基于 Rasch 模型的生物学科职前教师错误分析能力研究*

张颖之[1**] 陈冬丽[2] 刘辰艳[2]

(1. 首都师范大学教师教育学院,北京 100037; 2. 首都师范大学生命科学学院,北京 100048)

摘要:为了调查生物学科职前教师对学生错误进行合理分析处理的能力,本研究基于 Rasch 模型,构建了职前教师错误分析能力发展模型. 通过对 99 名中学生和 125 名职前教师进行问卷测试,展开对生物学科职前教师错误分析能力的研究. 研究显示 70.00% 受试者对学生错误分析的能力仅处于初阶水平,表明本研究中生物学科职前教师对学生的错误分析能力亟需提高.

关键词:学生错误;Rasch 模型;职前教师;生物学科;错误分析能力

中图分类号:G650 **DOI**:10. 19789/j. 1004-9398. 2020. 06. 014

0 引 言

学生错误是教育心理学中出现的一个名词,是指学生在课堂上学习困难或产生错误理解的外显信号[1]. 出现错误是所有学生学习进程中的必经环节,学生错误不仅会对学生的学习产生影响,还会对教师教学和教师自身的知识观产生影响[2-3]. 传统教学中对学生错误的认识往往较为狭窄,多集中于讨论具体学科知识点的纠误,忽视了学生错误的合理性与教育心理层面的深层次原因. 学生错误本身可以成为有效的教学资源[4],而教师对学生错误的反应和处理体现了其教学能力水平. 有研究表明,面对学生错误,有的教师会关注并深度挖掘,从中提炼学习机会;有的教师则会避过错误,继续其他内容的教学[5].

从教师专业发展的角度看,教师对学生错误进行适时合理的分析和处理,是教师得以进行有效教学的基本保障,同时也是评价和提升教师教学能力的重要路径[6]. 目前国内文献中对教师的错误分析能力多以经验积累和案例借鉴为主[7-8],缺少量化的实证研究. Rasch 模型是一种基于项目反应理论的测量模型,通过分析个体在各个项目上的表现,估测不能直接观测到的被测试者某一潜在心理特质[9-11]. 该模型的基本假定为:(1)无论在哪一个项目上,能力高的受试者获得高分的概率都比能力低的受试者大;(2)每位受试者都应在低难度项目上比高难度项目上表现好. 根据 Rasch 模型的原理,受试者的个体能力与某题目难度间的函数关系,表示该受试者在该项目上作出某种反应的概率. 与经典测试理论相比,Rasch 模型的最大优点是使被测试者的心理构造与项目难度互相独立,实现了项目难度与被测试者能力的等值化测量[12].

由于错误分析本身具有学科情境的特性[13-15],因此本研究以生物学科为背景,基于项目反应理论中的 Rasch 模型[16-17],尝试对生物学教师的错误分析能力进行量化处理,探索职前教师错误分析能力的发展状况,为系统性地理解教师专业发展路径提供实证依据,同时也为教师教学能力的测量评价提供借鉴思路.

1 研究思路与工具设计

1.1 研究对象

本研究的调查对象包括 2 类. 第 1 类研究对象为中学生,以北京市某中学八年级的学生为调查对象,人数为 99 名,进行 1 轮测试. 第 2 类研究对象为生物学科职前教师,共进行 2 轮问卷测试:第 1 轮为预测试,用以检验问卷质量,进一步调试和校准问卷,人数为 102 名;第 2 轮为正式测试,人数为 125 名. 2 次测试人员没有交叉.

1.2 学生试卷编制

学生试卷的编制目的是收集学生错误并进行分类,选出频率较高的错误类型,以此为依据设计

收稿日期:2019-12-30

* 北京市教委科技创新服务能力建设项目(025185305000/048)

** 通信作者:zhangyz@ cnu. edu. cn

教师错误分析能力的评测工具.本研究结合 Jüttner 和 Neuhaus[1]、Schmelzing 等[18]研究中学生生物错误有关情况,选择了北京市某区期末考试生物试卷中的题目进行变形,从而编制了本文的初中学生问卷.学生问卷包含 4 道开放题:

题 1. 请在下图中画出膝跳反射的传播路径,并标出传入神经和传出神经.



题 2. 小芳喜欢在卧室里养花,她觉得植物不仅起到美化作用,还能改善空气,你认为她说得对吗?这其中蕴含着怎样的科学道理?到了晚上,她仍然将植物置于卧室内,你认为小芳的做法对吗?为什么?

题 3. 某妇女患有子宫肌瘤,被切除子宫.你认为该妇女是否仍然具备生育能力?是否仍然能够分泌雌性激素?为什么?

题 4. 我们吃的馒头(主要成分是淀粉),如何转化为身体需要的物质形式?怎样进入人体内部?进入人体的哪里发挥什么作用?

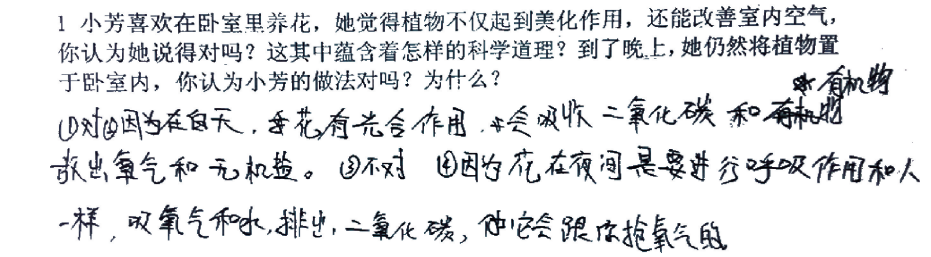
针对学生对该问卷的回答情况,对学生错误进行分类统计,将高频率典型错误筛选出来,作为编制后续教师问卷的依据.如以题 2 为例,多位学生表示出植物在白天进行光合作用,仅在晚上才进行呼吸作用.

1.3 教师问卷编制

根据调研,本研究将错误分析能力划分为错误识别能力、错误解释能力、错误评估能力和错误纠正能力等 4 个能力[19].其中错误识别能力,是指教师能够及时准确地发现学生错误之处;错误解释能力,是指能够认识到学生现有的理解情况,恰当分析学生的错误原因;错误评估能力是指能够评判该错误对后续学习的可能影响;错误纠正能力是指能够制定合适的教学方案,帮助学生建立正确的理解.

根据学生问卷收回数据结果,设计生物学科职前教师错误分析能力的问卷,该教师问卷由 4 个具有代表性的错误情境构成,每个情境下含有 4 个问题,共 16 道问题,分别考查教师对学生错误的 4 个分析能力.样题如下:

样题. 请根据下图内容作答.


1 小芳喜欢在卧室里养花,她觉得植物不仅起到美化作用,还能改善室内空气,
你认为她说得对吗?这其中蕴含着怎样的科学道理?到了晚上,她仍然将植物置
于卧室内,你认为小芳的做法对吗?为什么?
①对的因为在白天,鲜花有光合作用,会吸收二氧化碳和有机物
放出氧气和无机盐。②不对 因为花在夜间是要进行呼吸作用和人
一样,吸氧气和水,排出二氧化碳,他它会跟人抢氧气的

问题 1. 请问该学生针对每一问的解答正确吗?如果正确,请详细指出是哪一问;如果不正确,请详细指出错在哪里.

问题 2. 从该生的作答情况,可以看出该生对该生物主题的理解情况是怎样的?他存在这种理解情况的原因是什么?请尽可能多地给出理由.

问题 3. 该生对该生物主题的这种理解情况会对其知识、技能、情感有什么意义或影响?请尽量具体些.

问题 4. 针对该生的作答情况,你有什么好的方法可以使他更深刻地理解该生物主题?请列举多种方法,且对每种方法针对该生物主题进行解释.

1.4 教师问卷评分标准

评分标准共包括 4 个标准,对应得分为 0 ~ 3 分.针对每个问题情境下所涉及的错误识别能力、错误解释能力、错误评估能力和错误纠正能力的详细评价标准列于表 1.

1.5 数据处理

将生物学科职前教师问卷按照评分标准计分后输入 Excel 表格,使用 Rasch 模型 Winsteps 软件进行分析.本研究基于 Rasch 模型进行质量分析参数的分析,包括了信度分析、项目拟合度分析和怀特图分析.其中,信度 >0.60 说明测量工具可以接受;残差均方和加权后的残差均方是拟合分析的 2 个考核指标,其取值为 0.5 ~ 1.5 时,表示拟合度良好[9].

2 研究结果

2.1 学生问卷基本结果

学生试卷共发放 99 份,收回有效试卷 99 份.4 道开放题学生累计出现的错误点分别是 7、3、9 和

表 1　对学生错误进行分析的能力各个维度的评价标准

要素	评判标准	评分/分
错误识别能力	不能判断学生的错误或做出错误判断	0
	只知道学生的回答不正确,但并不知道哪里出了错	1
	能大范围内指定学生的错误,但不能具体到犯错的点上	2
	能准确地判断出学生错误的根源	3
错误解释能力	不了解学生对该生物主题的当前理解情况;不知道学生为什么犯这样的错误,或单纯地认为学生是由于“马虎、不认真”导致的错误	0
	对学生的现有水平有一定的判断或能对学生错误做出简单合理的解释	1
	较准确把握学生现有的知识水平且能对学生错误做出合理的解释,但解释角度单一	2
	准确把握学生现有的知识水平,并能从多角度丰富而深刻地解释学生错误的原因	3
错误评估能力	不能评估学生错误对后续学习目标的达成所产生的影响	0
	能够粗浅地(知识、技能和情感某一方面)指出学生错误产生的影响	1
	能够较准确地(知识、技能和情感某两方面)指出学生错误产生的影响	2
	能够准确地(知识、技能和情感三方面)指出学生错误产生的影响	3
错误纠正能力	不能提出纠正学生错误的教学方法	0
	能针对学生错误提出 1 种合理的教学方法	1
	能针对学生错误提出 2 种合理的教学方法	2
	能针对学生错误提出 3 种及以上合理的教学方法	3

8 个.对应高频率错误点分别是:仅回答光合作用,而未对空气的改善做解释,即未答出植物吸收 CO_2,释放 O_2;未理解卵巢的功能,或认为分泌雌性激素的部位不是卵巢;不知道淀粉是以葡萄糖的形式进入人体;绘图终止点不在大腿肌肉.

2.2　教师问卷基本测试结果

根据学生试卷的高频率错误点,筛选学生答卷原样,作为后续教师问卷的题干主体部分.第 1 轮预测试,共发放 102 份问卷,收回 96 份,剔除 2 份无效问卷,最终得到 94 份,问卷回收率为 92.16%.该结果表明绝大部分试题质量良好,少数试题进行了修改和完善.

第 2 轮正式测试,共发放 125 份问卷,收回 116 份,剔除其中无效问卷 6 份,得到有效问卷 110 份,问卷回收率为 94.83%.以下围绕第 2 轮正式测试的数据结果展开分析.

2.3　Rasch 模型分析

信度分析.根据 Winstep 运算结果显示试题的信度达 0.98,测试工具体现出良好的信度.

拟合度分析.残差均方和加权后的残差均方拟合指标的取值范围均为 0.7 ~ 1.3,拟合度良好,说明测量数据与理想模型有较好的一致性.

怀特分析图.将受试者的能力与问卷题目难度怀特分析如图 1 所示.被试者能力分布的 Logit 值主

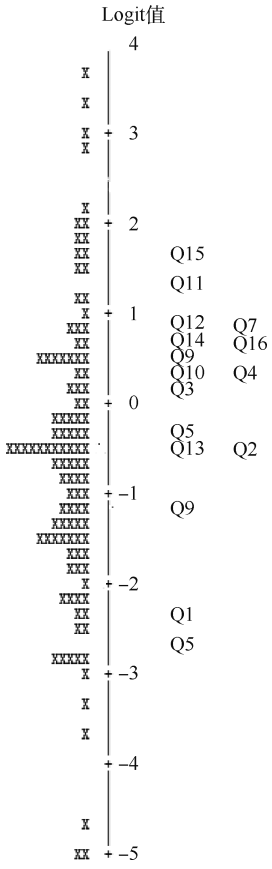


图 1　被试者能力与试题难度分布怀特分析

注:左侧为被试者能力;右侧为试题对应难度值;X 代表了 1 名被试者;Q1 ~ Q16 代表问卷问题编号.

要跨度为 -5 ~4,对应题目难度分布的 Logit 值主要跨度为 -3 ~2. 题目难度分布覆盖了大多数被试者的能力范围,与被试能力分布大致相当,且基本能呈现难度递增,说明试题难度与受试者能力水平对应情况较为理想.

2.4 错误分析能力

生物学科职前教师错误分析能力各要素的难度值列于表 1. 可知错误识别能力、错误解释能力、错误评估能力和错误纠正能力的难度值分别为 -2.63 ~ -0.43、-0.43 ~0.61、0.15 ~1.70 和 0.26 ~0.87;对应平均值分别为 -1.64、0.06、0.56 和 1.02.

表 1 生物学科职前教师错误分析能力要素难度值

要素	问题	难度值
错误识别能力	1	-2.27
	5	-2.63
	9	-1.22
	13	-0.43
	平均值	-1.64
错误解释能力	2	-0.43
	6	-0.30
	10	0.37
	14	0.61
	平均值	0.06
错误评估能力	3	0.15
	7	0.85
	11	1.39
	15	1.70
	平均值	1.02
错误纠正能力	4	0.26
	8	0.44
	12	0.87
	16	0.65
	平均值	0.56

2.5 整体水平分析

按照测试值的大小,本研究将生物学科职前教师对学生错误进行分析能力发展水平分为 3 个水平,分别是初阶水平(难度值 < 0.06)、中阶水平(0.06 ≤ 难度值 < 1.02);高阶水平(难度值 ≥ 1.02). 初、中和高阶水平对应人数分别为 77、18 和 15 名,所占比例分别为 70.00%、16.36% 和 13.64%. 70.00% 受试者对学生错误进行分析的能力水平处于初阶水平,即具备错误识别能力和初步具备错误解释能力;16.36% 受试者对学生错误进行分析的能力处于中阶水平,即具备错误解释能力、错误纠正能力和初步的错误评估能力;13.64% 受试者对学生错误进行分析的能力处于高阶水平,即具备了错误评估能力. 数据表明本研究中生物学科职前教师对学生的错误分析能力亟需提高.

3 讨论与结论

目前针对教师教学能力评价形式大多以经验为主,以课堂观察和教案设计评定方式居多,测量得出的教学能力概述较为抽象和笼统. 本文尝试使用实证研究,基于 Rasch 模型,使用问卷测验的方式来描绘教师教学能力,给出了职前教师明确的教学能力发展方向,读取测量结果后能够更加精准地为“教师教”和“学生学”提供更多的教学反馈信息[20]. 本研究表明职前教师对学生错误的分析能力大多处于初阶水平,即能够发现学生的错误之处,初步分析学生错误原因,但没有达到制定合适的教学方案,帮助学生建立正确的理解,以及评估错误对后续学习的影响水平. 职前教师出现这种情况,可能的原因是师范课程学习的科学知识与中学科学知识在内容和形式上有很大的差别,职前教师除了学习本科和研究生阶段课程体系的专业知识外,同时需要学习和了解中学生物课堂中涉及知识的具体概念和呈现方式,结合不同的教学策略促进学生对概念的正确理解,还需了解中学生物课程涉及的科学内容安排和知识先后顺序,从单元或者模块的角度出发,判断学生错误对后续学习可能的影响.

教师在对学生的回答情况做出判断时,错误识别能力是基于底层和基本的要求. 这意味着教师应有稳固扎实的学科知识,才能更好地理解和分析基础知识,并轻松驾驭课堂,以满足学生的好奇心. 目前多数职前教师对较多知识内容还仅停留在机械记忆层面,自身学习方法和思维方式的固化将影响其后续教学能力的发展. 因此,在职前教师培训中,应促进教师自身对学科知识深入而充分的理解. 为了提高教学能力,职前教师还需站在学生的角度去看待和思考学习主题. 即在职前培训中,需提供更多与学生沟通的机会,交流学习感受和困惑,分析学生认知情况,了解学习难点与错因,并以学生能够理解的方式进行教学.

参 考 文 献

[1] JÜTTNER M, NEUHAUS B J. Development of items for a pedagogical content knowledge test based on empirical analysis of pupils′ errors [J]. International Journal of Science Education, 2012, 34(7): 1125 – 1143.
[2] 郜舒竹, 薛涟霞. 学生错误研究之文献综述[J]. 数学教育学报, 2009, 18(1): 75 – 78.
[3] 巨鹏. 教师应正确对待学生的“错误”与“失误”[J]. 中国教育学刊, 2018(10): 104.
[4] 韩华球. 错误:一笔重要的教学资源[J]. 课程·教材·教法, 2005, 25(3): 26 – 30.
[5] MARIA T. Error management behavior in classrooms: teachers′ responses to student mistakes [J]. Teaching and Teacher Education, 2013, 33: 56 – 68.
[6] 陈冬丽, 张颖之. 教师 PCK 内涵和模型的研究进展[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2016, 37(6): 59 – 66.
[7] 严晓松. 高中生物学教学中学生“错误”资源的合理应用[J]. 生物学教学, 2016, 41(11): 15 – 16.
[8] 俞祚海. 尊重学生错误认知打造高效纠错课堂[J]. 物理教师, 2017, 38(5): 36 – 39.
[9] 晏子. 心理科学领域内的客观测量:Rasch 模型之特点及发展趋势[J]. 心理科学进展, 2010, 18(8): 1298 – 1305.
[10] BOND T, FOX C M. Applying the Rasch model: fundamental measurement in the human sciences[M]. 3rd ed. London, New York: Routledge & CRC Press, 2015.
[11] 辛涛. 项目反应理论研究的新进展[J]. 中国考试, 2005(7): 18 – 21.
[12] 周丐晓, 刘恩山. 整合 CTT 和 IRT 技术提高监测工具质量:以小学科学试卷为例[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2018,39(4): 57 – 64.
[13] 李娜, 莫雅慈, 吴立宝. 初中数学课堂中教师对学生错误反馈的类型研究:基于 24 节录像课的分析[J]. 数学教育学报, 2016, 25(5): 55 – 60.
[14] 吴淑花, 韩叙虹. 巧用“学生错误”生成教学资源:对一道高三化学模拟题的分析和加工[J]. 化学教学, 2016(9): 38 – 42.
[15] 范士青, 刘华山. 小学三年级学生整数减法计算错误的认知分析[J]. 教育研究与实验, 2015(5): 82 – 88.
[16] 韦斯林, 柳秀峰, 王祖浩. 基于 Rasch 理论的计算机模型教学测验的设计与应用[J]. 中国电化教育, 2014(7): 139 – 144.
[17] LIU X F. Using and developing measurement instruments in science education: a Rasch modeling approach [M]. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2010.
[18] SCHMELZING S, VAN DRIEL J H, JÜTTNER M, et al. Development, evaluation, and validation of a paper-and-pencil test for measuring two components of biology teachers′ pedagogical content knowledge concerning the "cardiovascular system"[J]. International Journal of Science and Mathematics Education, 2013, 11(6): 1369 – 1390.
[19] 彭爱辉. 初中数学教师错误分析能力研究[D]. 重庆:西南大学教育学院, 2007.
[20] 张颖之. 理科课程设计新理念:“学习进阶”的本质、要素与理论溯源[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(6): 115 – 120.

Study on the Error Analysis Ability of Pre-service Teachers in Biology Based on Rasch Model

ZHANG Yingzhi[1] CHEN Dongli[2] LIU Chenyan[2]

(1. College of Teacher Education, Capital Normal University, Beijing 100037;
2. College of Life Sciences, Capital Normal University, Beijing 100048)

Abstract: In order to investigate the ability of pre-service biology teachers to analyze students′ errors reasonably, this study uses Rasch model to construct the developing progression of this important ability. By carrying out a paper-and-pen test on 99 middle school students and 125 pre-service teachers, the research on the error analysis ability of pre-service biology teachers was conducted. Results have shown that 70.00% respondents ability to analyze students′ errors are only at an early level. Their ability to analyze students′ errors need to be improved.

Keywords: students′ errors; Rasch model; pre-service teachers; biology; ability to analyze students′ errors