

新课改下课堂教学过程信息熵分析

余鹏飞, 张紫琼, 张再成, 罗劲松

黄冈师范学院教育学院, 湖北 黄冈

收稿日期: 2024年5月28日; 录用日期: 2024年6月22日; 发布日期: 2024年6月28日

摘要

信息熵是一个十分重要的核心概念。文章在研究大学课堂教学过程的基础上, 对课堂活动细化分析, 旨在有效地表述教学过程、研究教学过程, 并能够给予有效地评价, 同时对教学过程进行客观的、定量的记述。本研究为了能够对教学过程进行客观、定量的记述, 创建了课堂教学行为分类系统, 并以此为依据应用信息熵进行了数据分析和实验研究, 旨在探讨大学课堂教学新思路。

关键词

新课改, 课堂教学, 信息熵

Information Entropy Analysis of Classroom Teaching Process under the New Curriculum Reform

Pengfei Yu, Ziqiong Zhang, Zaicheng Zhang, Jinsong Lou

College of Education, Huanggang Normal College, Huanggang Hubei

Received: May 28th, 2024; accepted: Jun. 22nd, 2024; published: Jun. 28th, 2024

Abstract

Information entropy is a very important core concept. Based on the study of college classroom teaching process, this paper makes a detailed analysis of classroom activities, aiming at effectively expressing, studying and evaluating the teaching process, and at the same time giving an objective and quantitative account of the teaching process. In order to objectively and quantitatively describe the teaching process, this study established a classification system of classroom teaching behavior, and based on this, conducted data analysis and experimental research by using information office, aiming at exploring new ideas of college classroom teaching.

Keywords

New Curriculum Reform, Classroom Teaching, Information Entropy

Copyright © 2024 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. 前言

新课改下课程理念要求要面向全体学生, 强调促进学生个体的全面发展, 强调改变学习者的学习方式, 倡导学生能够进行自主学习。课堂教学是培养学生自主合作, 探究能力, 促进学生全面发展的最根本途径。对于高等教育而言, 课堂教学是一个依靠教师创造情境, 学生参与其中的过程。新课改下的模式要求以学生为中心、教师为辅导、情境为媒介, 三者之间形成互动, 学生在融洽的氛围中参与学习活动并掌握技能。但是现如今的实际情况是: 课堂教学过程的分析缺乏合理的理论依据, 大部分情况下是依靠主观思维去判断, 然后依靠经验主义的思想从而提出改进措施, 为了规避各种主观的因素产生作用, 需要构建一个具体可视化的系统, 对教学过程进行定性分析和定量计算。由于课堂教学是通过教师和学生两者之间交互, 从而构成的一个信息传递系统, 因此文章尝试利用信息熵的性质进行分析, 用具体、可视化的结论指导教学过程[1]。

1865年克劳修斯定义的一个热力学的状态函数, 经过不断的发展和延伸, 熵是信息的统计特征描述是早在1948年香农把热力学中熵的概念与熵增原理引入信息理论的结果。先行考察熵增原理。热力学中的熵增原理是这样表述的: 存在一个态函数 - 熵, 只有不可逆过程才能使孤立系统的熵增加, 而可逆过程不会改变孤立系统的熵。从中可以看出: 1) 熵及熵增是系统行为。2) 这个系统是孤立系统。3) 熵是统计性状态量, 熵增是统计性过程量。

讨论信息的熵表述时, 应充分注意这些特征的存在。并且知道, 给定系统中发生的信息传播, 是不可逆过程。在信息论中, 认为信源输出的消息是随机的。即在未收到消息之前, 是不能肯定信源到底发送什么样的消息。而通信的目的也就是要使接收者在接收到消息后, 尽可能多的解除接收者对信源所存在的疑义(不定度), 因此这个被解除的不定度实际上就是在通信中所要传送的信息量。因此, 接收的信息量在无干扰时, 在数值上就等于信源的信息熵, 式中 $P(x_i)$ 为信源取第 i 个符号的概率。对于由 n 个事件构成的概率系统, 每一个事件产生的平均信息量为 $H = -\sum p_i \log_2 p_i$, H 称之为信息熵, 其大小可以用于表示概率系统的不确定程度。熵为信息分析提供了有效的工具。

信息熵的理论近年来已经广泛应用在城市规划、农业、计算机、金融等领域, 对风险预测组织结构调整、故障诊断等复杂、多样的系统进行了客观、准确的分析。在教育领域, 已有学者致力于教学效果评价、课件设计、考试内容设置、学习状态判断、教学案例分析等问题的研究, 并取得了一定的应用效果[2]。

香农将信息定义为通信传输过程中两次不确定性之差, 认为信息是人们在认知过程中对未知事物不确定性消除多少的度量。当一个总体的不确定性程度越高时, 它所包含的信息量就越小。即假设一个总体共包含 N 个随机变量 X_i , $i=1, 2, \dots, n$ 其中每个变量 X_i 发生的概率为 $P(X_i)$, $i=1, 2, \dots, n$, $\sum P(X_i) = 1$, 则该事物或是总体的信息熵计算公式为: $nH(X) = -\sum P(X_i) \ln P(X_i)$ 教学质量评估其实也是一个比较复杂的对象, 从这个对象中获得的信息越多, 即消除的不确定性越多, 信息熵也就越小;

相反,则说明了教师在这方面所做的工作有所欠缺,需要加强和完善,给出明确的教学信息,消除更多的不确定性,降低信息熵的值。

2. 研究过程

新课改要求下课堂要以学生为主体,教师为主导,以此为中心,本文主要研究了一种衡量课程性质的方法。以此来优化教学过程,提高教学质量,并针对课堂中出现的问题给出提升策略。此次所选择的对象是高校大学生,研究对象学习和自律能力强,有独立思考的能力,遇到问题时有自己的看法[3]。由于简单又单一的语言记录无法充分记录对象行为。因此我们利用 Flanders 系统和 VICS 系统作为参考的依据(如表 1、表 2 所示):

Table 1. VICS (Verbal Interaction Category System) system

表 1. VICS (Verbal Interaction Category System)系统

教师的提示	教师的狭义提问	教师的接受	学生向其他学生的反应	学生向老师的发言
教师的提示	教师的广义提问	教师的拒否	学生向教师的应答	学生向其他学生的发言

Table 2. FLanders system

表 2. FLanders 系统

表达感情	表扬或鼓励	接受或使用学生的主张	提问	讲授
给予指导或指令	批评或维护权威性	学生被动说话	学生主动说话	无、有效语言

分析系统的建立

本研究基于以上两个系统,创建了一个新的教学行为记录体系。相关思路为,采用 S-T 分析相关内容,记录教师相关行为以及学生相关行为,S 为学生行为,T 为教师行为。我们对 S 行为和 T 行为进行了细分,其中学生 S 行为包括:S0:学生做笔记……S9:学生记录等一系列行为。同样教师 T 行为也包含了诸如:T0:教师讲解,T9:教师总结等在内的诸多小点(如下表 3):

Table 3. Classification system of classroom behavior teaching

表 3. 课堂行为教学分类系统

高校课堂行为教学分类系统			
类别	教师的行为	类别	学生的行为
T0	教师讲解	S0	学生做笔记
T1	教师提问	S1	学生做被动回答问题
T2	教师点名回答问题	S2	学生主动回答问题
T3	教师的示范	S3	学生对其他同学的想法
T4	教师的提示	S4	学生的思考
T5	教师组织分任务活动	S5	学生参与任务的活动
T6	教师与学生讨论	S6	学生主动向教师提问
T7	教师的回答	S7	学生的提问
T8	教师的指示	S8	学生反馈
T9	教师总结	S9	学生的练习

建立好行为分类系统后, 分别对教师与学生行为的发生次数进行数据采集, 一般来讲, 为了提高精度, 采样时间的间隔越短越好, 但是周期越短, 对数据采集的要求越高, 需要花费大量的人力物力借助教学实录视频来进行统计, 我们研究行为的信息熵是为了便捷、准确的指导教学过程, 如果数据采集过于复杂, 在一定的程度上将变得没有实际的研究价值。经过多次实验结果, 采样周期定为 1 分钟, 由于高校课堂教学大多采用项目式学习教学(项目式教学, 是一套设计学习情境的, 以问题为导向的教学方法, 是基于现实世界的以学生为中心的教育方式) [4], 因此我们以一个教学项目为单位, 统计在这个项目的教学过程中各种行为发生的次数之和, 计算教师行为的信息熵和学生行为的信息熵。

在教学过程中, 教师和学生都分别有 10 类行为, 当各行行为发生的概率相等时, 根据信息熵最大原理可得 $H_{\max} = \log_2 n = \log_2 10 = 3.321928$ (bit), 当行为单一时, $H_{\min} = 0$ (bit)。根据实际统计数据, 分别计算在一个教学项目当中教师的行为信息熵 $HT = \sum_{n=0}^9 HT_n$, 学生的行为信息熵 $HS = \sum_{n=0}^9 HS_n$ 。一般来讲, 行为的信息熵与教学活动的丰富程度呈正相关, 但是最大信息熵与教学活动最优化并不能等同[5], 因此存在一个临界值, 存在信息熵较小时, 越靠近临界值效果越好, 信息熵超越临界值后效果反而下降。

我们选取一节代表性较强师范专业认证的课程, 采集 T0 到 T9 以及 S0 到 S9 出现的频率并计算其发生次数的概率。从而计算教师行为信息熵 HT 以及学生行为信息熵 Hs, 计算出结果后, 通过比较 HT 和 Hs 的大小来判断课程类型。具体判断过程如下:

1) 当 $HT > HS$ 时说明这是一种以教师为中心的传统教学模式。传统教学以教师为中心, 以课堂为中心, 以教材为中心。传统教学是老师讲授为主, 学生被动接受, 然后通过机械地操练巩固, 学生的主观能动性不能很好的得到开发和发挥, 教学重知识传授而忽视能力的培养。传统教学重讲轻练, 学习不是通过老师大量的讲授, 而是说明学生学习的主动性被忽视, 教学中缺乏足够的空间支持学生主动建构, 或者是教师行为的有效性较弱, 从而抑制了学生在学习过程中实践精神和创新能力的培养, 不符合新课改下的教学模式, 需要重新设计教学活动[6]。

2) 当 $HT < HS$ 时说明这是一种以学生为中心的教学模式, 教师很好的调动了学生学习的积极性, 给学生创造更多动手实践的机会, 让学生主动参与到教学中来, 创造出轻松活跃的课堂气氛, 激励学生自主学习、兴趣学习、高效学习。以学生为中心的教学模式没有让知识固化, 而是使它们在学生的脑力劳动中、在集体的精神生活中、在学生的相互关系中、在精神财富交流中活起来。“以学生为中心”的教学模式体现了全面实施素质教育的新要求, 已经逐步在全国展开。相信“以学生为中心”的教学模式会在我国教育事业中展现美好的蓝图。

根据这一方法来判断课程的主体, 结合新课改下以学生为中心的课程理念, 从而起到优化课程结构, 提高学习效率的目的。

3. 结果与讨论

实验研究

本研究以某高校示范课程《信息技术教学论》中的一节课为研究对象, 这节课教学课题是基于“翻转课堂下的信息技术教学论”本节课程是教学内容讲解信息技术教学论中的教案与教学设计的讲解通过数据的采集、核查、检测得到的结果如下表 4 所示。

通过信息熵的计算可知 $HT = 0.39$, $HS = 0.43$, 因为我们在上面提及到当 $HT < HS$ 时说明这是一种以学生为中心的教学模式, 教师很好的调动了学生学习的积极性, 给学生创造更多动手实践的机会, 让学生主动参与到教学中来, 创造出轻松活跃的课堂气氛, 激励学生自主学习、兴趣学习、高效学习。增大了教学行为的信息熵, 说明运用了多种教学行为提高了教学效果, 实现了教学过程的优化。为了进一步

探究以学生为中心的教学模式的教学行为信息熵分析我们将这节课分成的四个部分。分别计算和分析老师和学生们的行为分析。通过多次的试验我们将时间周期定为 20 秒。每一个部分作为一个单位，统计每一部分教师与学生的教学行为发生的总次数，并分别计算每一阶段教师与学生行为信息熵，如表 5 所示。

Table 4. Analysis of teaching behavior in the whole class

表 4. 整堂课的教学行为分析

教师的行为信息熵											
行为类别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	次数汇总
发生的次数	8	2	1	1	3	1	1	3	2	3	25
所占比率(Pi)	0.32	0.08	0.04	0.04	0.12	0.04	0.04	0.12	0.08	0.12	
信息量(Hi)	0.61	0.27	0.22	0.22	0.33	0.22	0.22	0.33	0.27	0.33	
Pi*Hi	0.19	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.04	0.02	0.04	
HT	0.39										

学生的行为信息熵											
行为类别	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	次数汇总
发生的次数	4	0	8	5	6	3	0	1	1	0	28
所占比率(Pi)	0.14	0.00	0.29	0.18	0.21	0.11	0.00	0.04	0.04	0.00	
信息量(Hi)	0.36		0.55	0.40	0.45	0.31		0.21	0.21		
Pi*Hi	0.05	0.00	0.16	0.07	0.10	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	
HS	0.43										

Table 5. The first part is the analysis of behavior information between teachers and students

表 5. 第一部分教师与学生行为信息分析

教师的行为信息熵											
行为类别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	次数汇总
发生的次数	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	5
所占比率(Pi)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.60	
信息量(Hi)							0.76			1.36	
Pi*Hi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.81	
HT	1.12										

学生的行为信息熵											
行为类别	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	次数汇总
发生的次数	0	0	0	9	0	26	1	0	0	0	36
所占比率(Pi)	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.72	0.03	0.00	0.00	0.00	
信息量(Hi)	0.00			0.50		2.13	0.19				
Pi*Hi	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	1.54	0.01	0.00	0.00	0.00	
HS	1.67										

由如表 5 可知, 通过信息熵的计算可知 $HT = 1.12$, $HS = 1.67$ 。虽然我们可以看出 $HT < HS$, 但是我们不能从这一部分的教师与学生行为信息熵的大小来判断这节课就是以学生为中心的课堂教学的课堂。因为事物本身存在偶然性与必然性通过多次的试验才可以下结论[7]。所以我们只能判断这一阶段学生的行为丰富度大于老师教学行为的丰富度, 学生的主动学习占主导, 教师教学行为为辅。因此来验证上面所说的假设我们来进行分析第二阶段的教学行为分析如表 6 所示:

Table 6. The second part is the analysis of behavior information between teachers and students

表 6. 第二部分教师与学生行为信息分析

教师的行为信息熵											
行为类别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	次数汇总
发生的次数	7	2		1			1	3	3		17
所占比率(Pi)	0.41	0.12	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.18	0.18	0.00	
信息量(Hi)	0.78	0.32		0.24			0.24	0.40	0.40		
Pi*Hi	0.32	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.07	0.07	0.00	
HT	0.53										
学生的行为信息熵											
行为类别	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	次数汇总
发生的次数	5		9	1	1	3	1		2		22
所占比率(Pi)	0.23	0.00	0.41	0.05	0.05	0.14	0.05	0.00	0.09	0.00	
信息量(Hi)	0.47		0.78	0.22		0.35			0.29		
Pi*Hi	0.11	0.00	0.32	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	
HS	0.51										

Table 7. The third part is the analysis of behavior information between teachers and students

表 7. 第三部分教师与学生行为信息分析

教师的行为信息熵											
行为类别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	次数汇总
发生的次数	5	2		1			3	4	3		18
所占比率(Pi)	0.28	0.11	0.00	0.06	0.00	0.00	0.17	0.22	0.17	0.00	
信息量(Hi)	0.54	0.32		0.24			0.39	0.46	0.39		
Pi*Hi	0.15	0.04		0.01		0.00	0.06	0.10	0.06		
HT	0.43										
学生的行为信息熵											
行为类别	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	次数汇总
发生的次数	2		8	5		1			1		17
所占比率(Pi)	0.12	0.00	0.47	0.29	0.00	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	
信息量(Hi)	0.32		0.92	0.57		0.24			0.24		
Pi*Hi	0.04	0.00	0.43	0.17	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01		
HS	0.67										

由如图 6 所示通过信息熵的计算可知 $HT = 0.53$, $HS = 0.51$ 。同样的道理我们也不能主观臆断将该部分教师与学生行为信息熵的大小比较来判断此堂是以学生为中心的教学模式。我们只能判断这一阶段教师的行为丰富度大于学生行为的丰富度, 此阶段一般是以教师的引导占主导。教师的“教”体现在穿针引线上, 需要教师在各个教学环节中掌握方向, 恰当地予以点拨、引导[8]。

教师正确的引导作用必将引起学生的学习兴趣, 从而增加学生的行为丰富度。为此我们验证这一说明进行第三部分教师与学生行为信息分析如表 7 所示。

由表 7 所示通过信息熵的计算可知 $HT = 0.43$, $HS = 0.67$ 。由 $HS = 0.67 > HT = 0.33$, 故该阶段的学生学习行为信息熵大于教师的教学行为信息熵。从而说明上一部分教师运用了恰当的教学方法和教学策略激发了学生的学习热情, 加强了实践操作指导, 培养学生操作技能[9], 促进了学生学习行为的丰富度的增加。因此此阶段学生学习行为信息熵大于教师教学行为信息熵。

一节完整的课堂必不可少的环节之一即教学反思与评价。教学反思是教师专业持续发展的动力, 是高校提高教育教学水平的前提, 是实现教育教学改革的必经途径[10]。在这一阶段要求教师经常反思、研究自己的教育教学工作, 探究和解决工作中遇到的问题, 具有较强的科学研究性质。美国著名学者波斯纳也曾经提出: 教师的成长 = 经验 + 反思。实践表明, 教师若能在教育教学实践中勤于反思, 勇于反思, 善于反思, 必将取得令人满意的收获。为了使评价在学生的发展中更能发挥作用, 教师必须在形成性评价上多下功夫。明确提出了评价的目的是为了激励学生学习, 使学生获得成就感, 增强自信心, 使评价能促进学生的发展。所以在课堂的最后一部分高校教师为了促进学生在学习上的进一步提高会对自身的反思和对学生的评价。因此此阶段教师教学行为信息熵大于学生学习行为信息熵, 教师教学行为丰富度比学生的学习丰富度大。如表 8 所示 $HT = 0.51 > HS = 0.38$ 。

Table 8. The fourth part is the analysis of behavior information between teachers and students

表 8. 第四部分教师与学生行为信息分析

教师的行为信息熵											
行为类别	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	次数汇总
发生的次数	8	0		2		1	1	1	4	3	20
所占比率(Pi)	0.40	0.00	0.00	0.10	0.00	0.05	0.05	0.05	0.20	0.15	
信息量(Hi)	0.76			0.30		0.23	0.23	0.23	0.43	0.37	
Pi*Hi	0.30	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.09	0.05	
HT	0.51										
学生的行为信息熵											
行为类别	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	次数汇总
发生的次数	7		2	4	4	2	1	1	2	2	25
所占比率(Pi)	0.28	0.00	0.08	0.16	0.16	0.08	0.04	0.04	0.08	0.08	
信息量(Hi)	0.54		0.27	0.38	0.38	0.27	0.22	0.22	0.27	0.27	
Pi*Hi	0.15	0.00	0.02	0.06	0.06	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	
HS	0.38										

由以上数据图表可知, 我们知道课堂整体为新课改教学理念下的课堂, 即是以学生为主体教师为主导的课堂结构。但是前四分之一的课堂信息熵为 $HT = 1.12$, $HS = 1.67$ 。虽然我们可以看出 $HT < HS$, 但

是我们不能从这一部分的教师与学生行为信息熵的大小来判断这节课就是以学生为中心的课堂教学模式的课堂。因为事物本身存在偶然性与必然性通过多次的试验才可以下结论。所以我们只能判断这一阶段学生的行为丰富度大于老师教学行为的丰富度，学生的自主学习占主导，教师教学行为为辅。同时通过数据计算，我们得到第二部分的信息熵分别是 $HT = 0.53$, $HS = 0.51$ ；第三部分信息熵为 $HT = 0.43$, $HS = 0.67$ ；第四部分信息熵为 $HT = 0.51$, $HS = 0.38$ 。由上数据可知，该课程四个部分分别为以学生为中心；以教师引导为主；以学生为中心；以教师引导为主。由此可以看出，同一节课堂中，课堂主体并非一成不变的，是一个动态变化的过程。但是从教师行为类型的发生频率来看，教师的行为多为对学生未知知识的解答，对于一堂课程，教师的行为必不可少，但是，经过以上的数据，我们小组大胆猜测，是否存在一个零界点，在这一状态下，教师行为与学生行为发生的概率的比值趋于一个定值。以本节课程为例，课程整体是以学生为主体，教师为主导的课堂，但分开来看，四个部分却并非如此，针对于不同类型的课程，以新授课为例，在新授课下在学生对新授知识的理解到达一定水平时，教师要给予干涉，一方面保证学生对知识认识的正确性，另一方面则是对学生的启发。那么这个零界点，我们小组认为是可以通过可视化数据表现出来的，这需要大量课堂分析数据的支撑。当确定这一零界点时，教师的干预将起到事半功倍的作用。这将是我们的下一步研究方向。

4. 结论与展望

本研究的创新点在于：创建了课堂教学行为分类系统，为高校课堂教学过程分析提供理论依据。同时有效防止了因教师个人主观因素及经验主义导致的对于课堂教学的错误把控。为高校课堂教学过程分析提供新思路。从文中数据可以得出观点：新课改下课堂的“中心”是一种动态变化的过程，而非一成不变的。这就要求教师在进行教学活动时应注意这一动态变化，做到全局把握。由于时间、空间等条件的限制，本文中的数据量偏少。但已知数据来看，我们不妨大胆推测：当课程结构处于某一种状态时(教师活动与学生活动呈特定比例)，课堂教学将规范且高效，此时的课堂教学效果更好，更有益于知识的习得，在这一条件下，可以实现教学效果最优化。

参考文献

- [1] 史诺, 陈高锋, 解建军. 基于信息熵的高职课堂教学过程研究[J]. 价值工程, 2012, 31(12): 199-200.
- [2] 杨娟, 段瑞波, 张宓, 姜雪, 王天纳. 基于信息熵的教学质量评估模型研究[J]. 课程教育研究, 2019(38): 251-252.
- [3] 王建, 白玲. 大学生学习的特点、实质及培养策略[J]. 吉林省教育学院学报, 2018, 34(4): 111-114.
<https://doi.org/10.16083/j.cnki.1671-1580.2018.4.031>
- [4] 周玉娟. 项目式学习融入大学英语教学策略研究[J]. 大学, 2022(8): 157-160.
- [5] 陈集炎, 唐诗. 用信息熵评价微格教学课例的实验研究[J]. 黑龙江科技信息, 2011(4): 136.
- [6] 刘坚. 论经典学习理论对“以教师为中心”传统教学模式的影响[J]. 湖南医科大学学报(社会科学版), 2009, 11(4): 187-190.
- [7] 张鹏, 关舒丹. 高校哲学教育大趋势——高校哲学教育中对必然性和偶然性范畴的反思[J]. 管理观察, 2013(26): 85-87.
- [8] 涂小英. 如何发挥教师的引导作用[J]. 试题与研究, 2020(23): 123.
- [9] 石庭婷. 中职计算机课堂教学的优化策略[J]. 西部素质教育, 2019, 5(14): 148.
<https://doi.org/10.16681/j.cnki.wcqe.201914085>
- [10] 马小茗, 朱森. 通过教学反思促进高校教师教学成长[J]. 继续医学教育, 2021, 35(9): 6-8.