学生批判性思维能力的. 此外，美国版在“复习与评估”(章节习题)中设置了以“批判性思考”命名的专项题目，不同单元根据其知识内容，设计不同层次的批判性思考，有助于学生“由浅到深”“由易到难”地学习. 就拿“压强”这章(如图 2)来说. 问题 1 考查了分析、推理能力；问题 2 考查了推理、解释能力；问题 3 考查了解释、评估能力；问题 4 考查了自我调整和综合能力.


批判性思考

1. 归纳 在下图所示的水罐中，在不同高度，水压会有什么变化，你是怎么知道的?

2. 提出假设 假设将一个钢球放入水中后，球居然没有沉下去。请提出你的假设，解释该现象。

3. 应用概念 打捞沉船时可以把放入船舱的大型气球或气囊充足空气。请解释这个办法能奏效的原因。

4. 解决问题 两种密度未知的流体，设计一个实验测出哪种流体密度大。注意不能把两种流体混在一起。

图 2 美版教材习题——“批判性思考”

3.4 栏目设置

人教版中“演示”“想想做做”“想想议议”“动手动脑学物理”“科学世界”“学到了什么”和美国版的“数学技能”“科学写作”“实验区”“分析数据”“学习指导”“复习与评估”“标准化测试卷”等栏目都一定程度地呈现了批判性思维的重要.

此外，美版还设置了专门呈现批判性思维的栏目——“评估”栏目，作为旁注设置在“正文”和“实验区”之间，通过如“定义”“解释”“识别”等问题引导学生批判质疑、辩证思考进而加强自身理论基础，培养学生定期对原有观念进行反思的习惯.

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 反思与启示

4.1 适当提高教材中批判性思维的显性表达

在中学教育中，批判性思维的培养一般采用隐性教育方式，即在教育过程中，隐蔽地发挥其导向作用，使学生在学习过程中受到它的熏陶，但在教学中不出现它的名称，也不对其内容进行解释.[3]但是，这种方式忽略了有目的、有意义地影响人的教育特点. 大多数中学生是遵循教材、遵从教师的，他们很难意识到隐藏在物理知识背后的批判性思维技能，更别说有目的地培养它了. 因此，教材中的“批判性思维”应该显性化，可以在教材中简洁、直观地指出“批判性思维”的名称，将批判性思维的内涵、维度、步骤明确地传授给学生. 也可以借鉴美国版教材的编写方式，即用明亮颜色的关键词将批判性思维以及批判性思维技能目标标注出来，或者设置专门的“批判性思维”命名的习题，让学生明白某部分内容或者问题是为了培养批判性思维能力而设置的，这样有助于学生有意义地了解批判性思维的内涵.

4.2 采用具有引导学生批判反思的文本话语

批判性思维的培养需要学习者有充足的时间去思考，但是现在大多数学生通过“题海战术”来提高卷面成绩，他们很难抽出时间主动地进行反思批判. 为了让学生有机会反思回顾，美版教材设置了定期的“自我评估”，将“描述”“理解”“思考”等文本语言作为一种中介，以“阐述物理定义”“解释物理现象”“整理思维导图”等方式，引导学生回顾认知活动、对自己的判断做出评估、对过程与结果质疑、修改和完善，为学生批判性思维的发展提供可借助的支架支撑，帮助学习者自主调节自己的思想.

除此之外，也可以通过反问式提问推动学生批判反思. 研究表明，反问式提问方法能有效地刺激他人主动判断某个主张或描述是否合乎逻辑，促进学生批判性思考. 因此，教材编写和教师教学时可以改善自己的提问技巧，例如在实验操作后提出“你使用弹簧测力计时操作正确吗?”“你认为你的计时方法精准吗?”等“你认为自己的方法正确吗?”的语句；在分析例题时提问“你的答案合理吗?”“你算出的答案正确吗?”. 这些文本在潜移默化中引导学生自我反省、自我评估，有助于学生反思性思维的发展.

4.3 通过“合作学习”培养学生的批判性思维

人类可以借助“社会互动中他人的行为”来调节自己的思想和与他人的关系. 大量研究实践表明，合作学习有助于增加学生的学习兴趣、调动学生的积极思维、提高学生的交流能力. 批判性思维作为人的高级心理活动，它遵循从外部心理间的社会活动层面向内部心理内活动层面转化的发展过程，在这个过程中，可以借助“师生合作学习”“生生合作学习”等方式来调节学习者的思维，使得学习者具有批判性思维的特点. 例如“师生合作”时，教师可以及时为学习者提供支架，用以引导学生改变原有的错误观念，帮助学生完善批判性思维技能存在的缺陷，在此后出现类似情况时，学生就可以主动地运用这种心理活动. 两版教材都经常提到“学习指导”“想想议议”等合作学习的方式，用以促进学生在问题解决和相互交流过程中体会批判性思考.

4.4 在“体验性实验”中渗透批判性思维

教育中的科学探究是指在好奇心的驱使下使用试误的方法认识周围的事物，探究式活动既是锻炼科学探究能力的活动也是锻炼批判性思维的活动. 机械记忆诸如“猜想”“分析”等术语或者简单套用“科学方法的步骤”不能称之为科学探究能力. 同样的，脱离现实生活的凭空想象或者毫无证据的反驳言论不能算作是具有批判性思维. 科学探究过程往往伴随着批判性思维，批判性思维过程也离不开科学探究，两者相辅相成. “体验”是指学生作为个体全部身心投入活动时的内在体验.[4]设置体验性实验有助于学生批判性思维的培养. 正如前文所说，“体验性实验”是一种科学探究活动，学生必须亲自实施，在实际操作中发生的与教材相悖的现象，能够引发学生对现有问题的深入思考和对已有结论的批判质疑，促进学生逻辑性思维的发展. 此外，设置的实验应该具有引导学生发现日常生活和生产实际中的物理问题的作用.

参考文献：

1 人民教育出版社课程教材研究所，物理课程教材研究开发中心. 物理八年级下册[M]. 北京：人民教育出版社，2012.

2 帕迪利亚. 科学探索者 运动、力与能量[M]. 杭州：浙江教育出版社，2018.

3 李正福，李春密，邢红军. 从隐性到显性：物理科学方法教育方式的重要变革[J]. 课程·教材·教法，2010，30(12)：71－74.

4 郭华. 深度学习及其意义[J]. 课程·教材·教法，2016，36(11)：25－32.

(收稿日期：2023－11－01)

(C)1994-2024 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net