

小学数学探究式教学中的师生行为序列分析

党云燕¹, 徐恩芹^{2*}

¹山东现代学院人工智能学院, 山东 济南

²聊城大学传媒技术学院, 山东 聊城

收稿日期: 2025年3月6日; 录用日期: 2025年4月5日; 发布日期: 2025年4月15日

摘要

目前探究式教学已经成为一种重要的教学方式, 在教学实践中得到了广泛应用。本文基于改进型弗兰德斯互动分析系统对师生课堂行为进行编码, 采用滞后序列分析法, 从学生行为序列、教师行为序列和师生交互行为序列角度入手, 对小学数学特级教师的探究式教学课堂录像视频进行分析。结果表明, 教师引导类的行为具有明显的显著性; 技术的使用在教师行为序列中具有显著性, 在学生行为序列和师生交互行为序列中没有显著性; 教师对引导型问题的设计会对学生产生显著影响。因此探究式教学需要有合理的学习任务, 同时要对学生提供即时的学习反馈, 教师要对学生提供正向指导, 合理使用技术能够更好地促进探究式学习。

关键词

iFIAS, 学生行为, 录像视频, 探究式教学, 滞后序列分析法

Sequence Analysis of Teacher-Student Behavior in Primary Mathematics Inquiry Teaching

Yunyan Dang¹, Enqin Xu^{2*}

¹School of Artificial Intelligence, Shandong Modern University, Jinan Shandong

²School of Media Technology, Liaocheng University, Liaocheng Shandong

Received: Mar. 6th, 2025; accepted: Apr. 5th, 2025; published: Apr. 15th, 2025

Abstract

At present, inquiry-based teaching has become an important teaching method and has been widely

*通讯作者。

文章引用: 党云燕, 徐恩芹. 小学数学探究式教学中的师生行为序列分析[J]. 教育进展, 2025, 15(4): 454-462.

DOI: 10.12677/ae.2025.154571

used in teaching practice. Based on the improved Flanders interactive analysis system, this paper codes the classroom behaviors of teachers and students, and uses lag sequence analysis method to analyze a class video of exploratory teaching by a special-grade primary school mathematics teacher from the perspectives of student behavior sequence, teacher behavior sequence and teacher-student interaction behavior sequence. The results show that teacher-guided behavior has obvious significance. The use of technology is significant in the teacher behavior sequence, but not significant in the student behavior sequence and teacher-student interaction behavior sequence. Teachers' design of guided questions will have a significant impact on students. Therefore, inquiry-based teaching needs reasonable learning tasks, while providing immediate learning feedback to students, teachers should provide positive guidance to students, and rational use of technology can better promote inquiry-based learning.

Keywords

iFIAS, Student Behavior, Video, Inquiry Teaching, Lag Sequence Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

义务教育小学数学课程标准(2011 年版)中提出动手实践、自主探索与合作交流是数学学习的重要方式。《国家中长期教育改革发展规划纲要》(2010~2020)强调学校教育要注重理论与实践相结合,在课堂教学中采用启发、探究和参与等多种方法,培养学生的兴趣,为学生的自主学习、独立思考、勇于探索营造环境[1]。

目前在国家政策的引导下,各学科教师都开展探究式教学,探究式教学在数学教学领域得到了普遍应用和推广。我国开展探究式教学的水平依然参差不齐,无论是理论研究还是实践研究上都存在不足之处。教师在设置教学目标时可能会脱离学生的生活实际,设置的探究问题可能不能很好地支撑个性化学习导致课堂混乱,教师仍然是课堂的主宰者[2]。有些教师不能很好地驾驭探究式教学,存在一些亟待改进的问题,致使探究式教学的潜在价值难以转变为实效[3]。

分析特级优秀教师的探究式教学中师生行为序列,可以为未来更好地开展探究式教学提供更好的参考,提高探究式教学效果。

2. 研究过程设计

(一) 研究样本的选择

本研究以一节北京市小学特级教师研讨课“圆的周长”录像视频为研究对象,视频时长 29 分 50 秒。课堂内容分为三个阶段,分别为导入阶段、探究阶段和总结阶段。课程以“生活中的圆”和“模拟独轮车走钢丝”进行导入,用时 2 分 10 秒。探究阶段学生分组完成三个学习任务,任务一:探究八组不同圆的周长及其在彩带上走一圈所得长度的关系,用时 12 分 46 秒。任务二:探究圆的周长和半径的关系以及圆的周长应如何计算,用时 8 分 48 秒,任务三:算出直径为 6 厘米的圆的周长和半径为 5 厘米的圆的周长,用时 2 分 58 秒。总结阶段:观看“祖冲之的故事”的视频并总结圆的周长的计算方式,用时 3 分 8 秒。现场的多名专家认为这是一节典型的小学数学探究式教学课堂,具有较好的代表性。

(二) 研究问题

本研究尝试采用滞后序列分析法来研究以下问题:(1) 在探究式教学过程中,教师的行为序列有什么

特点？(2) 学生的行为序列有什么特点？(3) 师生交互的行为序列有什么特点？

(三) 编码框架的确定

对于教育信息化的现状而言，传统的 FIAS 无法对师生互动时对信息技术的使用情况进行分析和编码。因此本研究采用改进型弗兰德斯互动分析系统(iFIAS)作为编码工具对师生交互行为进行分析。

编码以三秒为取样时间，记录三秒内发生的主要行为并进行记录。首先两位编码者熟悉编码框架，其次两位编码者要进行背对背预编码，当编码结果不一致时要再与第三个人协商一致再背对背进行正式编码，最终得到 595 个编码行为，最后对两份编码结果进行一致性 Kappa 值检验[4]。如果 Kappa 值大于 0.75，则表示一致性较好[5]。利用 SPSS 26 对两份编码结果进行一致性检验，结果显示 Kappa 值为 0.761 大于 0.75，编码结果一致性较高。效度方面，通过课堂观察记录与编码结果的三角验证，发现 93%的关键事件被有效捕捉。同时结合教师访谈(n = 10)和学生问卷(n = 320)，验证编码体系的教育相关性。

(四) 课堂行为的编码

本研究在传统 FIAS 基础上进行三点改进：(1) 新增技术维度：B1 (教师技术操作)、B2 (学生技术操作)、B3 (技术支持的资源呈现)；(2) 优化学生行为分类：将 S4 (同伴讨论)细分为 S4a (任务驱动讨论)和 S4b (自由讨论)；(3) 增加元认知编码：T9 (引导反思)、S8 (自我监控)。

根据本节课堂的真实情况，研究依据 iFIAS 对课堂行为进行重新编码，如表 1 所示。依据表 1，出现频次最高的行为是学生做练习(S6)，频次为 151 次。出现频率最低的行为是教师接受情感(T1)、教师批评会维护教师权威(T8)、无益于教学的混乱(A1)、学生操纵技术(B2)，频次均为 0 次。由于这是一堂探究式教学公开课，学生并没有产生一些无益于教学的混乱行为，都能够自觉遵守课堂纪律。同时对于老师布置的课上练习，能够按部就班地边思考边解题认真完成学习任务，课堂表现良好。

Table 1. Statistics of classroom behavior coding
表 1. 课堂行为编码统计表

编码	课堂行为	频次
T1	教师接受情感	0
T2	教师表扬或鼓励	7
T3	教师采纳学生观点	33
T4	提问开放性问题	9
T5	提问封闭性问题	44
T6	教师讲授	71
T7	教师指令	17
T8	教师批评或维护教师权威	0
S1	学生被动应答	3
S2	学生主动回答	80
S3	学生主动提问	8
S4	学生与同伴讨论	136
A1	无益于教学的混乱	0
S5	学生思考问题	7
S6	学生做练习	151
S7	学生听讲	69
B1	教师操纵技术	30
B2	学生操纵技术	0

(五) 数据分析和处理

Sackett 提出的滞后序列分析法(Lag Sequential Analysis, 简称 LSA) [6], 可分析发起行为之后另一种行为伴随的可能性及发起行为与伴随行为形成的行为序列是否存在统计学意义上的显著性[7]。近年来滞后序列分析法被广泛应用到教育领域。江毅等人运用 LSA 分析了智慧教室环境下师生的互动行为[8], 胡丹妮等人运用 LSA 对在线学习者的活动路径进行了可视化分析[9], 李绿山等人运用 LSA 分析了移动英语学习系统中的学习数据[10]。LSA 可以帮助教育工作者更加直观地了解学习者的学习路径以及为后续的教学工作提供借鉴意义。

滞后序列分析法的步骤为[8]: 第一步选择合适的编码表; 第二步对教学过程中的师生行为根据编码表进行编码并记录; 第三步根据编码生成对应的行为序列; 第四步检验行为序列的显著性并进行分析; 第五步制作出相应的行为序列转换图。

本文采用 GSEQ 进行编码数据的分析。数据分析完成后会生成两张表, 即行为转换频次表和调整后的残差表。在行为转换频次表中列表示发起行为, 行表示伴随行为, 数值表示对应行为转换频数。当残差值 Z 的值大于 1.96 时, 说明该行为序列具有统计意义上的显著性。最后根据行为转换频次表生成三张行为序列残差表, 并根据这三张表格绘制成对应的三张行为序列转化图。

3. 研究结果分析

(一) 教师显著性行为序列分析

在行为转换频次表中, 列代表发起行为, 行代表伴随行为, 数值代表相应行为转换频次。教师的行为除了指向自身之外, 教师表扬或鼓励到教师指令的行为序列、教师采纳学生观点到提问封闭性问题的行为序列、教师采纳学生观点到提问开放性问题的行为序列均达到了显著性水平。

Table 2. Frequency table of teacher behavior transitions

表 2. 教师行为转换频次表

Z	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	B1
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	0.00	14.61	-0.61	-0.31	-0.71	-0.92	2.06	0.00	-0.58
T3	0.00	-0.61	9.33	2.40	3.46	-0.31	0.24	0.00	-1.28
T4	0.00	-0.31	-0.69	8.35	0.54	0.04	-0.47	0.00	-0.66
T5	0.00	-0.71	-1.57	0.54	6.32	-2.38	-1.08	0.00	-1.49
T6	0.00	-0.92	-2.04	-1.05	-1.37	-3.09	-1.04	0.00	-1.94
T7	0.00	-0.43	-0.96	-0.49	0.86	0.14	10.56	0.00	-1.91
T8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1	0.00	-0.58	-1.28	-0.66	-1.49	0.48	-0.88	0.00	22.17

根据表 2 绘制出教师行为序列转换图, 如图 1 所示。箭头的粗细代表显著性水平, 箭头旁的数字越大, 箭头越粗, 行为序列的显著性水平越高。在本研究中所有的椭圆代表学生的行为, 正方形代表教师的行为。在探究式教学中教师的课堂行为重点并不在于讲授知识, 而在于引导学生进行探究, 并在探究过程中仔细观察, 使学生保持探究的兴趣, 同时为学生提供合适的指导和反馈。教师积极采纳学生的正确的观点, 在接收到不同观点之后因人而异地提出了多个不同的开放性问题 and 封闭性问题。问题难易结合, 有的问题需要学生深思熟虑, 有的问题学生可以脱口而出。教师课上使用信息技术达到了极高的显

著性水平，说明技术支持探究式教学。

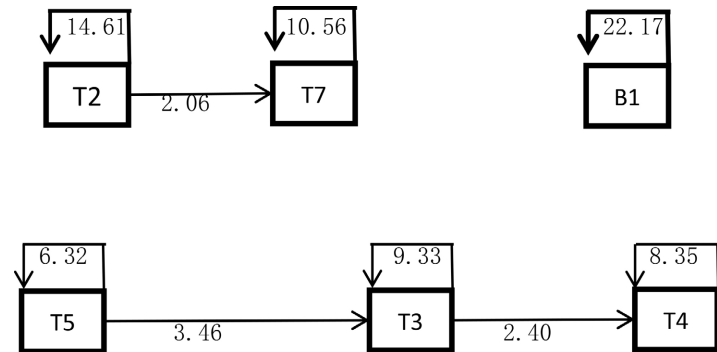


Figure 1. Transition diagram of teacher behavior sequences
图 1. 教师行为序列转换图

(二) 学生显著性行为序列分析

学生行为转换频次表如表 3 所示。

Table 3. Residual table of student behavior sequences
表 3. 学生行为序列残差表

Z	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	B2
S1	17.14	-0.64	-0.19	-0.88	-0.18	-0.94	-0.59	0.00
S2	-0.64	11.49	-1.05	-4.84	-0.98	-4.89	-3.25	0.00
S3	-0.19	-1.05	9.47	-1.44	-0.29	-1.54	-0.97	0.00
S4	-0.88	-4.84	-1.44	25.05	-1.35	-7.10	-4.45	0.00
S5	-0.18	-0.98	-0.29	-1.35	22.05	-0.54	-0.91	0.00
S6	-0.94	-4.89	0.15	-7.10	-1.44	24.22	-4.76	0.00
S7	-0.59	-3.22	0.21	-4.42	-0.90	-4.42	-2.96	0.00
B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00

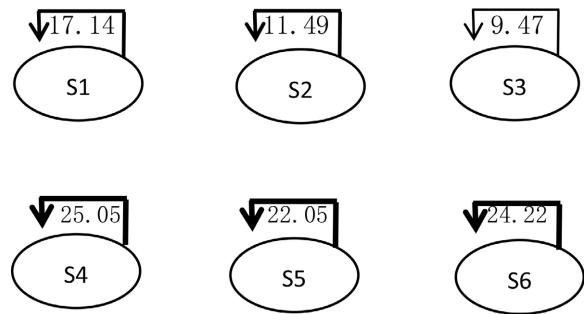


Figure 2. Transition diagram of student behavior sequences
图 2. 学生行为序列转换图

根据表 3 绘制出学生行为序列转换图，如图 2 所示。学生的显著性行为序列全都指向自身，并没有指向除自身之外的其他学生行为。也就是说并没有因为某些学生起始行为从而触发学生的伴随行为。在课堂上学生积极与同伴讨论，积极参与课堂活动，课堂积极性高。在这种积极的课堂环境下，学生置身

其中, 思维活跃。在学生讨论的过程中并没有引发其他的学生行为。虽然学生课上积极回答问题, 也积极地与同伴探讨圆的周长该如何计算, 根据图 2 可知这些不同类型的学生行为没有任何显著性。学生使用信息技术的频次为 0, 也就是说信息技术只是教师进行教学的一种工具, 学生没有利用信息技术进一步对知识进行探索, 只能利用现有的练习题去发现圆的周长的计算规律。同时, 学生的发散性思维有待提高。

(三) 师生交互显著性行为序列分析

教师与学生行为转换频次表如表 4 所示。

Table 4. Residual table of teacher and student behavior sequences

表 4. 教师与学生行为序列残差表

Z	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	B2
T1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T2	-0.18	-0.98	-0.29	-1.35	-0.27	0.37	-0.91	0.00
T3	-0.40	0.56	-0.65	-2.11	-0.61	-3.20	-2.01	0.00
T4	4.80	1.98	-0.33	-1.53	-0.31	-1.64	-1.03	0.00
T5	-0.46	11.36	0.67	-3.48	-0.71	-3.72	-2.34	0.00
T6	-0.60	-3.30	-0.98	-4.53	-0.92	-4.84	25.36	0.00
T7	-0.28	-0.79	1.79	-1.51	1.97	-1.09	-1.42	0.00
T8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B1	-0.38	-2.07	-0.62	-2.84	0.00	-0.58	-3.04	-1.91

根据表 4 绘制出教师与学生行为序列转换图, 如图 3 所示。T6 到 S7 有着极高的显著性水平, 在本节探究式教学之中, 教师并不是完全不进行知识的讲授, 而是在学生自己做练习时发现学生出现的问题, 并就此问题对知识进行讲解。从 T7 到 S5 可以看出学生的思考需要教师来引导。在课堂上教师会告诉学生思考一下什么问题, 学生才会主动思考。在课堂讲授过程中, 教师提问浅层次的开放性问题时, 学生会主动回答, 且主动回答的学生数量较多、回答频次较多。一旦加深开放问题的难度, 学生就会回答得吃力一些, 回答的频次随之降低。教师提问开放性问题时也会引起学生被动回答。这样的开放性问题没有固定答案, 学生可以畅所欲言。这样做既调动了学生的课堂积极性又能培养学生的探索精神。

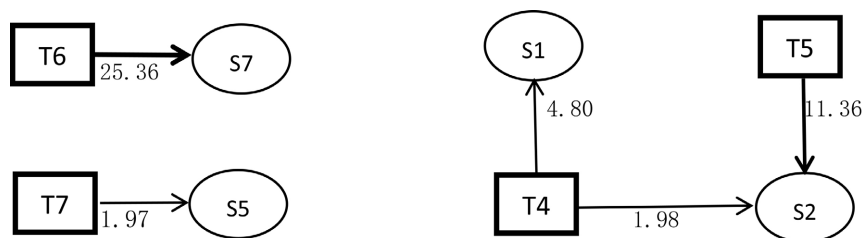


Figure 3. Transition diagram of teacher and student behavior sequences

图 3. 教师与学生行为序列转换图

学生与教师行为转换频次表如表 5 所示。

根据表 5 绘制出学生与教师行为序列转换图, 如图 4 所示。学生主动回答的行为到教师提问封闭性问题的行为序列和教师采纳学生观点的行为序列均达到显著性水平。教师在课堂上讲授的时候, 学生会

认真听讲，并对老师的讲授做出应答，主动提问。同时老师会肯定学生的言论，采纳学生观点。但是综合来看学生主动提问的频次偏低，只有两位同学主动提问。主动提问行为发生在学生做练习的过程中，学生会举一反三，但是仅在少数，教师也没有对主动提问的同学给予相应鼓励，也没有引导学生进行深入思考。通过视频观察可以看出，教师一般通过提问开放性问题 and 提问封闭性问题引导学生回答问题，学生也都踊跃举手，畅所欲言，各抒己见。但无论是什么类型的问题，仅停留在问题表面，并没有进一步去探究。学生不用进行深入思考，全班学生都可以不假思索说出答案。稍微难一点的问题，学生拿笔一算也可以快速地得出答案。学生回答完毕之后，教师会接受学生的正确观点，并进行简短的讲授。学生主动提问到教师讲授的行为序列具有显著性。学生在小组合作探究和自我做练习的过程中主动提出问题，教师对此进行有针对性的讲授。这样学生的疑惑迎刃而解，但是提问问题的学生较少，教师可能在一节课上解决较多问题。

Table 5. Residual table of student and teacher behavior sequences
表 5. 学生与教师行为序列残差表

Z	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	B1
S1	0.00	-0.18	-0.40	-0.20	1.86	-0.60	-0.27	0.00	-0.38
S2	0.00	-0.98	8.24	0.94	3.21	-2.14	-0.72	0.00	-1.50
S3	0.00	-0.29	0.99	-0.33	-0.76	3.62	-0.45	0.00	-0.62
S4	0.00	-1.35	-2.99	-1.53	-3.10	-4.21	-1.43	0.00	-2.84
S5	0.00	-0.27	-0.61	-0.31	-0.71	-0.92	-0.42	0.00	-0.58
S6	0.00	0.37	-3.20	-1.64	-3.72	-4.54	-1.59	0.00	-3.04
S7	0.00	0.35	-1.99	0.09	0.25	18.53	1.97	0.00	-0.04
B2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

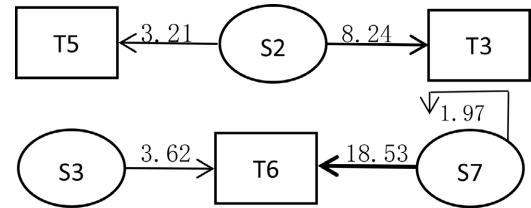


Figure 4. Transition diagram of student and teacher behavior sequences
图 4. 学生与教师行为序列转换图

4. 研究结论与启示

(一) 研究结论

1) 教师引导类的行为具有明显的显著性

教师的引导类行为包括教师接受情感、教师表扬或鼓励、教师采纳学生观点、提问开放性问题、提问封闭性问题、教师讲授、教师指令、教师批评或维护教师权威以及教师操纵技术。教师的指令也在引导着学生的课堂行为，教师是课堂的领导者，让学生发现知识的来龙去脉，进而去主动探索。教师提问问题的行为会引起学生的回答行为，教师的显著性行为序列表明，有的学生倾向于被动接受，有的学生倾向于主动接受。本研究发现的教师引导行为显著性与江毅的智慧教室研究一致，但技术影响差异显著，可能源于技术整合深度的不同。相较于胡丹妮的在线学习路径，面授课堂的行为序列具有更强的即时互

动性和情境依赖性。

2) 技术能够提高教学效果但尚未有效转化为学生的认知工具

教师引导行为存在“提问-反馈-拓展”的三阶模型: T4(开放性提问)→S2(主动回答)→T3(采纳观点)→T4(跟进提问)。该序列出现频次与学生高阶思维表现呈显著正相关($r = 0.68, p < 0.01$)。技术使用呈现“教师主导-学生被动”特征, B1(教师技术操作)→S7(被动听讲)的序列占比达 72%, 反映技术尚未有效转化为学生的认知工具。技术能够促进教师进行探究式教学, 提高探究式教学的效果。但是学生并没有直接的接触技术, 没有利用技术进行讨论、练习、合作等学习活动。技术仅仅作为一种学习工具供学生观看, 例如展示一张“独轮车走钢丝”的图片和一段“祖冲之的故事”视频, 且用时较短。

3) 教师对引导型问题的设计会对学生产生显著影响

引导型问题的设计是一节探究式教学课堂成功与否的关键, 教师将现实生活中的任务作为设计学习任务的基础, 一开始就要让学习者明确自己在这个任务中应该做些什么, 按照从简单到复杂的顺序设计学习任务[11]。教师的引导行为与学生的主动参与形成正向循环, 技术作为催化剂嵌入其中。与 Merrill 的首要教学原理高度契合, 验证了“激活旧知-示证新知-应用新知-融会贯通”的探究路径。

(二) 研究启示

1) 探究式教学需要有合理的学习任务

在师生交互的行为序列中, 教师讲授与学生听讲的行为序列会相互转换、提问封闭性问题和学生主动回答的行为序列会相互转换。教师提问开放性问题可以引起学生主动回答, 但是学生主动回答却不会引起教师提问开放性问题。也就是说这些行为序列的转换往往可能围绕着学习任务, 为了更好地促进探究式教学, 一定要合理地设计学习任务。同时在合理利用信息技术的前提下开展探究示范教学, 需要教师将教材内容设计为探究式, 在数学知识生成的过程中发现恰当的探究素材, 富有创意地设计各个探究式教学活动, 同时还需要教师有很强的探究发现能力, 能平中见奇, 推陈出新。也可以使用实验、归纳、类比等方式让学生在合理推测的基础上进行大胆猜想[12]。

2) 探究式教学要为学生提供即时的学习反馈

不同学生行为序列之间没有统一的联系, 它们没有融合在一起, 例如学生主动回答问题并不会触发学生主动提问问题。学生的行为往往需要教师从中加以引导。探究式教学需要教师提供认知反馈, 引导学生探究和思考。在课堂上除了进行“讲解”与“提问”之外, 教师还要注意知识的“示证”和“操练”[13]。讲解与提问是一种效果最不理想的教学互动方式, 当讲解与展示同时在学习反馈中出现时, 此时的讲解是最有效的。教师分发了不同大小的圆和一条彩带, 学生通过操练, 将关于“圆”的信息在细节刻画中加以运用。认知规则和前提性知识最好能在练习中得以呈现, 特别是在学习者对其有需求的时候予以提供。这样学生在动手实践完成任务的过程中, 在长时记忆中构建认知规则。将关于“圆”的知识分割成若干小的单元, 以一种相互关联的形式呈现出来, 能够减少学生的认知负荷。同时向学生提供矫正性反馈, 告知学习者错在哪里以及为什么会出现这样的错误, 并以示证的形式给学习者加以提示或提供建议。

3) 教师对学生提供正向指导

教师采纳学生观点会转化为教师提问开放性和封闭性问题的行为序列, 即教师对学生的回答予以肯定之后巧妙设疑, 给学生留出思考的时间, 还要在学生遇到困难时巧妙地加以点拨和激励。适当的表扬和鼓励可以起到鞭策作用, 满足学生的探究欲望, 激励学生努力上进。在探究式教学中, 教师在学生与同伴讨论时教师进行必要的情感接受, 观察学生课堂行为。如果时间充足应该在适当的时间点进行统一的讲授, 讲授完之后留给学生思考改正的时间。

4) 合理使用技术能够更好地促进探究式学习

教师使用技术可以帮助教师设置合理的探究问题, 从而更好地支撑个性化学习。可以利用技术丰富学生的学习案例, 利于创设真实情境, 增加学生的学习体验。例如利用虚拟现实技术将微观的知识放大呈现, 将静态的知识宏观呈现, 将枯燥的知识生动地呈现出来, 再配合教师的讲解, 可以加快学生对知识的了解。学生可以随时随地利用互联网查找学习的案例和思路, 开阔自己的视野。也可以随时随地与同伴进行合作交流, 甚至在学习平台上和全国乃至全世界的同伴和老师讨论和请教, 解答自己的疑惑。

参考文献

- [1] 张润, 史立英. 美国探究式教学实施历程及启示[J]. 教学与管理, 2017(1): 122-124.
- [2] 赵德成. 到底还要不要继续推动探究式教学[J]. 课程·教材·教法, 2018, 38(7): 41-46.
- [3] 黄友初, 陈杰芳, 尚宇飞. 小学数学优质课堂的教学语言特征研究[J]. 课程·教材·教法, 2021, 41(4): 105-111.
- [4] 杨现民, 王怀波, 李冀红. 滞后序列分析法在学习行为分析中的应用[J]. 中国电化教育, 2016(2): 17-23, 32.
- [5] Fleiss, J.L. (1981) *Statistical Methods for Rates and Proportions*. 2nd Edition, John Wiley.
- [6] Sackett, G.P. (1978) *Observing Behavior: Theory and Applications in Mental Retardation* (Vol. 1). University Park Press.
- [7] Hawks, I.K. (1987) Facilitativeness in Small Groups: A Process-Oriented Study Using Lag Sequential Analysis. *Psychological Reports*, **61**, 955-962. <https://doi.org/10.2466/pr0.1987.61.3.955>
- [8] 江毅, 王炜, 李辰钰, 康苗苗, 沈洁. 智慧教室环境下师生互动行为研究[J]. 现代远距离教育, 2019(3): 13-21.
- [9] 胡丹妮, 章梦瑶, 郑勤华. 基于滞后序列分析法的在线学习者活动路径可视化分析[J]. 电化教育研究, 2019, 40(5): 55-63.
- [10] 李绿山, 赵蔚, 刘红霞. 基于滞后序列分析的移动英语学习行为研究[J]. 外语电化教学, 2020(5): 94-100, 14.
- [11] 杰罗姆·范梅里恩伯尔, 保罗·基尔希纳. 综合学习设计: 四元素十步骤系统方法[M]. 盛群力, 陈丽, 译. 福州: 福建教育出版社, 2013: 47-49.
- [12] 王钦敏, 余明芳. 数学探究式教学的目标定位与路径选择[J]. 课程·教材·教法, 2018, 38(4): 59-63.
- [13] M·戴维·梅里尔. 首要教学原理[M]. 盛群力, 钟丽佳, 译. 福州: 福建教育出版社, 2016: 72-76.