DOI:10.19789/j.1004-9398.2015.01.008

AHP法在案例教学学生成绩评价中的实证研究*

张 宏[1,2]

(1. 华中科技大学,湖北 武汉 430074; 2. 武汉理工大学华夏学院,湖北 武汉 430023)

摘 要

分析了案例教学模式学生成绩评价存在的问题,利用专家经验法和模糊优化法对初拟评价指标进行了筛选,构建案例教学学生成绩多维评价指标体系,引入AHP法,得到更为合理的学生成绩综合评价方法,通过实证研究对比发现,提高了学生成绩评价的客观性与公平性,激发了学生学习兴趣.

关键词: 案例教学,成绩考核,模糊优先顺序法,层次分析法,评价指标.

中图分类号: F840.65

0 前 言

学生成绩评价是对教学过程的检验和监督,教师通过考核掌握学生对知识的掌握情况,了解教学行为和检验教学效果,为持续改进教学提供借鉴和参考价值. 案例教学中,学生进入一种接近真实的虚拟环境,知识、能力、兴趣相结合,每个人的智力各有特点,并不存在传统意义上的"差生",所以对采用案例教学的课程应建立多样化的评价体系,通过多种渠道对学生进行评价,真正做到以评促教.

目前,案例教学学生成绩评价存在以下问题:

一卷定成绩,评价内容结构、评价主体单一. 学生成绩评定多采用百分制,由教师作为唯一的评判者,多数学校学生卷面成绩占70~90%,比例过高,平时成绩占10~30%,评价内容偏向,导致部分学生临时抱佛脚,突击复习而取得较好成绩,有些同学平时积极主动思考,动手操作能力强,但因卷面成绩不理想致使总评成绩不高,学生反映成绩与能力不相匹配,增加了部分学生挫败感,造成教学隐形不公平现象,这严重偏离了素质教育、创新教育的培养定位.

用一把尺子衡量不同学生,忽视了学生个性特长. 大众化教育,个体差异性被忽略. 在案例教学角色扮演过程中,每个人情感、个性和心理不同,只有适合不适合岗位角色之分,如果用统一的标准评价学生,使得部分学生被排斥,造成学生迎合教师喜好,导致个性被埋没. 对学生参与案例的情况、学习过程和学习效果不够重视,进而学生越来越不愿意参加案例教学,不利于学生成长.

注重结果,忽视过程. 案例教学过程中学生的表现未体现在总评成绩中,以终结性评价为主,是一种静态评价,体现不出学生成长过程.

1 综合评价指标体系设计

1.1 层次分析法(AHP)简介

AHP法来源于运筹学,是一种定量与定性相结合的决策分析方法. 它将决策者对复杂系统的决策思维过程进行模型化、数量化. 应用这种方法,决策者对复杂问题分解成若干因素和若干层次,在各因素之间进行两两对比和计算,得到不同的权重,为最佳方案的选择提供依据[1]. AHP法通过具有阶梯结构的目标、准则、约束条件、部分等来评价方案,构建判断矩阵,然后把判断矩阵最大特征根对应的特征向量作为相应的系数,最后综合给出个方案的权重[2,3].

1.2 评价指标层次结构构建

指标选取是否恰当,直接影响到最终评价结果是否客观、公正. 指标选取太少,考查学生成绩不全面,指标缺乏代表性,覆盖面不全,不能反映学生综

收稿日期: 2014-03-11

* 湖北省教育科学"十二五"规划项目(2012B433).

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

合实力,产生片面性; 指标选取太多,可能造成重点考查项目所占比例减少,增加考核难度,重点不突出[4,5]. 因此根据案例教学特点,在回收调查问卷、咨询专家的基础上,借鉴国内采用案例教学课程学生成绩考核经验,坚持综合性、简洁性、明确性、独立性、可行性原则,从案例参与过程、案例报告、平时成绩、综合考试四个方面综合评定学生综合成绩,最高层次称为目标层,中间层称为准则层,最低层称为方案层,措施层从属于准则层或对准则层有影响,如表 1 所示.

表 1　案例教学学生成绩评价指标体系

目标层	准则层	措施层	权重
学生综合成绩 A	案例参与过程 B1	了解案例情况,查找相关资料,理论准备、学习态度	C1
		普通话标准、表达清楚、积极参与、案例气氛、沟通能力、协作能力	C2
		分析问题能力、解决问题能力、案例实践效率	C3
		非智力因素(动机、情感、意志、个性、毅力)	C4
		方法独特、有创新性	C5
	案例报告 B2	案例日志、知识掌握情况	C6
		进一步研究能力、知识拓展能力	C7
		报告书写整洁、符合字数要求	C8
		案例心得、总结、自我评价	C9
	平时成绩 B3	课堂表现、回答问题	C10
		课程笔记、平时作业	C11
		上课出勤率	C12
		举手回答问题次数	C13
	综合考试 B4	笔试	C14
		口试	C15

1.3　评价指标体系优化

将各个独立指标对上层指标重要度进行排序,将不重要的指标去掉,采用模糊优先排序法,在 n 个备选方案中建立一个模糊优先关系,择优选取重要性高的指标.

(1) 设 $\hat{A}$ 为论域 $U = \{u_1, u_2, \cdots, u_n\}$ 上的模糊集; 建立案例教学学生成绩评级指标的模糊优先关系矩阵 $O = (O_{ij})_{n\times n}$, O_{ij} 表示指标 u_i 比 u_j 重要的程度, $O_{ij} = 1/2$ 表示 u_i 与 u_j 同样重要. 约束条件为:

① $O_{ij} + O_{ji} = 1$;

② $0 \leqslant O_{ij} \leqslant 1 (i \neq j; i, j = 1, 2, \cdots, n)$.

以准则层案例报告 B2 为例, B2 = { C6, C7, C8, C9} ,将初选的指标对 B2 的重要程度两两排序,由 10 名专家按照 Satty 九标度法进行评分,结果见表 2.

表 2　专家评分结果表

分组	相等 1	稍强 3	强 5	很强 7	绝对强 9	总分	优选系数
C6 / C7	3	7				24	0. 24
C6 / C8			3	4	3	70	0. 70
C6 / C9	3	2	5			34	0. 34
C7 / C8			2	2	6	78	0. 78
C7 / C9		2	7	1		48	0. 48
C8 / C9	3	6	1			26	0. 26

由表 2 建立模糊优化矩阵:

$$O = \begin{Bmatrix} 0.5 & 0.24 & 0.70 & 0.34 \\ 0.76 & 0.5 & 0.78 & 0.48 \\ 0.30 & 0.22 & 0.5 & 0.26 \\ 0.66 & 0.52 & 0.74 & 0.50 \end{Bmatrix}$$

(2) 建立 α 截矩阵,进行模糊优化排序, $\alpha \in [0,1]$,并满足以下条件:

当 $O_i \geqslant \alpha$ 时, $O_{ij}^{\alpha} = 1$; 当 $0 \leqslant O_i \leqslant \alpha$ 时, $O_{ij}^{\alpha} = 0$.

模糊优化矩阵的对角线元素为 0. 5,当 $\alpha = 0.48$ 时,截矩阵为:

$$O_{0.48} = \begin{Bmatrix} 0.5 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0.5 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0.5 \end{Bmatrix}$$

由 $O_{0.48}$ 可知,第 2 行元素数值最大,因此 C7 为第一优越因素,去除 O 中 C7 的行和列,得到新的模糊优化矩阵:

$$O' = \begin{Bmatrix} 0.5 & 0.70 & 0.34 \\ 0.30 & 0.5 & 0.26 \\ 0.66 & 0.74 & 0.5 \end{Bmatrix}$$

对 O' 建立 α 截矩阵, $\alpha = 0.5$ 时,截矩阵为:

$$O_{0.5} = \begin{Bmatrix} 0.5 & 1 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 \\ 1 & 1 & 0.5 \end{Bmatrix}$$

由 $O_{0.5}$ 可知,第三行元素最大,所以 C9 为第二优越因素. 重复以上步骤,得到 4 个指标的模糊优先顺序为 C7、C9、C6、C8.

(3) 计算隶属度函数. 如果已知论域 U 上各指标对上层指标的隶属顺序,隶属度可用下式计算[5]:[6]

$$A(u_i) = \frac{\ln[m - r(u_i)]}{\ln(m - 1)}$$

式中, $r(u_i)$ 表示指标隶属顺序; $m = n + 2$, n 为指标个数. 当 $A(u_i) \geqslant 0.6$ 时,该因素符合要求.

$$r(C8) = 4, A(C8) = \frac{\ln[4 + 2 - 4]}{\ln(4 + 2 - 1)} = 0.43.$$

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

同理可得: $A(C6) = 0.68$, $A(C7) = 1$, $A(C9) = 0.86$, 所以案例报告中的 C6、C7、C9 符合要求.

根据以上方法,对其他准则层下的措施层评价指标进行筛选,得到最终的评价指标体系,如表 3 所示.

表 3 案例教学学生成绩评价指标体系

目标层	准则层	措施层	权重
学生综合成绩 A	案例参与过程 B1	了解案例情况,查找相关资料,理论准备、学习态度	C1
		普通话标准、表达清楚、积极参与、案例气氛、沟通能力、协作能力	C2
		分析问题能力、解决问题能力、案例实践效率	C3
		方法独特、有创新性	C4
	案例报告 B2	案例日志、知识掌握情况	C5
		进一步研究能力、知识拓展能力	C6
		案例心得、总结、自我评价	C7
	平时成绩 B3	课堂表现、回答问题	C8
		课程笔记、平时作业	C9
		上课出勤率	C10
	综合考试 B4	笔试	C11
		口试	C12

1.4 构造判断矩阵

记目标层元素为 A,准则层元素为 B1、B2、B3、B4,准则层元素所支配的下一层元素为 C1, C2, …, Cn(n = 12). 针对准则,决策者比较两个元素 Ci 和 Cj 哪一个更重要,重要程度如何,根据问卷结果和督导、专家评价意见,参照 Satty 九标度法,按定义的比例标度对重要性程度进行赋值,采用几何平均值对赋予的标度值进行均值修正,从而构造出各级指标判断矩阵 $B = (a_{ij})_{n\times n}$.

1.5 计算相对权重、一致性检验

1) 利用判断矩阵计算各指标相对权重系数 W_i 和矩阵特征根,方法如下:

(1) 计算矩阵每行所有元素的积: $M_i = \prod_{j=1}^{n} a_{ij}$, 其中 $i = 1, 2, \cdots, n$, n 为矩阵阶数;

(2) 对 M_i 开 n 次方: $\overline{W}_i = \sqrt[n]{M_i}$;

(3) 将 $(\overline{W}_1, \overline{W}_2, \cdots, \overline{W}_n)^T$ 做归一化处理: $w_i = \frac{\overline{w}_i}{\sum_{j=1}^{n} \overline{w}_j}$;

(4) 计算特征根 $\lambda_{max} = \sum_{i=1}^{n} \frac{(BW)_i}{nW_i}$.

2) 层次单排序和一致性检验

上面构造的判断矩阵是否合适呢? 要进行一致性检验,其方法是:

首先计算层次单排序一致性指标: $C.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$;

然后计算随机一致性指标: $C.R = \frac{C.I}{R.I}$; 若 $C.R \leqslant 0.1$, 认为判断矩阵的一致性可以接受,其中平均随机一致性指标 R.I 的取值根据表 4 确定.

表 4 平均随机一致性指标 R.I

维数	1	2	3	4	5	6	7	8
R.I	0.00	0.00	0.58	0.96	1.12	1.24	1.32	1.41

下面依据上述计算步骤,列出相对于总目标各准则层之间的相对重要性比较,即为判断矩阵 A - B,并进行单一准则下因素的相对权重和一致性检验计算,如表 5 ~ 表 9 所示.

表 5 判断矩阵 A-B

A	B1	B2	B3	B4	W_i	指标
B1	1	3	5	3	0.517	$\lambda_{max} = 4.104$
B2	1/3	1	3	1/2	0.168	C.I = 0.035
B3	1/5	1/3	1	1/3	0.077	R.I = 0.96
B4	1/3	2	3	1	0.238	C.R = 0.036 < 0.1

表 6 判断矩阵 B1 - C

B1	C1	C2	C3	C4	W_i	指标
C1	1	1/2	3	3	0.284	$\lambda_{max} = 4.003$
C2	2	1	5	6	0.518	C.I = 0.001
C3	1/3	1/5	1	1	0.099	R.I = 0.96
C4	1/3	1/5	1	1	0.099	C.R = 0.001 < 0.1

表 7 判断矩阵 B2 - C

B2	C5	C6	C7	W_i	指标
C5	1	2	1	0.4	$\lambda_{max} = 3$ C.I = 0
C6	1/2	1	1/2	0.2	R.I = 0.58 C.R = 0 < 0.1
C7	1	2	1	0.4	

表 8 判断矩阵 B3 - C

B3	C8	C9	C10	W_i	指标
C8	1	1	2	0.4	$\lambda_{max} = 3$ C.I = 0
C9	1	1	2	0.4	R.I = 0.58 C.R = 0 < 0.1
C10	1/2	1/2	1	0.2	

表 9 判断矩阵 B4 - C

B4	C11	C12	W_i	指标
C11	1	3	0.75	$\lambda_{max} = 2$ C.I = 0
C12	1/3	1	0.25	R.I = 0 C.R = 0 < 0.1

当 $\lambda_{max} = n$ 时, C.R = 0 为完全一致. C.R 值越大,判断矩阵的一致性越差,由于判断矩阵的 C.R 值均小于 0.1,可以认为它们都具有满意的一致性.

应当注意的是在实际应用时,层次结构模型各层中的因素个数及因素两两成对比较的取值都不是

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

一成不变的,而是要根据学校的办学定位和学科特点、要求等具体情况,由经验丰富、判断力强的专家决定.

3) 计算各层的组合权重

计算各层的组合权重见表 10,并进行一致性检验.

表 10　层次 C 总排序计算表

层次 C	B1 0. 517	B2 0. 168	B3 0. 077	B4 0. 238	权重
C1	0. 284				0. 147
C2	0. 518				0. 268
C3	0. 099				0. 051
C4	0. 099				0. 051
C5		0. 4			0. 067
C6		0. 2			0. 034
C7		0. 4			0. 067
C8			0. 4		0. 031
C9			0. 4		0. 031
C10			0. 2		0. 015
C11				0. 75	0. 179
C12				0. 25	0. 060

$$C.I = \sum_{i=1}^{n} W_i^B (C.I)^{\mathrm{T}} = (0.517, 0.168, 0.077, 0.238)(0.001, 0, 0, 0)^{\mathrm{T}} = 0.0005$$

$$R.I = \sum_{i=1}^{n} W_i^B (R.I)^{\mathrm{T}} = (0.517, 0.168, 0.077, 0.238)(0.96, 0.58, 0.58, 0) = 0.638$$

$$C.R = \frac{C.I}{R.I} = 0.0008 < 0.1$$,说明满足一致性要求.

4) 综合评价

在对学生成绩评价过程中,要对所有修读本案例教学课程的学生进行考核,可以根据上面计算出的组合权重,由考核小组对学生进行打分,计算出各个学生的综合评价值,即可算出每个学生的总评成绩.

2　实例分析

2.1　实例简介

以我院 2009 级汽车服务工程专业《汽车保险与理赔》案例教学学生成绩评定为例,1091 班级按 AHP 法综合评定成绩,1092 班级按传统考核方式记分,借助 SPSS 和 EXCEL 软件统计学生分项成绩. 案例教学学生成绩考核依据指标完整、评分指标清晰的原则,由考核小组对每个学生分项进行百分制打分. 得分项的分值乘以表 10 所示计算出来的权重,即为某学生该案例教学课程的实际得分值. 如表 11 所示.

表 11　某学生综合成绩计算表

考核内容	层次 C	权重	本项分值	得分
分析问题能力、解决问题能力、理论准备、学习态度	C1	0. 147	75	11. 025
普通话标准、表达清楚、积极参与、案例气氛、沟通能力、协作能力	C2	0. 268	80	21. 44
了解案例情况,查找相关资料、案例实践效率	C3	0. 051	88	4. 488
方法独特、有创新性	C4	0. 051	60	3. 06
案例日志、知识掌握情况	C5	0. 067	90	6. 03
进一步研究能力、知识拓展能力	C6	0. 034	72	2. 448
案例心得、总结、自我评价	C7	0. 067	76	2. 584
课堂表现、回答问题	C8	0. 031	84	2. 604
课程笔记、平时作业	C9	0. 031	86	2. 666
上课出勤率	C10	0. 015	100	1. 5
笔试	C11	0. 179	87	15. 573
口试	C12	0. 060	80	4. 8
综合评价得分				78. 218

2.2　成绩对比分析

从表 12 和表 13 可以看到,学生整体成绩呈 70 -85 分居中的正态分布,符合规律. 仅以本人的教学效果比较: 未使用 AHP 法综合评定学生成绩之前及格率为 82. 3%,平均分为 72. 5,使用 AHP 法进行综合评定成绩之后,及格率上升到 97%,平均分为 80. 2,学生总体成绩提高,说明采用 AHP 法评定学习成绩,学生提高了对本门课的学习兴趣.

表 12　汽服 1091 学生成绩统计表

系部名称	汽车工程系	教研室名称	汽车服务工程	任课教师	张宏	辅导员	**
课程名称	汽车保险与理赔	授课班级	汽服 1091	学生人数	33 人	及格率	97%
成绩分布		分数段	90 ~ 100	80 ~ 89	70 ~ 79	60 ~ 69	0 ~ 59
		人数	4	12	14	2	1
		平均分	80. 2	最高分	92	最低分	55

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 13 汽服 1092 学生成绩统计表

系部名称	汽车工程系	教研室名称	汽车服务工程	任课教师	张宏	辅导员	**
课程名称	汽车保险与理赔	授课班级	汽服 1092	学生人数	34 人	及格率	82.3%
成绩分布		分数段	90 ~ 100	80 ~ 89	70 ~ 79	60 ~ 69	0 ~ 59
		人数	2	8	12	6	6
		平均分	72.5	最高分	90	最低分	42

3 结 论

本文应用 AHP 法,对采用案例教学手段的课程成绩进行了定量分析,降低了主观因素的影响,使得学习成绩评价客观、公正、科学,得出以下结论:

(1) 分析了案例教学课程的特点和存在的问题,归纳了案例教学课程学生成绩影响因素,利用专家经验法和模糊优化法对初拟评价指标进行了筛选,用 AHP 法对学生成绩进行考核和综合评价,更全面反映学生综合素质.

(2) 以我院汽车服务工程专业案例课程教学为例,分析得到了《汽车保险与理赔》课程的综合评价成绩,学生总体成绩呈正态分布,符合规律,说明指标权重合理,统计结果显示学生的学习效果明显提高,说明此考核方式一定程度上激发了学生的学习兴趣.

本文未对构建的综合评价指标进行相关性分析,指标设计的合理性有待于进一步研究.

参 考 文 献

[1] Chandran B, Golden B, Wasil E. Linear programming models for estimating weights in the analytic hierarchy process [J]. Computers & Operations Research. 2005, 32(9): 2235 – 2254.

[2] 索柏民. 基于 AHP 的案例教学效果模糊评价 [J]. 沈阳师范大学学报(自然科学版). 2009(04): 508 – 511.

[3] 王晓,王树鹏. 基于 AHP 的模糊学生成绩综合评价研究 [J]. 科技信息. 2010(09): 548 – 567.

[4] 彭红. 高职院校实践性课程成绩综合评定系统 [D]. 河北大学, 2011.

[5] 何雅琴,李杰. 城市突发公共事件交通应急响应级别评价指标体系 [J]. 公路交通科技. 2012(06): 116 – 121.

The Students Grade Evaluation of Case Teaching Based on AHP

Zhang Hong[1,2]

(1. Huazhong University of Science and Technology 430074;
2. Wuhan University of Technology Huaxia Collegy 430223)

Abstract

The paper analysis students evaluation problems in the case teaching mode. The exaluation indexes were selected by expert experience and fuzzy prioritization method. Thus, the students grade evaluation multidimensional index system of case teaching is established and get more reasonable method based on AHP. It can raise the equity of score and the enthusiasm of students from empirical comparison.

Key words: case teaching, grade evaluation, fuzzy prioritization method, Analytical Hierarchy Process, evaluation index.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net