

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผล

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงผลจากการพัฒนาแบบประเมิน การสร้างชุดอุปกรณ์การทดลองกระจกและเลนส์อย่างง่ายที่สะดวกต่อการทดลอง ผลจากการใช้ชุดอุปกรณ์การทดลองในการสอนเชิงรุกที่มีต่อความเข้าใจของผู้เรียนและการเปรียบเทียบความเข้าใจของผู้เรียนโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาแบบประเมิน

ในงานวิจัยนี้มีการพัฒนาแบบประเมินความเข้าใจในหัวข้อแสงเชิงเรขาคณิตเกี่ยวกับกระจกและเลนส์เป็นภาษาลาว มีการวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาดัชนีความยาก ดัชนีการจำแนกหรือค่าอำนาจจำแนกรายข้อ มีการหาความเที่ยงตรง (Validity) และความแม่นยำ (Reliability) ของแบบประเมินในภาพรวม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1.1 ผลการวิเคราะห์รายข้อ

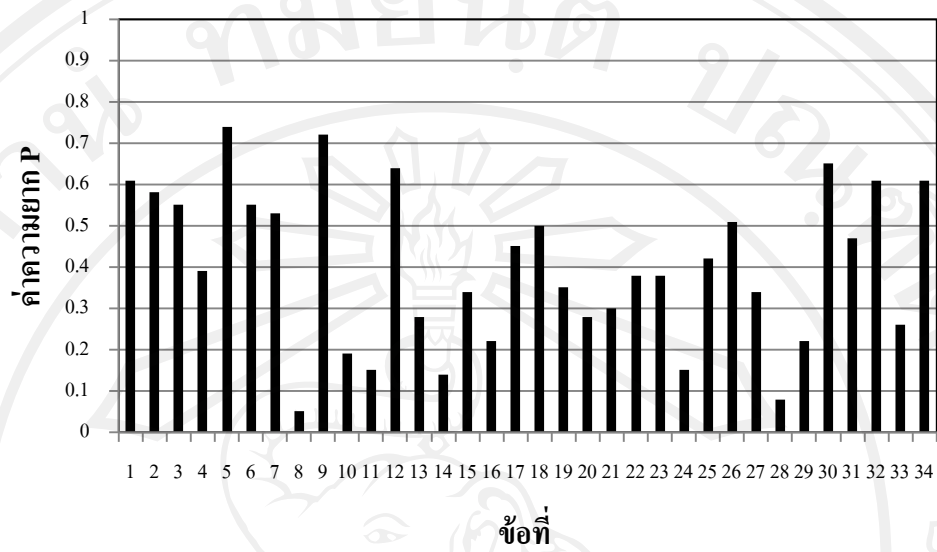
การวิเคราะห์รายข้อ (Item analysis) ประกอบไปด้วยหาค่าความยาก (Item difficulty index) และค่าอำนาจจำแนก (Item discrimination index) สำหรับการวิเคราะห์รายข้อได้ใช้ข้อมูลจากกลุ่มวิจัยนำร่อง และกลุ่มทดลอง (รายละเอียดการคำนวณกล่าวไว้ในบทที่ 3)

ตาราง 4.1 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกแบบ PBI และ แบบ D จากข้อมูลกลุ่มนำร่องทดลอง

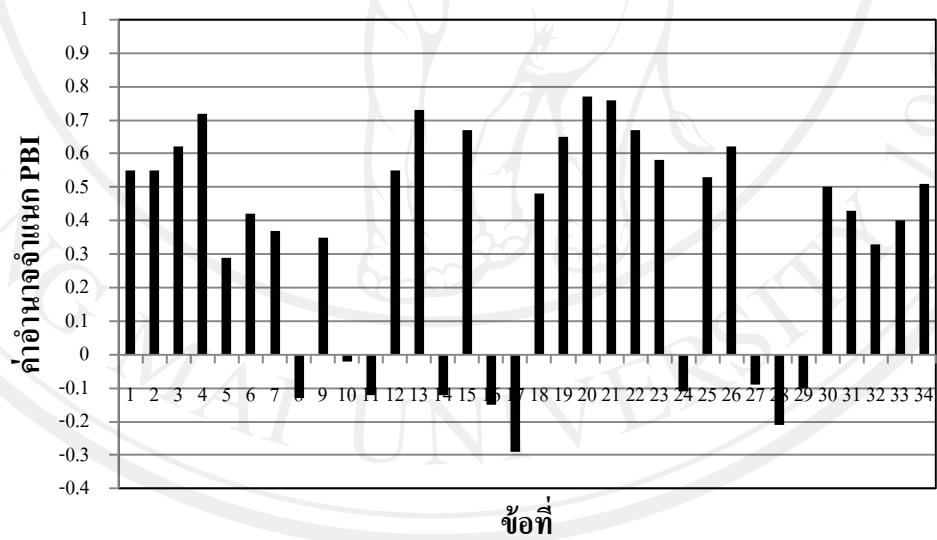
ข้อที่	ค่าความยาก P	ค่าอำนาจจำแนก PBI	ค่าอำนาจจำแนก D
1	0.61	0.55	0.74
2	0.58	0.55	0.80
3	0.55	0.62	0.84
4	0.39	0.72	0.89
5	0.74	0.29	0.32
6	0.55	0.42	0.47
7	0.53	0.37	0.47

ตาราง 4.1 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกแบบ PBI และ แบบ D จากข้อมูลนำร่อง (ต่อ)

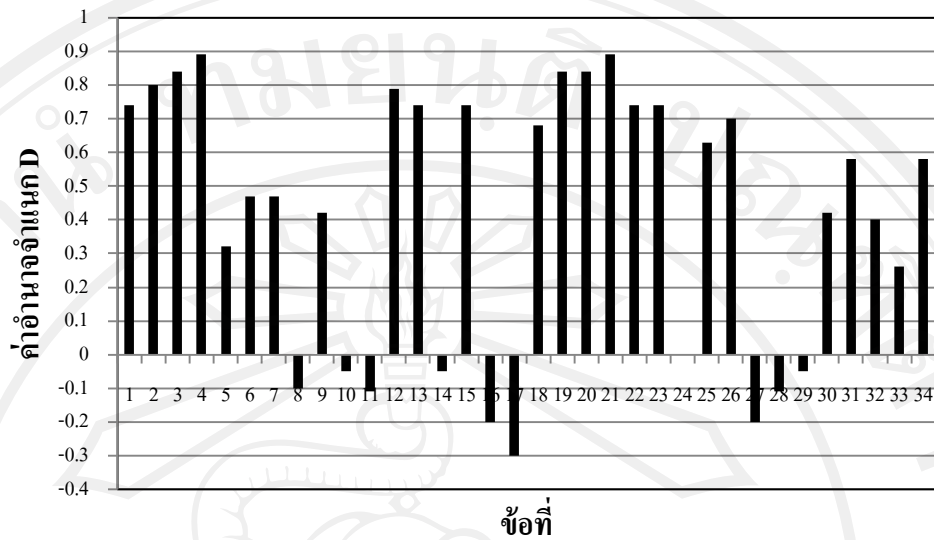
ข้อที่	ค่าความยาก P	ค่าอำนาจจำแนก PBI	ค่าอำนาจจำแนก D
8	0.05	-0.13	-0.10
9	0.72	0.35	0.42
10	0.19	-0.02	-0.05
11	0.15	-0.12	-0.11
12	0.64	0.55	0.79
13	0.28	0.73	0.74
14	0.14	-0.12	-0.05
15	0.34	0.67	0.74
16	0.22	-0.15	-0.20
17	0.45	-0.29	-0.30
18	0.50	0.48	0.68
19	0.35	0.65	0.84
20	0.28	0.77	0.84
21	0.30	0.76	0.89
22	0.38	0.67	0.74
23	0.38	0.58	0.74
24	0.15	-0.11	0.00
25	0.42	0.53	0.63
26	0.51	0.62	0.70
27	0.34	-0.09	-0.20
28	0.08	-0.21	-0.11
29	0.22	-0.10	-0.05
30	0.65	0.50	0.42
31	0.47	0.43	0.58
32	0.61	0.33	0.40
33	0.26	0.40	0.26
34	0.61	0.51	0.58



รูป 4.1 แสดงค่าความยาก P รายข้อ (กลุ่มนำร่องทดลอง)



รูป 4.2 แสดงค่าอำนาจจำแนก PBI รายข้อ (กลุ่มนำร่องทดลอง)



รูป 4.3 แสดงค่าอำนาจจำแนก D รายข้อ (กลุ่มนำร่องทดลอง)

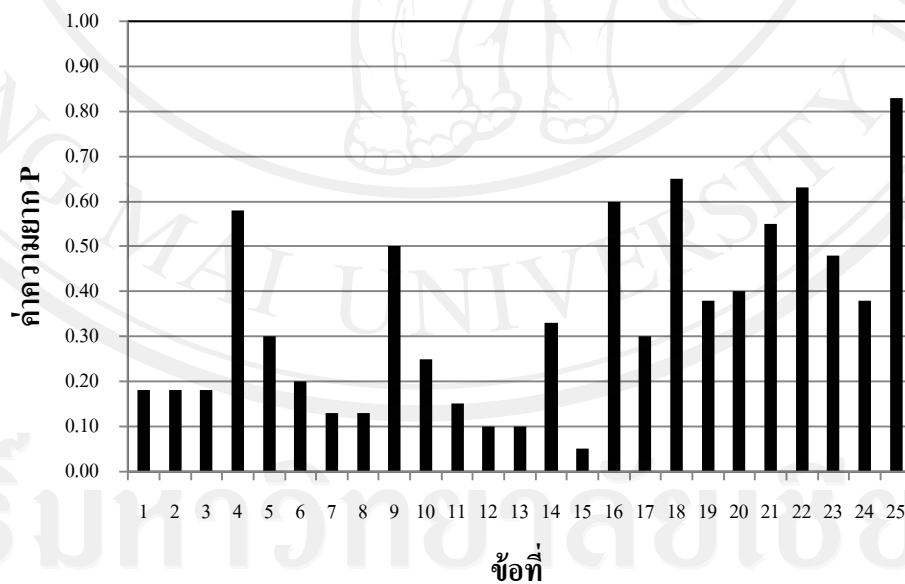
ตาราง 4.2 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกแบบ PBI และ แบบ D จากข้อมูลกลุ่มทดลอง*

ข้อที่	ค่าความยาก P	ค่าอำนาจจำแนก PBI	ค่าอำนาจจำแนก D
1	0.18	0.18	0.15
2	0.18	0.44	0.35
3	0.18	0.23	0.25
4	0.58	0.26	0.35
5	0.30	0.33	0.40
6	0.20	0.09	0.10
7	0.13	0.07	0.05
8	0.13	0.13	0.15
9	0.50	-0.04	0.00
10	0.25	0.28	0.30
11	0.15	-0.01	0.00
12	0.10	0.10	0.10
13	0.10	0.06	0.00
14	0.33	0.23	0.25
15	0.05	0.15	0.10

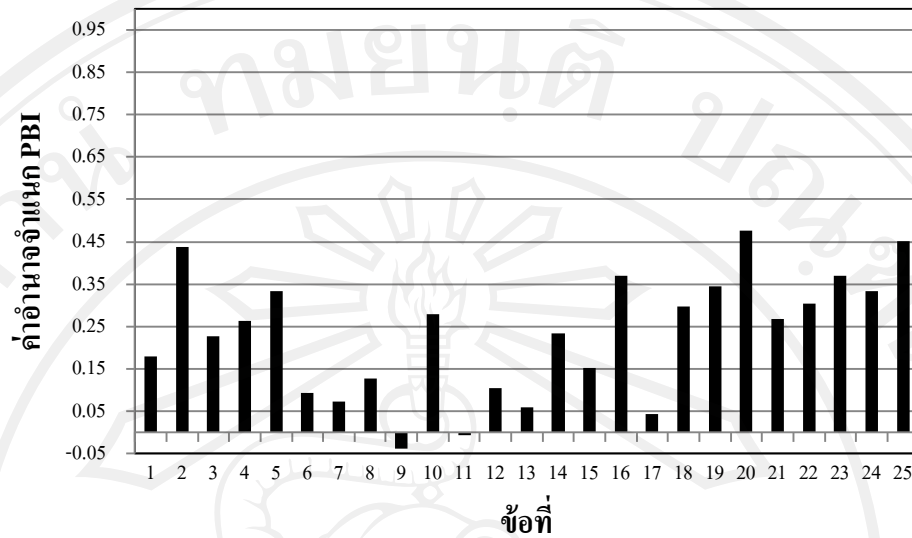
ตาราง 4.2 แสดงค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกแบบ PBI และ แบบ D จากข้อมูลกลุ่มทดลอง* (ต่อ)

ข้อที่	ค่าความยาก P	ค่าอำนาจจำแนก PBI	ค่าอำนาจจำแนก D
16	0.60	0.37	0.50
17	0.30	0.04	0.10
18	0.65	0.30	0.40
19	0.38	0.35	0.45
20	0.40	0.48	0.60
21	0.55	0.27	0.30
22	0.63	0.30	0.35
23	0.48	0.37	0.45
24	0.38	0.33	0.35
25	0.83	0.45	0.35

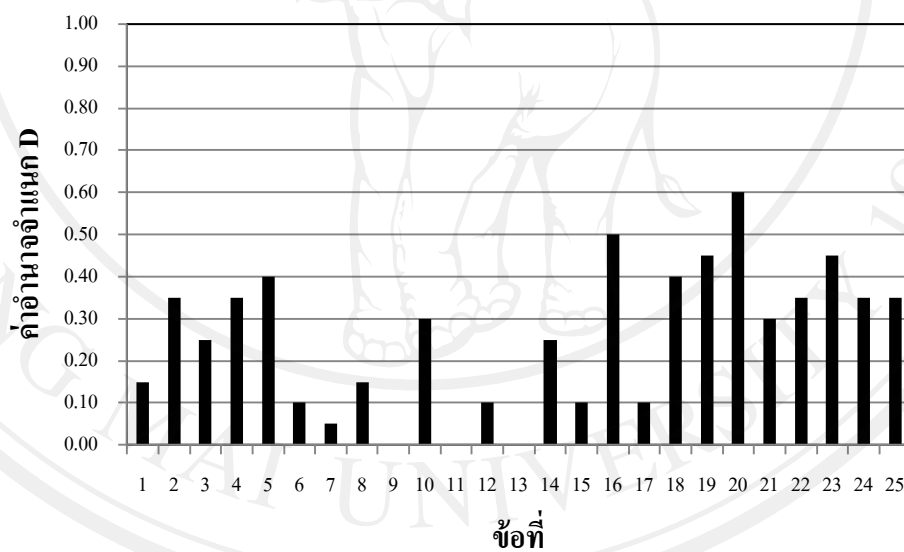
*หมายเหตุ: แบบประเมินความเข้าใจในหัวข้อแสงเชิงเรขาคณิตเกี่ยวกับกระจกและเลนส์ถูกลดจำนวนข้อเหลือ 25 ข้อ



รูป 4.4 แสดงค่าความยาก P รายข้อ (กลุ่มทดลอง)



รูป 4.5 แสดงค่าอำนาจจำแนก PBI รายข้อ (กลุ่มทดลอง)



รูป 4.6 แสดงค่าอำนาจจำแนก D รายข้อ (กลุ่มทดลอง)

จากตาราง 4.2 พบว่า ค่า P ค่า PBI และค่า D ของแบบทดสอบทั้งสามที่มีความสอดคล้องกัน ได้แก่ข้อที่ 4, 5, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 และ 25 ที่มีค่าความยากมากกว่าหรือเท่ากับ 0.3 แต่น้อยกว่า 0.8 เป็นค่าที่ยอมรับได้ ส่วนที่เหลือเป็นข้อที่ไม่สอดคล้องหรือมีค่าน้อย ค่า P ค่า PBI และค่า D มีค่าน้อยเป็นเพราะนักเรียนส่วนมากไม่เคยทำการทดสอบลักษณะที่เป็นปรนัยและเป็น เพราะว่าเป็นเนื้อหาที่ไม่ได้มีการทดลองด้วยชุดอุปกรณ์ทดลอง บรรยายด้วยทฤษฎีและสมการ จำนวนคำถามมีหลายข้อทำให้นักเรียนบางส่วนทำแบบประเมินไม่ทันในเวลา 50 นาที จากการ

พิจารณาเนื้อหาของคำถามในแบบประเมิน หลายข้อมีเนื้อหานอกเหนือจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัยและหลักสูตรฟิสิกส์สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลายในประเทศลาว ฉะนั้นจึงได้ตัดคำถามดังกล่าวออกโดยตัดคำถามเกี่ยวกับกระจกเงาระนาบ แต่ได้เพิ่มคำถามเกี่ยวกับกระจกโค้ง 5 ข้อ ทำให้ได้แบบประเมินฉบับล่าสุดที่มีคำถามทั้งหมด 25 ข้อ พบว่าเหลือเวลา 5 นาที นักเรียนทำแบบประเมินได้ยังไม่ถึง 5 ข้อ แต่เวลาหมดนักเรียนก็ทำแบบประเมินครบทุกข้อมาส่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนคาดเดาเป็นส่วนมาก เนื้อหาของแบบประเมินดังกล่าวเกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนในชั้นเรียนก่อนหน้านี้ นักเรียนที่เรียนผ่านมาแล้วอาจไม่มีความเข้าใจอย่างแท้จริง อาศัยการท่องจำเมื่อเวลาผ่านไปทำให้นักเรียนลืมเพราะเป็นการสอนแบบดั้งเดิมที่สอนแบบบรรยายและทำโจทย์ ไม่เหมือนการสอนที่ให้นักเรียนได้เห็นสิ่งที่เกิดขึ้นจริง

4.1.2 ความเที่ยงตรง

ความเที่ยงตรง (Validity) ของแบบประเมิน ได้ทำการตรวจสอบโดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประเมินคำถามทั้งหมด 25 ข้อ พบว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมตามเนื้อหาที่ต้องการวัด

4.1.3 ความแม่นยำ

ความแม่นยำ (Reliability) ของแบบประเมินหาจากการวิเคราะห์ด้วยค่าดัชนีความแม่นยำของ Kuder-Richardson-20 (KR-20) และค่า Ferguson's delta (δ) [10] จากการวิเคราะห์ข้อมูลกลุ่มนำร่องได้ค่าดังนี้ ค่า KR-20 = 0.82 และ $\delta = 1.03$ โดยมีเกณฑ์ Kuder-Richardson ตั้งแต่ 0.71-1.00 แบบประเมินมีความแม่นยำและเชื่อมั่นสูง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าแบบประเมินมีความแม่นยำและเชื่อมั่นสูง สำหรับบางข้อผลการทดสอบแสดงค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำเป็นเพราะความสามารถรับรู้ของผู้เรียนเอง และอีกอย่างหนึ่งเป็นเพราะว่าการทดสอบครั้งนี้ไม่มีผลต่อคะแนนของนักเรียนทำให้นักเรียนไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบ

4.2 ผลประเมินชุดอุปกรณ์การทดลองกระจกและเลนส์

การสร้างชุดอุปกรณ์การทดลองกระจกและเลนส์โดยใช้แนวทางกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning approach) เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกและเลนส์ ซึ่งในการทดลองเน้นเฉพาะกระจกเว้าและเลนส์นูน เนื่องจากนักเรียนลาวส่วนใหญ่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำการทดลองฟิสิกส์มาก่อน สำหรับผลการประเมินชุดอุปกรณ์การทดลองกระจกและเลนส์มาจากการวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีกลุ่มทดลอง

หรือนักเรียนโรงเรียนมัธยมสมบูรณ์ปากช่องที่ผ่านการเรียนการสอนโดยใช้ชุดอุปกรณ์ทดลอง
แสดงดังตาราง 4.3

ตาราง 4.3 แสดงร้อยละของระดับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น(%)					
		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ตอนที่ 1 ความพึงพอใจด้านเนื้อหาการเรียนการสอน							
1	ระดับความยากของเนื้อหามีความเหมาะสม	0	0	12	73	15	4.03
2	เนื้อหาในใบความรู้ ใบกิจกรรมและการทดลองมีความเชื่อมโยง ต่อเนื่องและสอดคล้องกัน	0	3	3	71	23	4.14
3	เนื้อหาในการทดลองมีความเหมาะสมกับจำนวนชั่วโมงเรียนและทำการทดลอง	0	17	3	36	44	4.07
4	หลังทำการทดลองนี้ข้าพเจ้าเรียนรู้ทักษะในการทดลองทางฟิสิกส์เพิ่มขึ้น	0	2	3	61	35	4.28
5	หลังทำการทดลองนี้ข้าพเจ้ามีความเข้าใจหลักการฟิสิกส์เกี่ยวกับแสงเชิงเรขาคณิตมากขึ้น	2	2	11	55	32	4.12
6	หลังทำการทดลองและใบกิจกรรมนี้ข้าพเจ้าเข้าใจการเกิดภาพในกระจกและเลนส์มากขึ้น	2	2	3	41	53	4.40
ตอนที่ 2 คุณภาพของชุดทดลองและใบกิจกรรมโดยภาพรวม							
7	ใบความรู้ใช้ภาษาที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย	0	6	3	71	20	4.05
8	คำถามในใบกิจกรรมใช้ภาษาที่ชัดเจน และเข้าใจง่าย	2	3	9	45	41	4.20
9	คำถามในใบกิจกรรมช่วยกระตุ้นให้ข้าพเจ้าคิดและเข้าใจแสงเชิงเรขาคณิตมากขึ้น	0	0	2	42	56	4.54
10	การทดลองมีความน่าสนใจ และท้าทายการเรียนรู้	0	5	2	70	24	4.12
11	การทดลองมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนรู้จากการบรรยาย	3	2	9	68	18	3.96

ตาราง 4.3 แสดงร้อยละของระดับความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ข้อที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น(%)					
		1	2	3	4	5	เฉลี่ย
ตอนที่ 3 การทดลอง							
12	จากการตอบคำถามในใบกิจกรรมช่วยให้ข้าพเจ้าค้นพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกและเลนส์	0	5	3	56	36	4.23
13	กิจกรรมทั้งหมดช่วยให้ข้าพเจ้าสามารถเชื่อมโยงหลักการฟิสิกส์เกี่ยวกับแสงเชิงเรขาคณิต การวาดแผนภาพรังสีแสดงการเกิดภาพในกระจกและเลนส์ การคำนวณหาตำแหน่งภาพ และการทดลองเพื่อหาภาพจริง	0	2	8	53	38	4.26
14	การทดลองช่วยสร้างทักษะในการใช้เครื่องมือการทดลองและทักษะการเก็บข้อมูล	2	5	14	47	33	4.03
15	การทดลองการเกิดภาพจากกระจก ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจการเกิดภาพจากกระจกเว้า	0	2	2	41	56	4.50
16	การทดลองการเกิดภาพจากเลนส์ ช่วยให้ข้าพเจ้าเข้าใจการเกิดภาพจากเลนส์นูนและเลนส์เว้า	2	0	5	35	59	4.48
17	จากการทดลองทำให้ข้าพเจ้าเรียนรู้การทำงานเป็นกลุ่ม	0	0	12	73	15	4.03
18	การทดลองนี้เป็นการทดลองฟิสิกส์ครั้งแรกตั้งแต่เรียนมา	0	3	3	71	23	4.14
เฉลี่ย							4.20

หมายเหตุ ระดับความคิดเห็นตัวเลขมีความหมายดังนี้ 1 = ไม่เห็นด้วยอย่างมาก, 2 = ไม่เห็นด้วย, 3 = ไม่มีความเห็น, 4 = เห็นด้วย, 5 = เห็นด้วยอย่างมาก

จากตาราง 4.3 แสดงให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยนักเรียนส่วนมากเห็นด้วยกับการใช้ชุดอุปกรณ์ทดลองประกอบในการเรียนการสอน มีผลเฉลี่ยระดับความคิดเห็นเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 4.20 (วิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นรายข้อ แสดงดังตัวอย่าง 4.1) สำหรับข้อที่ 11 เฉลี่ยระดับความคิดเห็นต่ำสุดอยู่ที่ 3.96 แสดงถึงนักเรียนส่วนน้อย (ประมาณ 5%) เห็นว่าการทดลองไม่สอดคล้อง

กับการบรรยาย ซึ่งอาจเป็นนักเรียนที่ยังไม่เข้าใจหลักการฟิสิกส์ที่บรรยายเท่าที่ควร สำหรับข้อที่มีนักเรียนจำนวนมาก (มากกว่า 50%) เห็นด้วยมากที่สุด คือข้อ 6, 9, 15 และ 16 (ข้อที่แรงๆ) ที่แสดงว่าชุดอุปกรณ์การทดลองนี้ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับการเกิดภาพของกระจกและเลนส์ ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการสร้างชุดอุปกรณ์การทดลองนี้ขึ้น

ตัวอย่าง 4.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับความคิดเห็นข้อที่ 1

$$\text{ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย} = \frac{(0 \times 1) + (0 \times 2) + (12 \times 3) + (73 \times 4) + (15 \times 5)}{(0 + 0 + 12 + 73 + 15)} = 4.03$$

4.3 ผลการใช้ชุดอุปกรณ์การทดลองต่อความเข้าใจของผู้เรียน

4.3.1 ผลการใช้กับกลุ่มนาร่อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ให้กลุ่มนาร่องทำแบบประเมินความเข้าใจ LOCE-34 ทั้งก่อนและหลังเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนโรงเรียนมัธยมสมบูรณ์ปากช่องชั้นปีที่ 7 ปีการศึกษา 2554 ผลที่ได้แสดงดัง

ตาราง 4.4

ตาราง 4.4 สรุปผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มนาร่อง

ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
		คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<g>	
		กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง
1	10	14	9	37	61	0.27	0.57
2	44	33	11	35	58	0.03	0.53
3	46	42	47	44	55	0.03	0.15
4	29	16	32	26	39	0.12	0.10
5	75	79	77	75	74	-0.20	-0.13
6	35	35	8	37	55	0.03	0.51
7	31	18	26	42	53	0.29	0.36
8	6	11	3	11	11	0.00	0.08

ตาราง 4.4 สรุปผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มนาร่อง (ต่อ)

ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
		คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<๕>	
		กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง
9	38	23	51	47	72	0.31	0.43
10	10	19	8	2	30	-0.20	0.24
11	29	28	49	46	53	0.25	0.08
12	40	58	46	47	64	-0.30	0.33
13	25	18	18	18	28	0.00	0.12
14	50	53	49	42	43	-0.20	-0.12
15	10	9	11	30	34	0.23	0.26
16	35	12	49	49	47	0.42	-0.04
17	15	19	53	7	32	-0.10	-0.45
18	27	25	23	37	50	0.16	0.35
19	38	33	15	40	35	0.10	0.24
20	23	30	18	35	28	0.07	0.12
21	25	12	8	23	30	0.13	0.24
22	8	14	27	19	38	0.06	0.15
23	17	11	12	26	38	0.17	0.30
24	19	1	7	2	15	0.01	0.09
25	44	30	24	32	42	0.03	0.24
26	8	9	4	9	51	0.00	0.49
27	6	0	1	7	31	0.07	0.30
28	2	0	0	2	47	0.02	0.47
29	6	7	3	4	30	0.00	0.28

ตาราง 4.4 สรุปผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มนาร่อง (ต่อ)

ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
		คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<g>	
		กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง	กลุ่มนาร่องควบคุม	กลุ่มนาร่องทดลอง
30	54	56	64	61	65	0.11	0.03
31	42	44	31	28	47	-0.30	0.23
32	31	23	7	19	61	-0.10	0.58
33	10	11	22	12	26	0.01	0.05
34	27	42	36	39	61	-0.10	0.39
				เฉลี่ย		0.04	0.22

ผลที่ได้ดังตาราง 4.4 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มนาร่องทดลองมีผลการทำแบบประเมิน LOCE ที่เพิ่มขึ้น (Average Normalized Gain) มากกว่ากลุ่มนาร่องควบคุม แต่เนื่องด้วยความรู้พื้นฐานของนักเรียนมีน้อย ทำให้การเพิ่มขึ้นของความรู้ดังกล่าวอาจไม่สูงนัก เวลาในการเรียนการสอนถูกจำกัด อีกทั้งนักเรียนไม่เคยเรียนแบบมีการทดลองมาก่อน ทำให้ผลการประเมินไม่แตกต่างจากกลุ่มนาร่องควบคุมมาก คือมากกว่าเพียง 0.18

4.3.2 ผลการใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

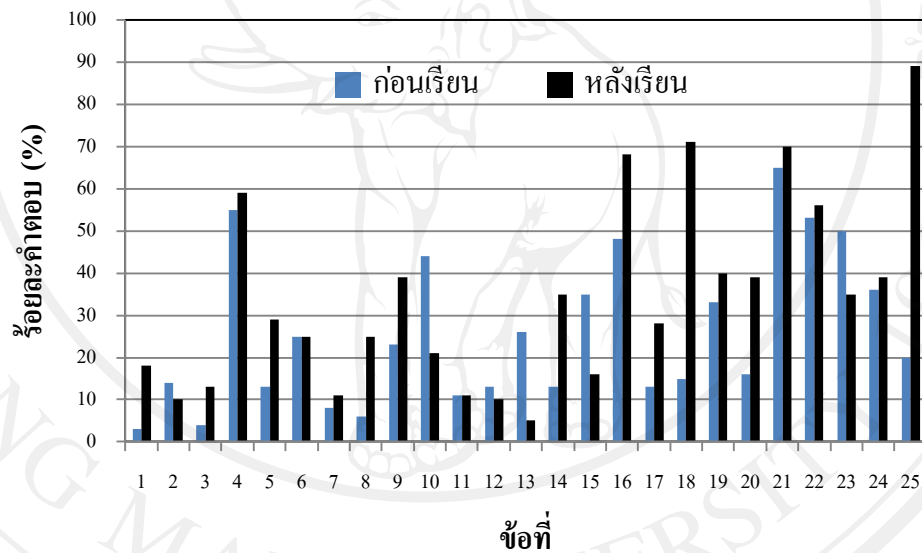
การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนได้ใช้แบบประเมิน LOCE-25 โดยลดจำนวนข้อของแบบประเมินลงเพื่อให้มีความเหมาะสม ผลที่ได้แสดงดังตาราง 4.5 (ผลการตอบรายชื่อแสดงในภาคผนวก ก)

ตาราง 4.5 ผลการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน

ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
		คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<g>	
		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	0	1	3	1	18	0.00	0.15
2	13	24	14	1	10	-0.30	-0.05
3	8	3	4	0	13	-0.03	0.09
4	44	34	55	54	59	0.30	0.09
5	15	0	13	1	29	0.01	0.18
6	23	3	25	24	25	0.22	0.00
7	18	4	8	25	11	0.22	0.03
8	5	4	6	0	25	-0.04	0.20
9	15	6	23	25	39	0.20	0.21
10	26	6	44	35	21	0.31	-0.41
11	38	46	11	28	11	-0.33	0.00
12	46	35	13	31	10	-0.06	-0.03
13	10	4	26	9	5	0.05	-0.28
14	23	3	13	1	35	-0.02	0.25
15	26	37	35	16	16	-0.33	-0.29
16	49	69	48	49	68	-0.65	0.38
17	5	13	13	1	28	-0.14	0.17
18	15	10	15	31	71	0.23	0.66
19	26	6	33	3	40	-0.03	0.10
20	18	6	16	24	39	0.19	0.27
21	62	75	65	40	70	-1.40	0.14
22	26	47	53	6	56	-0.77	0.06
23	33	40	50	29	35	-0.18	-0.30

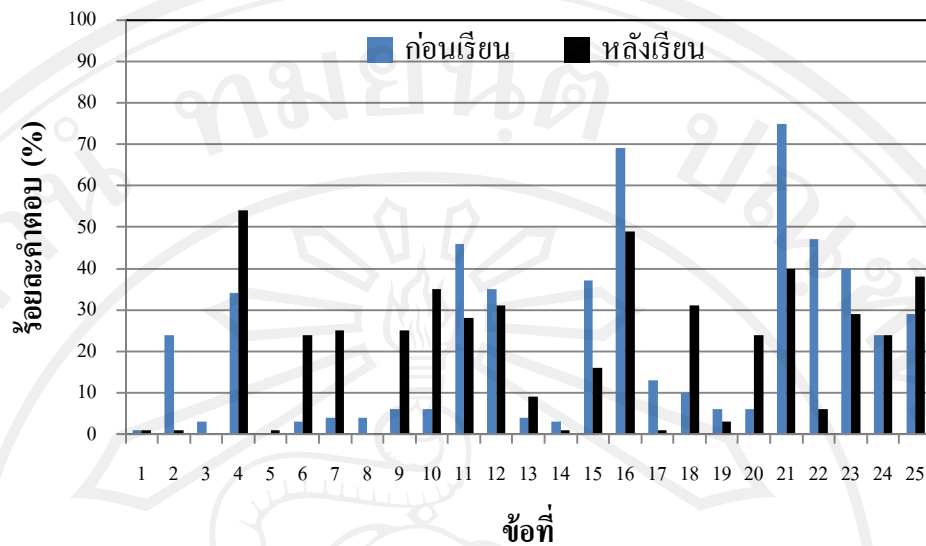
ตาราง 4.5 ผลการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน (ต่อ)

ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
		คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<๕>	
		กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
24	13	24	36	24	39	0.00	0.05
25	38	29	20	38	89	0.13	0.86
				เฉลี่ย		-0.10	0.10



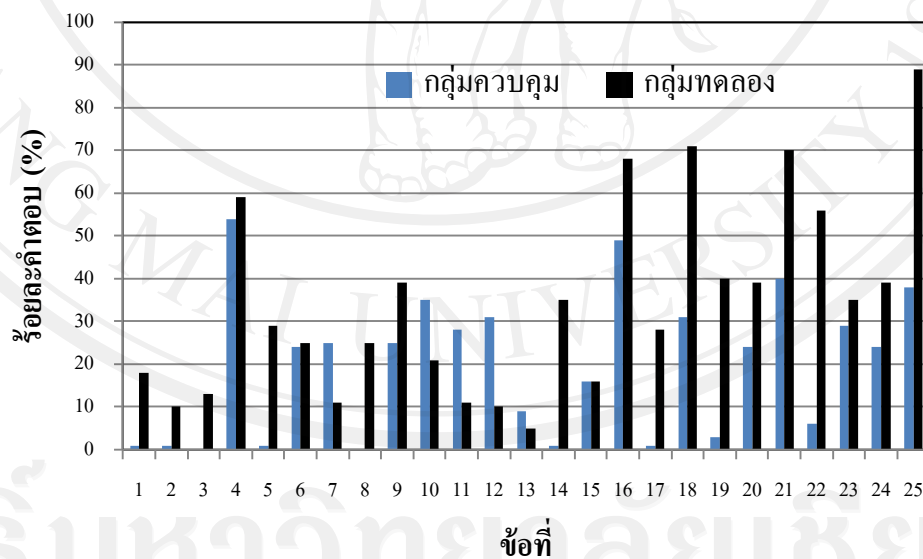
รูป 4.7 แสดงผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนกลุ่มทดลอง

จากรูป 4.7 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง ส่วนมากผลการประเมินหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน แต่ก็มีข้อที่ 2, 10, 13, 15 และ 23 ที่ผลการประเมินหลังเรียนได้น้อยกว่าก่อนเรียน และข้อที่ 6 และ 11 ผลการประเมินก่อนเท่าๆกับหลังเรียน



รูป 4.8 แสดงผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนกลุ่มควบคุม

จากรูป 4.8 แสดงให้เห็นผลการประเมินหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่ามากกว่าก่อนเรียนบางข้อ แต่มีจำนวนหลายข้อที่คะแนนหลังเรียนได้น้อยกว่าเดิม



รูป 4.9 แสดงร้อยละของคำตอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากรูป 4.9 แสดงให้เห็นความแตกต่างของคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เห็นว่ากลุ่มทดลองมีผลจากการประเมินด้วย LOCE-25 ที่สูงกว่าคะแนนของกลุ่มควบคุม แต่ก็ยังมีบางข้อ

เช่น ข้อที่ 7, 10, 11, 12, และ 13 ที่กลุ่มควบคุมมีคะแนนมากกว่ากลุ่มทดลอง และข้อที่ 15 มีคะแนนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม

4.3.3 ผลการใช้กับกลุ่มตัวอย่างคำถาม 15 ข้อที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง

เนื่องจากแบบทดสอบบางข้อมีเนื้อหาที่ไม่ได้วัดสิ่งที่ต้องการวัด จึงได้แยกแบบทดสอบออกมาวิเคราะห์ผลการเรียนที่เพิ่มขึ้น เปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง มีทั้งหมด 15 ข้อ ดังแสดงในตาราง 4.6 เนื่องด้วยแบบทดสอบหลังจากคัดในส่วนที่มีเนื้อหาไม่เกี่ยวข้องกับชุดอุปกรณ์ทดลองออก ทำให้แบบทดสอบไม่เรียงลำดับข้อ จึงได้ใช้เลขที่แทน เช่น เลขที่ 1 เป็นแบบทดสอบข้อที่ 1, เลขที่ 6 เป็นแบบทดสอบข้อที่ 16 เป็นต้น

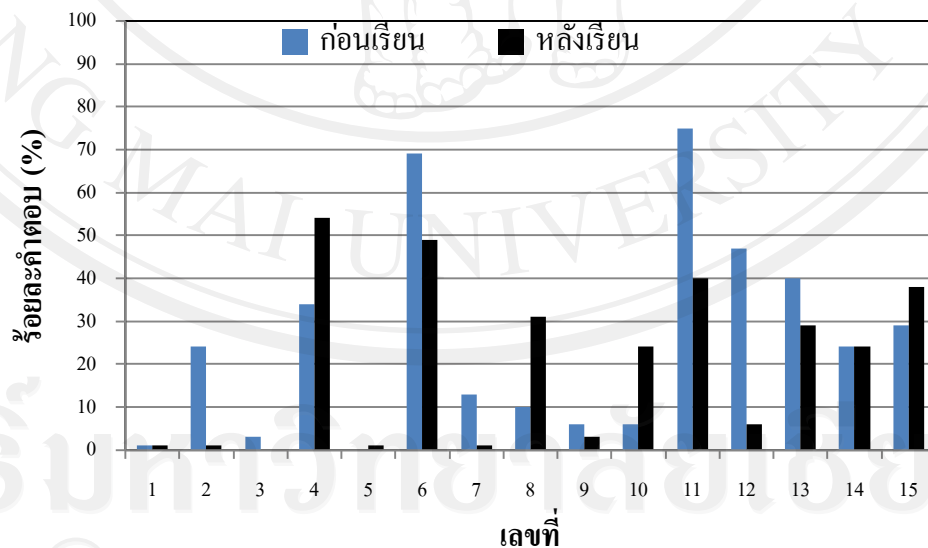
ตาราง 4.6 ผลการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง

เลขที่	ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
			คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<g>	
			กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
1	1	0	1	3	1	18	0.00	0.15
2	2	13	24	14	1	10	-0.30	-0.05
3	3	8	3	4	0	13	-0.03	0.09
4	4	44	34	55	54	59	0.30	0.09
5	5	15	0	13	1	29	0.01	0.18
6	16	49	69	48	49	68	-0.65	0.38
7	17	5	13	13	1	28	-0.14	0.17
8	18	15	10	15	31	71	0.23	0.66
9	19	26	6	33	3	40	-0.03	0.10
10	20	18	6	16	24	39	0.19	0.27
11	21	62	75	65	40	70	-1.40	0.14
12	22	26	47	53	6	56	-0.77	0.06

ตาราง 4.6 ผลการประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง (ต่อ)

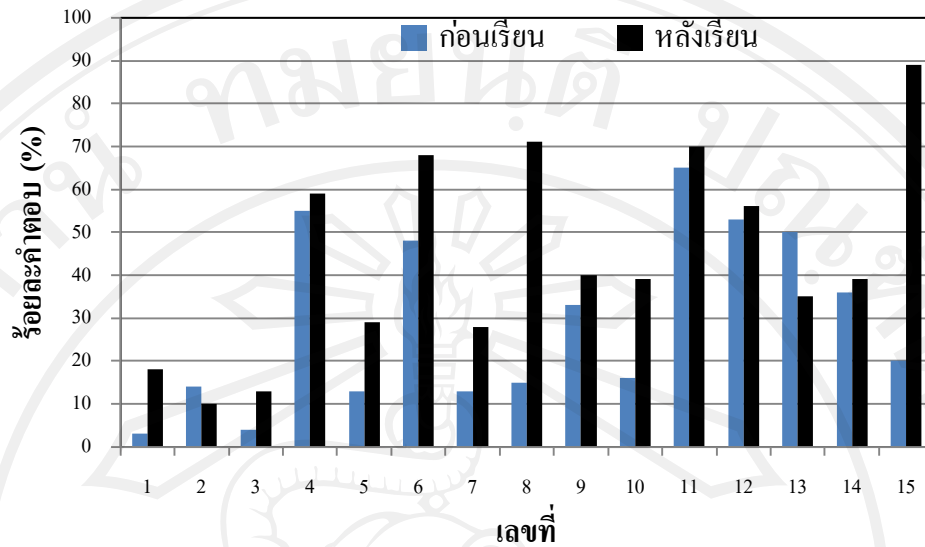
เลขที่	ข้อที่	โรงเรียนละหานน้ำ ก่อนเรียน (%)	โรงเรียนปากช่อง					
			คะแนนก่อนเรียน (%)		คะแนนหลังเรียน (%)		<g>	
			กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง
13	23	33	40	50	29	35	-0.18	-0.30
14	24	13	24	36	24	39	0.00	0.05
15	25	38	29	20	38	89	0.13	0.86
					เฉลี่ย		-0.18	0.19

จากตาราง 4.6 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองจะมีผลการเรียนที่เพิ่มขึ้นต่างจากกลุ่มควบคุมมาก โดยกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ย <g> เท่ากับ 0.19 กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย <g> เท่ากับ -0.18 ซึ่งแตกต่างกันอยู่ 0.37



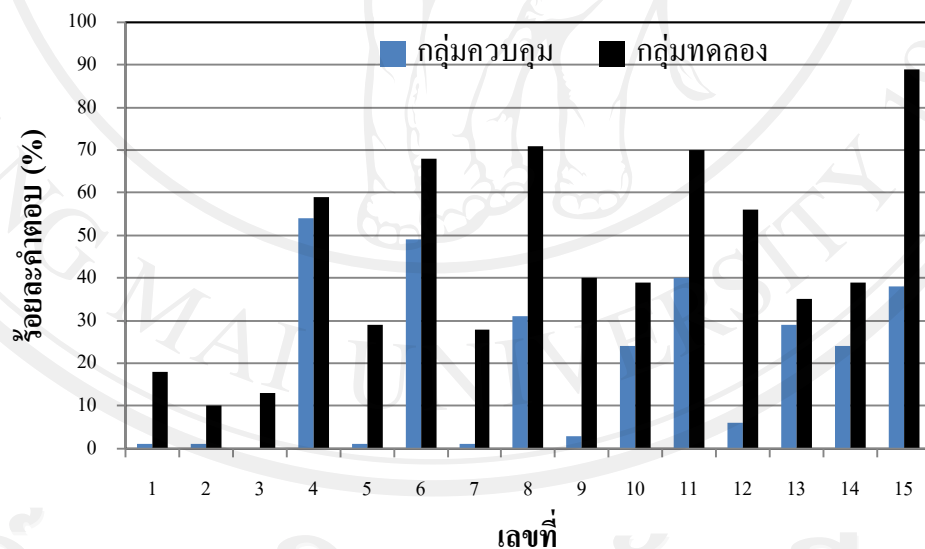
รูป 4.10 แสดงร้อยละคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

จากรูป 4.10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมมีค่าต่ำกว่าคะแนนก่อนเรียนสำหรับคำถามเกือบทั้งหมด



รูป 4.11 แสดงร้อยละคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากรูป 4.11 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีค่าสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนสำหรับคำถามเกือบทั้งหมด



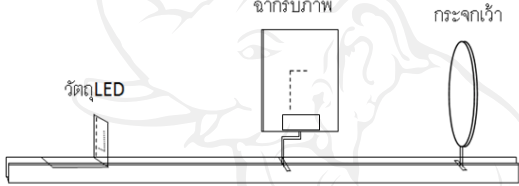
รูป 4.12 แสดงร้อยละคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

จากรูป 4.12 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองสำหรับคำถามทั้งหมดคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลองจะแสดงในค่าที่สูงกว่าคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

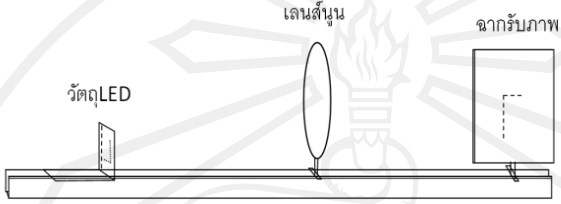
4.3.4 ผลจากใบกิจกรรมของกลุ่มทดลอง

ก่อนการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองนักเรียนต้องทำนายผล โดยเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม ซึ่งทำให้ผู้สอนทราบข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนที่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนและลักษณะของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ตาราง 4.7 สรุปผลจากใบกิจกรรมที่นักเรียนกลุ่มทดลองตอบก่อนเรียน

ข้อที่	เนื้อหากิจกรรม	ตอบถูก	ตอบผิด
1	จากรูป ถ้าเอากระจกออกจากระบบ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ? เพราะเหตุผลใด? 	32%	68%
2	ดูรูปข้อที่ 1 ถ้าปิดครึ่งบนของกระจก ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด?	5%	95%
3	ดูรูปข้อที่ 1 ถ้าเลื่อนฉากเข้าหากระจก ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? ให้เหตุผลประกอบ	18%	82%
	และถ้าเลื่อนหลอดไฟออกจากฉาก ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ? เพราะเหตุใด ?	30%	70%
4	LED สูง 3 cm ตั้งอยู่แกนमुखสำคัญของกระจกเงาเว้า ที่มีความยาวโฟกัส 10 cm ทำให้เกิดภาพด้านหน้ากระจกเว้า ห่างจากกระจกเว้า 15 cm ถ้ามว่า LED อยู่ห่างจากกระจกเงาเว้ากี่เซนติเมตร และภาพของ LED สูงกี่เซนติเมตร	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
5	จากข้อที่ 4 ถ้า LED ห่างจากกระจกเว้า 5 cm ภาพของ LED เป็นภาพชนิดใด และอยู่ห่างจากกระจกเว้าเท่าใด เขียนภาพประกอบ	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ

ตาราง 4.7 สรุปผลจากใบกิจกรรมที่นักเรียนกลุ่มทดลองตอบก่อนเรียน (ต่อ)

ข้อที่	เนื้อหากิจกรรม	ตอบถูก	ตอบผิด
6	จากรูป ถ้าเอาเลนส์ออกจากระบบ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร ? เพราะเหตุใด ? 	73%	27%
7	จากรูปข้อที่ 6 ถ้าปิดครึ่งบนของเลนส์ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	1%	99%
8	จากรูปข้อที่ 6 ถ้าเลื่อนฉากเข้าหาเลนส์ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	58%	42%
	และถ้าเลื่อนฉากออกห่างเลนส์ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	51%	49%
	และถ้าเลื่อนหลอดไฟออกห่างจากเลนส์ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	57%	43%
9	จากรูปข้อที่ 6 ถ้ามีเทปสีดำรูปวงกลมปิดไว้ที่ใจกลางเลนส์ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	1%	99%
10	จากรูปข้อที่ 6 ถ้าปิดครึ่งบนของหลอดไฟ ภาพบนฉากจะเปลี่ยนแปลงอย่างไร? เพราะเหตุใด ?	59%	41%
11	เลนส์นูนที่มีความยาวโฟกัส 10 cm เมื่อวางวัตถุห่างจากเลนส์ 10 cm ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพชนิดใด และอยู่ที่ใด	ไม่ตอบ	ไม่ตอบ
	และถ้าวัตถุ LED อยู่ห่างจากเลนส์นูน 6 cm ภาพที่เกิดขึ้นเป็นภาพชนิดใด		

จากตารางใบกิจกรรมก่อนเรียน พบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในหลายหัวข้อ โดยตอบใบกิจกรรมถูกต้องไม่ถึงร้อยละ 50 ของจำนวนคำถามทั้งหมด เฉพาะคำถามในหัวข้อกระจก นักเรียนตอบถูกมากที่สุดร้อยละ 30 และคำถามเกี่ยวกับเลนส์ มี 3 ข้อที่นักเรียนตอบถูกมากกว่าร้อยละ

ละ 50 และนักเรียนตอบไม่ถูกร้อยละ 99 มี 2 ข้อ คือข้อที่เอากระดาษปิดครึ่งบนของเลนส์และปิดใจกลางของเลนส์ ส่วนมากตอบว่าภาพต้องหายไปครึ่งหนึ่ง และถ้าปิดตรงกลางเลนส์ภาพต้องหายไป แสดงให้เห็นว่านักเรียนยังไม่เข้าใจการเกิดภาพจากเลนส์และเข้าใจว่าเฉพาะเส้นรังสีแสงเท่านั้นที่ทำให้เกิดภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลจากการสัมภาษณ์นักเรียนไทย ดังนั้นผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มทดลองมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพในกระจกและเลนส์ โดยในหัวข้อต่อไปจะอภิปรายเกี่ยวกับรายละเอียดของความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์คำตอบของแบบประเมิน LOCE-25 เฉพาะรายข้อที่นักเรียนตอบได้น้อยลงหรือเท่าเดิม

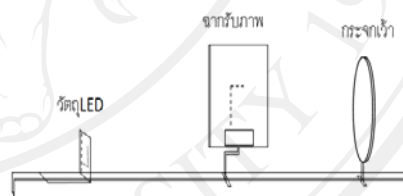
4.3.5 ข้อคำถามที่นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

ต่อไปนี้จะอภิปรายเป็นรายข้อ เฉพาะข้อที่นักเรียนตอบได้น้อยหรือเท่าเดิม ได้แก่ ข้อที่ 2, 10, 12, 13, 15 และ 23 หลังจากเรียนแล้วนักเรียนกลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยลง ส่วนข้อที่ 6 และ 11 ที่หลังจากเรียนแล้วผลการประเมินแสดงว่านักเรียนตอบถูกเท่าเดิม

คำถามข้อที่ 2

2. ถ้าปิดกระจกไว้ครึ่งหนึ่ง ภาพจะเปลี่ยนไปหรือไม่ อย่างไร?

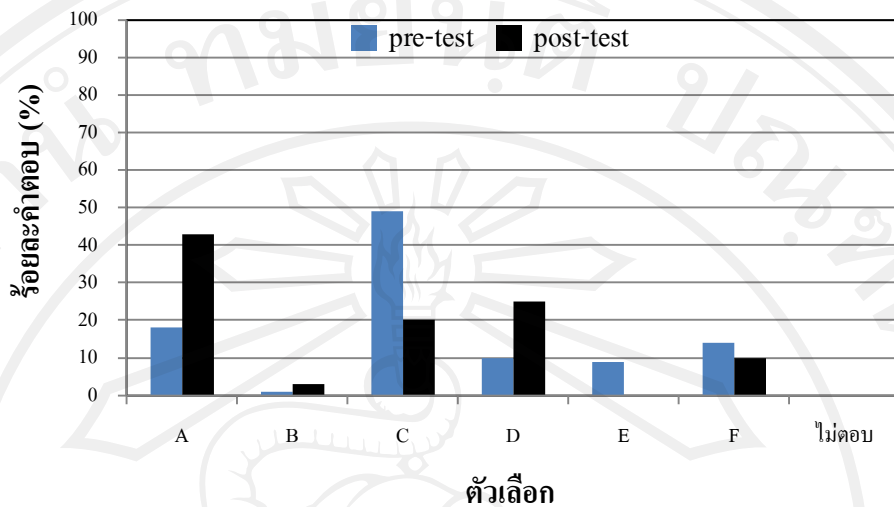
- A. เกิดภาพที่พร่ามัว
- B. ภาพคมชัดแต่มีขนาดใหญ่ขึ้น
- C. ภาพคมชัดแต่มีขนาดเล็กลง
- D. ภาพเหมือนเดิมทุกอย่าง ไม่เปลี่ยนแปลง
- E. ภาพหายไป
- F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง



รูป 4.13 แสดงคำถามข้อที่ 2

ตาราง 4.8 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 2 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
2	pre	18	1	49	10	9	14	0	F
	post	43	3	20	25	0	10	0	



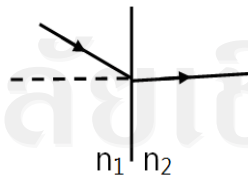
รูป 4.14 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 2 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

ผลที่ได้ในตารางเห็นว่าการตอบถูกของนักเรียนลดลง เป็นเพราะนักเรียนไม่เข้าใจการเกิดภาพจริงของกระจกเว้า ไม่เข้าใจการวาดเส้นรังสีแสงตามหลักการของกระจกเว้า บางครั้งมักสังเกตเส้นรังสีแสงเพียงไม่กี่เส้น และอาจเป็นเพราะชุดอุปกรณ์ทดลอง เวลาทดลองแสงภายนอกอาจมากเกินไปทำให้นักเรียนสังเกตการเปลี่ยนแปลงของภาพได้ยาก ฉะนั้นหลังเรียนเลือกตอบข้อ A มากสุด

คำถามข้อที่ 10

10. กำหนดให้มีแสงที่มีขนาดลำแสงเล็กมาก (ยกตัวอย่างเช่นลำเลเซอร์) เคลื่อนที่จากตัวกลางโปร่งแสงที่มีดัชนีหักเห n_1 แล้วตกกระทบกับตัวกลาง n_2 ซึ่งแสดงทิศทางของแสงตกกระทบและแสงหักเหได้ดังรูปข้างล่าง (ถ้าไม่ได้เขียนรังสีของแสงไว้ หมายความว่า ไม่มีรังสีของแสงนั้นเกิดขึ้น) จงตอบคำถามต่อไปนี้โดยเลือกข้อ A ถึง F (1 ข้อ ให้เลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น)

- A. เมื่อ $n_2 > n_1$ เท่านั้น
- B. เมื่อ $n_2 = n_1$ เท่านั้น
- C. เมื่อ $n_2 < n_1$ เท่านั้น
- D. เกิดขึ้นเมื่อเป็นไปตามข้อ A หรือ C
- E. ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย
- F. เกิดขึ้นได้เสมอโดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของดัชนีหักเหของทั้งสอง



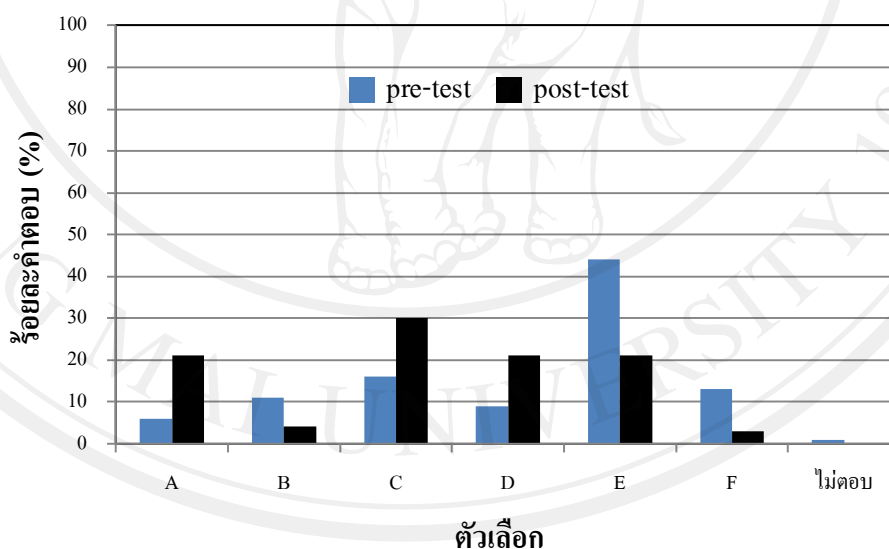
ข้อ A ถึง F ข้อใดที่สามารถทำให้เกิดทางเดินของแสงเป็นดังในรูปนี้ได้

รูป 4.15 แสดงคำถามข้อที่ 10

ตาราง 4.9 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 10 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
10	pre	6	11	16	9	44	13	1	E
	post	21	4	30	21	21	3	0	

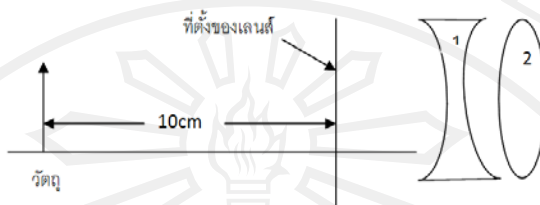
จากผลที่ได้พบว่าคะแนนตอบถูกหลังเรียนมีค่าลดลงเป็นเพราะนักเรียนมีทักษะในการคำนวณที่ค่อนข้างต่ำในการวิเคราะห์สมการ เพราะที่ต้องคำนวณและวิเคราะห์กฎของ **สเนล** แสดงว่านักเรียนไม่เข้าใจกฎของการหักเห ในส่วนนี้ผู้วิจัยไม่ได้สาธิตการหักเหของแสงเพียงแต่อธิบายการหักเหของแสง อธิบายกฎของ **สเนล** ตามสมการโดยใช้คณิตศาสตร์ ที่อาจทำให้นักเรียนไม่เข้าใจได้มากเท่าการสาธิต ยกให้เห็นแต่การหักเหของแสงในเลนส์ การสาธิตตัวจริงเราก็ไม่สามารถมองเห็นเส้นรังสีแสงที่เกิดการหักเหในเลนส์



รูป 4.16 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 10 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

คำถามข้อที่ 12

12. วัตถุอยู่ด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง 10 cm โดยเลนส์มีรูปร่างเหมือนกับเลนส์ในรูป 1 หรือ 2 ก็ได้ ให้ตอบคำถามโดยเลือกข้อ A ถึง E ถ้าไม่กรณีใดที่ถูกต้อง ให้ตอบข้อ F



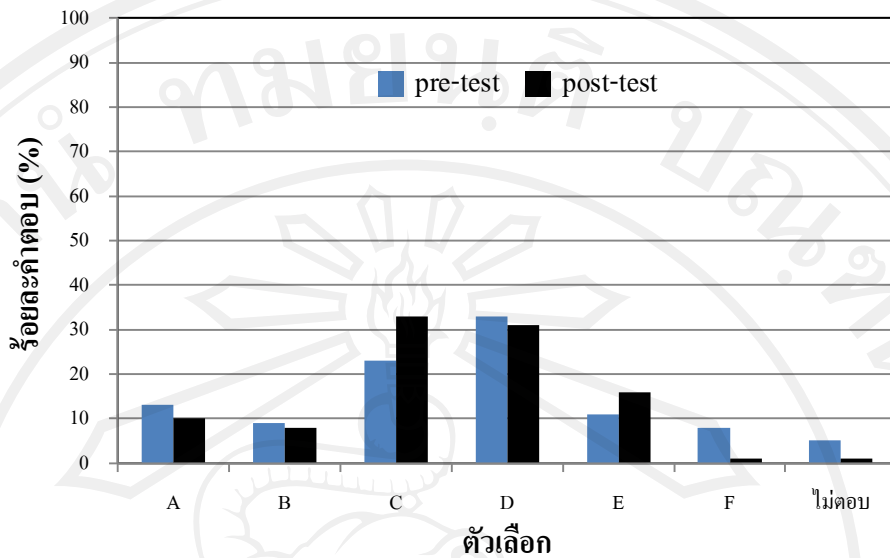
- A. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- B. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- C. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- D. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- E. เกิดภาพหัวกลับขนาดเท่าวัตถุ
- F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

เลนส์ในรูปเป็นเลนส์ 2 ที่มีความยาวโฟกัส 16 cm

รูป 4.17 แสดงคำถามข้อที่ 12

ตาราง 4.10 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 12 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
12	pre	13	9	23	33	11	8	5	A
	post	10	8	33	31	16	1	1	



รูป 4.18 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 12 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

ผลที่ได้จากการเห็นวาคะแนนหลังเรียนในข้อนี้มีร้อยละของคะแนนที่ตอบถูกต้องลดลงเพราะว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดภาพของเลนส์นูนอยู่ ไม่เข้าใจการวางระยะวัตถุว่าวางระยะเท่าไร จะทำให้เกิดภาพอย่างไร ถ้าเป็นภาพเสมือนนักเรียนยังไม่เข้าใจเพราะว่ายากที่จะสาธิตให้นักเรียนดูได้ แต่ผู้วิจัยก็ได้อธิบายเกี่ยวกับการวางที่ตั้งของวัตถุ ถ้าเลนส์อันเดิมระยะวัตถุเปลี่ยนระยะภาพก็เปลี่ยน ถ้าวางวัตถุที่ตำแหน่งน้อยกว่าระยะความยาวโฟกัสของเลนส์นูนภาพที่ได้จะเป็นภาพเสมือนหัวตั้งมีขนาดใหญ่กว่าวัตถุโดยอธิบายอย่างละเอียด แต่เนื่องด้วยเวลาจำกัดทำให้นักเรียนหลายคนอาจยังไม่เข้าใจ ทำให้ผลที่ได้มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

คำถามข้อที่ 13

13. วัตถุอยู่ด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง 10 cm โดยเลนส์มีรูปร่างเหมือนกับเลนส์ในรูปที่ 1 หรือ 2 ก็ได้ ให้ตอบคำถามโดยเลือกข้อ A ถึง E ถ้าไม่กรณีใดที่ถูกต้อง ให้ตอบข้อ F



- A. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- B. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- C. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ

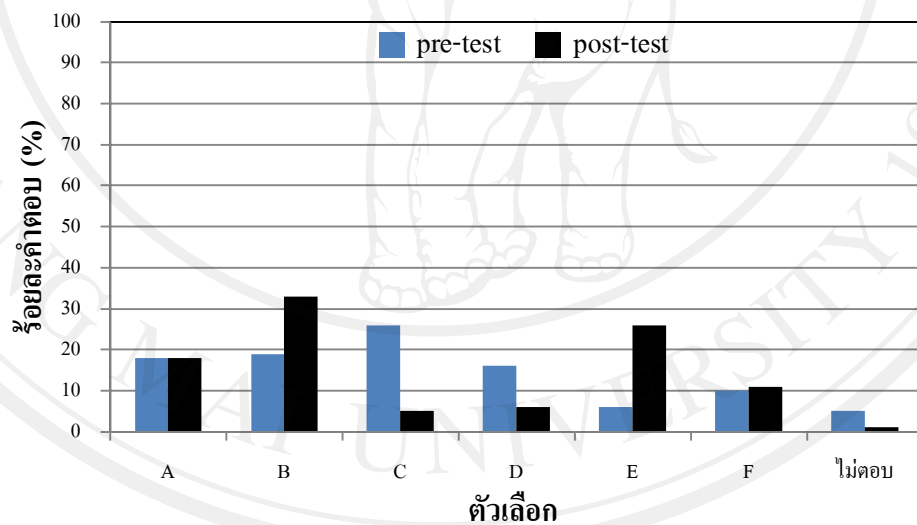
- D. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
 E. เกิดภาพหัวกลับขนาดเท่าวัตถุ
 F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

เลนส์ในรูปเป็นเลนส์ 2 ที่มีความยาวโฟกัส 8 cm

รูป 4.19 แสดงคำถามข้อที่ 13

ตาราง 4.11 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 13 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
13	pre	18	19	26	16	6	10	5	C
	post	18	33	5	6	26	11	1	



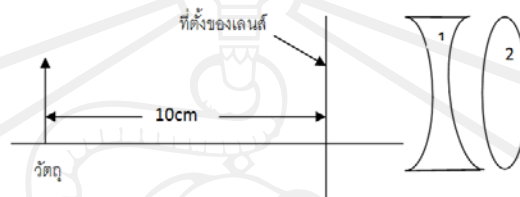
รูป 4.20 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 13 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

จากตารางเห็นว่าร้อยละของคะแนนตอบถูกหลังเรียนมีค่าลดลง เหตุผลบางอย่างคล้ายกับเหตุข้อที่ 12 แต่เป็นการเกิดภาพจริงที่สามารถสาธิตให้นักเรียนดูได้ และยังมีนักเรียนหลายคนที่ยังไม่รู้เข้า นักเรียนหลายคนอาจยังไม่เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างระยะวัตถุ กับความยาวโฟกัสของเลนส์ ว่าวางวัตถุระยะเท่าไร ถึงจะได้ภาพหัวตั้งหรือภาพหัวกลับ ในการทดลองทำให้นักเรียนเห็นเพียงภาพจริงหัวกลับที่เกิดบนฉากกับภาพที่มีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับวัตถุเท่านั้น แต่ที่เป็นภาพจริงหัว

กลับขนาดใหญ่กว่าวัตถุไม่ได้แสดงให้เห็นนักเรียนดู เพราะชุดทดลองอาจไม่พร้อม, ภาพเสมือนหัวตั้ง หรือ และภาพจริงหัวตั้งไม่ได้แสดงให้เห็นนักเรียน เพราะเป็นยากต่อการทำความเข้าใจของนักเรียน

คำถามข้อที่ 15

15. วัตถุอยู่ด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง 10 cm โดยเลนส์มีรูปร่างเหมือนกับเลนส์ในรูป 1 หรือ 2 ก็ได้ ให้ตอบคำถามโดยเลือกข้อ A ถึง E ถ้าไม่กรณีใดที่ถูกต้อง ให้ตอบข้อ F



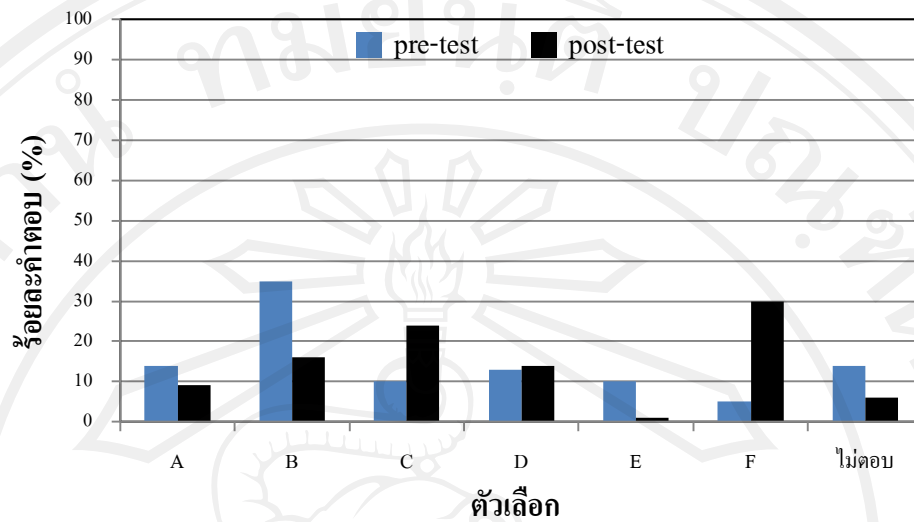
- A. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- B. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- C. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- D. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- E. เกิดภาพหัวกลับขนาดเท่าวัตถุ
- F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

ถ้าเลนส์ในรูปเป็นเลนส์ 1 ที่มีความยาวโฟกัส 16 cm ข้อใดถูกต้องที่สุด

รูป 4.21 แสดงคำถามข้อที่ 15

ตาราง 4.12 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 15 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
15	pre	14	35	10	13	10	5	14	B
	post	9	16	24	14	1	30	6	

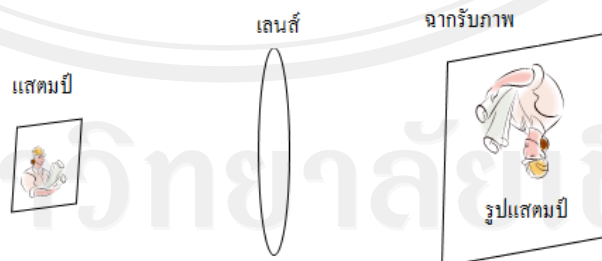


รูป 4.22 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 15 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

จากตารางเห็นว่าร้อยละของคะแนนตอบถูกหลังเรียนมีค่าลดลง เหตุผลบางอย่างคล้ายกับเหตุข้อที่ 12 แต่เป็นเลนส์เว้านักเรียนยิ่งเข้าใจได้ยากเพราะเป็นภาพเสมือน ในส่วนการทดลองเน้นการสาธิต ลักษณะของภาพจริงที่สามารถนำจากมารับภาพได้ โดยขั้นตอนคือใช้เลนส์นูนช่วย เวลาการสาธิต เลนส์เดี่ยวต้องให้นักเรียนมองผ่านเลนส์ว่าด้านตรงข้ามกับวัตถุ นักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่เข้าใจการวาดรังสีที่เป็นรังสีเสมือน ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

คำถามข้อที่ 23

23. จากรูปแสดงม้วางอยู่ทางด้านซ้ายของเลนส์และเกิดภาพของแสดมบี้บนฉากที่วางอยู่ทางด้านขวา จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด



สมมติให้แสดมบี้ถูกย้ายให้เข้าใกล้เลนส์โดยขยับไปหาเลนส์ห่างจากที่ตั้งเดิมเล็กน้อย แต่ระยะจากแสดมบี้หาเลนส์ยังมากกว่าความยาวโฟกัสของเลนส์ (เฉพาะข้อนี้เท่านั้น) จากนั้นเลื่อนฉากเพื่อหาภาพที่ชัดเจนที่สุด ข้อใดถูกต้อง

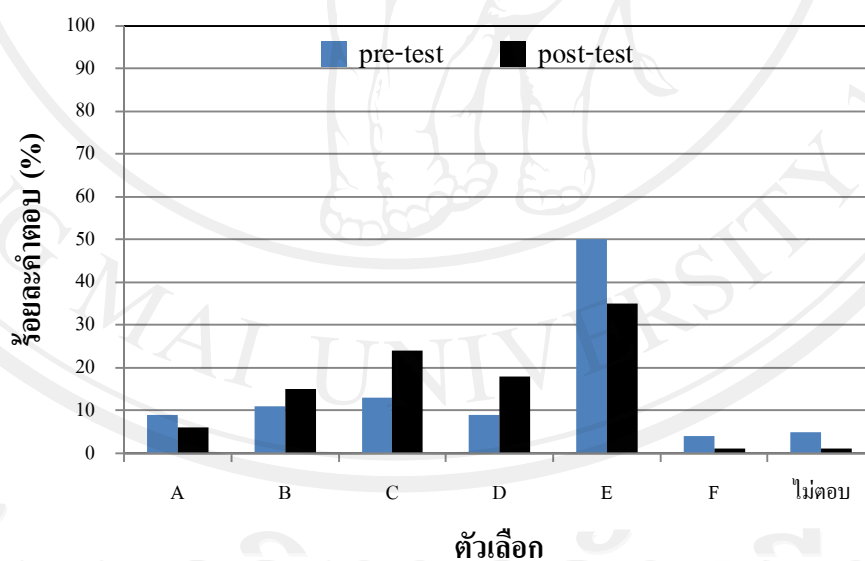
A. ภาพเล็กลงกว่าเดิม

- B. ภาพมีขนาดเท่าเดิม
- C. ไม่สามารถเห็นภาพที่มีความชัดเจนบนฉาก
- D. กลายเป็นภาพหัวตั้ง
- E. ภาพใหญ่กว่าเดิม
- F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

รูป 4.23 แสดงคำถามข้อที่ 23

ตาราง 4.13 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 23 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
23	pre	9	11	13	9	50	4	5	E
	post	6	15	24	18	35	1	1	



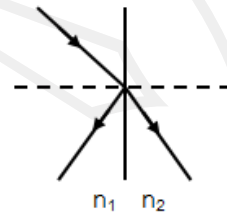
รูป 4.24 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 23 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

จากตารางเห็นว่าร้อยละของคะแนนตอบถูกหลังเรียนมีค่าลดลง เนื่องมาจากนักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการเกิดภาพของเลนส์ ในส่วนการทดลองเน้นการสาธิตลักษณะของภาพจริงหัวกลับที่มีขนาดเล็กกว่าและเท่ากับวัตถุโดยเลื่อนวัตถุออกจากเลนส์เท่านั้น ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน

คำถามข้อที่ 6

6. กำหนดให้มีแสงที่มีขนาดลำแสงเล็กมาก (ยกตัวอย่างเช่นลำเลเซอร์) เคลื่อนที่จากตัวกลางโปร่งแสงที่มีดัชนีหักเห n_1 แล้วตกกระทบกับตัวกลาง n_2 ซึ่งแสดงทิศทางของแสงตกกระทบและแสงหักเหได้ดังรูปข้างล่าง (ถ้าไม่ได้เขียนรังสีของแสงไว้ หมายความว่า ไม่มีรังสีของแสงนั้นเกิดขึ้น) จงตอบคำถามต่อไปนี้โดยเลือกข้อ A ถึง F (1 ข้อ ให้เลือกได้เพียง 1 คำตอบเท่านั้น)

- A. เมื่อ $n_2 > n_1$ เท่านั้น
- B. เมื่อ $n_2 = n_1$ เท่านั้น
- C. เมื่อ $n_2 < n_1$ เท่านั้น
- D. เกิดขึ้นเมื่อเป็นไปตามข้อ A หรือ C
- E. ไม่สามารถเกิดขึ้นได้เลย
- F. เกิดขึ้นได้เสมอโดยไม่ต้องคำนึงถึงขนาดของดัชนีหักเหของทั้งสอง

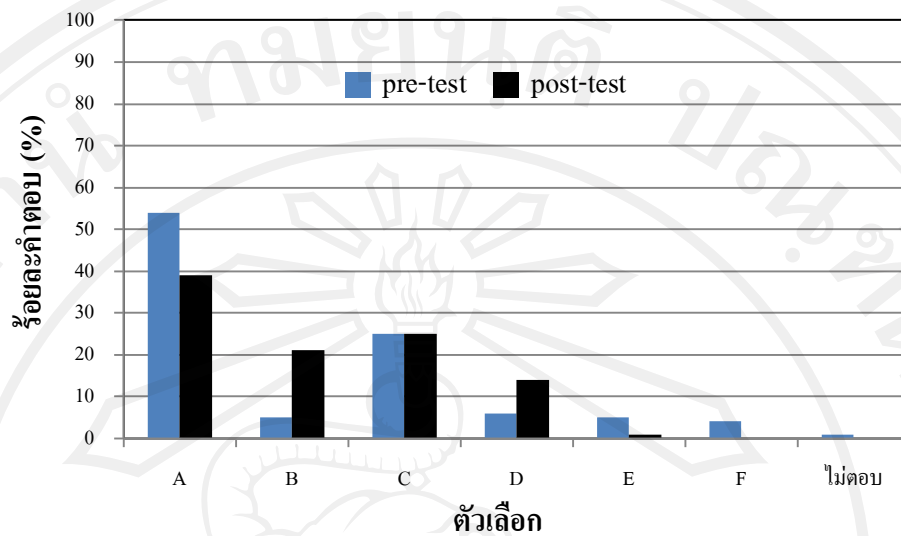


ข้อ A ถึง F ข้อใดที่สามารถทำให้เกิดทางเดินของแสงเป็นดังในรูปนี้ได้

รูป 4.25 แสดงคำถามข้อที่ 6

ตาราง 4.14 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
6	pre	54	5	25	6	5	4	1	C
	post	39	21	25	14	1	0	0	

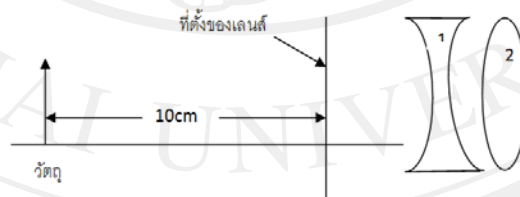


รูป 4.26 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 6 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

จากผลที่ได้พบว่านักเรียนยังขาดทักษะในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ ไม่เข้าใจการเปรียบเทียบค่าในสมการทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผลออกมายังมีร้อยละของคำตอบถูกเท่าเดิม

คำถามข้อที่ 11

11. วัตถุอยู่ด้านหน้าเลนส์เป็นระยะทาง 10 cm โดยเลนส์มีรูปร่างเหมือนกับเลนส์ในรูปที่ 1 หรือ 2 ก็ได้ ให้ตอบคำถามโดยเลือกข้อ A ถึง E ถ้าไม่มีกรณีใดที่ถูกต้อง ให้ตอบข้อ F



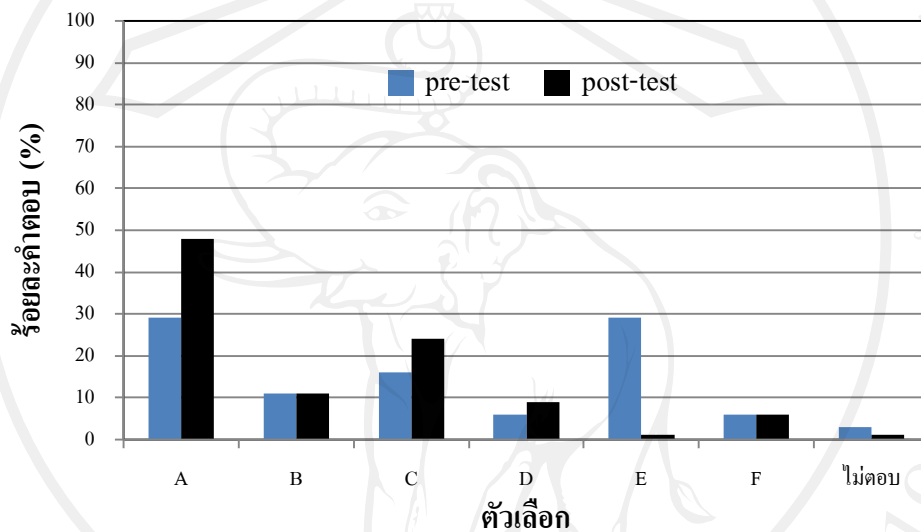
- A. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- B. เกิดภาพหัวตั้ง มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- C. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ
- D. เกิดภาพหัวกลับ มีขนาดเล็กกว่าวัตถุ
- E. เกิดภาพหัวกลับขนาดเท่าวัตถุ
- F. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

เลนส์ในรูปเป็นเลนส์ 1 ที่มีความยาวโฟกัส 4 cm

รูป 4.27 แสดงคำถามข้อที่ 11

ตาราง 4.15 แสดงร้อยละคำตอบข้อที่ 11 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

ข้อที่	กลุ่ม	คำตอบของนักเรียน (%)							คำตอบที่ถูกต้อง
		A	B	C	D	E	F	ไม่ตอบ	
15	pre	29	11	16	6	29	6	3	B
	post	48	11	24	9	1	6	1	



รูป 4.28 แสดงการตอบคำถามข้อที่ 11 ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังเรียน

พบว่านักเรียนไม่เข้าใจการเกิดภาพเสมือนจากเลนส์เว้า โดยเฉพาะการวาดเส้นรังสีที่เป็นรังสีเสมือน ประกอบกับการทดลองเป็นการเน้นการเกิดภาพจริงที่นำฉากรับได้ ทำให้นักเรียนอาจจะไม่มีโอกาสการเรียนรู้เกี่ยวกับการเกิดภาพจากเลนส์เว้าเท่าที่ควร จึงมีจำนวนนักเรียนตอบถูกต้องเท่าเดิม

4.4 ผลการเปรียบเทียบข้อมูลความเข้าใจของนักเรียน

จากผลการวิจัยนักร้องพบว่ากลุ่มนักร้องทดลองมีผลการประเมินเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มนักร้องควบคุม ดังแสดงด้วยค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ในตาราง 4.4 ซึ่งการประเมินใช้แบบประเมิน LOCE-34 จากนั้นได้มีการปรับปรุงทั้งแบบประเมิน LOCE ที่ลดจำนวนข้อลงเหลือ 25 ข้อ ซึ่งได้แบบทดสอบที่มีเนื้อหาสอดคล้องและเหมาะสมกับสิ่งต้องการวัดตัวจริง 15 ข้อ และชุดอุปกรณ์การทดลองที่ปรับให้มีเนื้อหาสอดคล้องกับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากขึ้น และได้นำไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในโรงเรียนปากช่องในปีการศึกษา 2555

จากผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลการประเมินที่เพิ่มขึ้น วัดจากค่าเฉลี่ย $\langle g \rangle$ ในตาราง 4.6 ที่มีค่าเป็นบวกโดยกลุ่มทดลองมีค่า $\langle g \rangle$ เพิ่มขึ้นต่างจากกลุ่มควบคุม 0.37 และนักเรียนในกลุ่มทดลองมีความตั้งใจในการทำกิจกรรมทดลองและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทดลองผ่านชุดทดลอง รวมถึงมีการตั้งคำถามและตอบคำถามมากขึ้น ห้องเรียนก็มีบรรยากาศน่าเรียน นักเรียนได้ค้นคิดทำนายและร่วมกันหาคำตอบ เพื่อศึกษาผลจากการสอนโดยใช้ชุดการทดลองแบบมีปฏิสัมพันธ์ในหัวข้อกระจกและเลนส์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงสถิติ จึงมีการนำผลการประเมินของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมาเปรียบเทียบกัน นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ (Paired Sample t-test) ด้วยโปรแกรม SPSS แสดงดังตาราง 4.16, ตาราง 4.17 และรูป 4.29 ถึงรูป 4.32

ตาราง 4.16 เปรียบเทียบผลต่างคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้ Paired Sample t-test

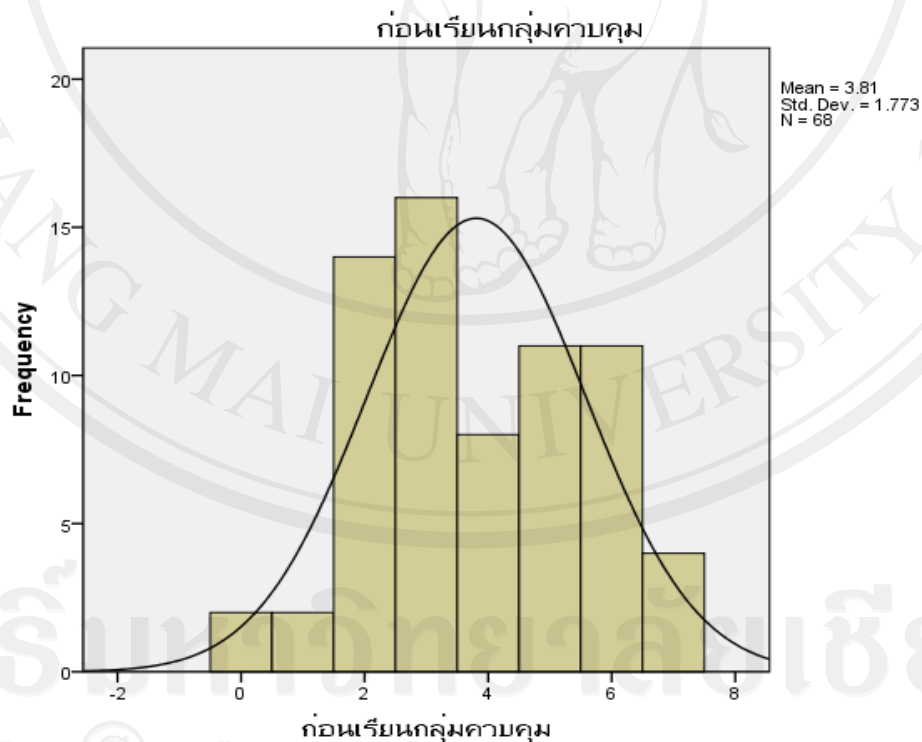
กลุ่ม		N	Mean	S.D	t-test		
					t-value	df	p-value*
กลุ่มทดลอง	Pre-test	80	6.38	2.351	-6.170	79	.000
	Post-test	80	8.60	2.494			
กลุ่มควบคุม	Pre-test	68	5.29	1.796	1.072	67	.288
	Post-test	68	4.97	1.753			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

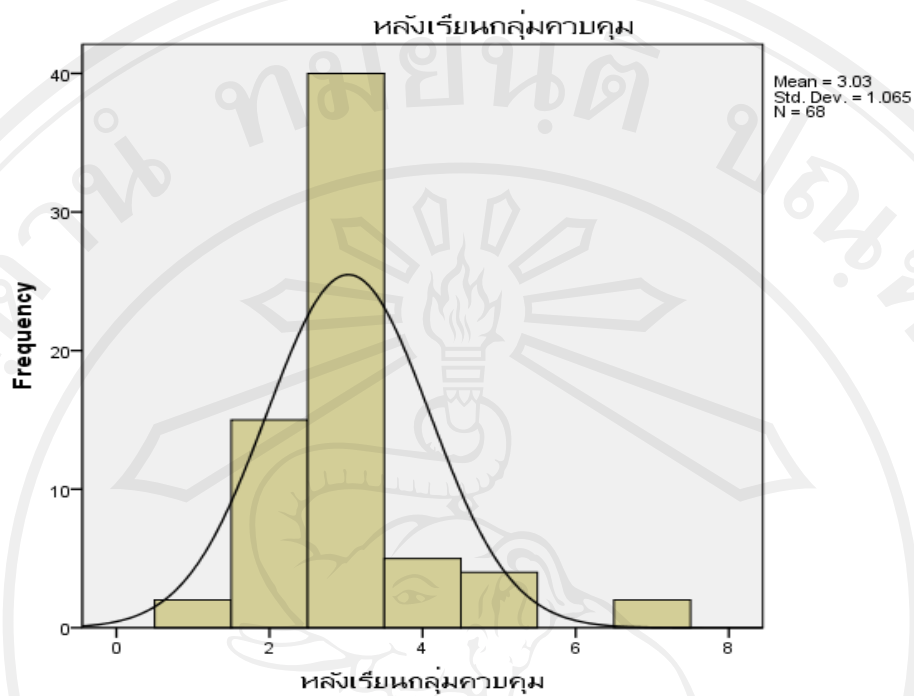
ผลจากการทดสอบนักเรียนสองกลุ่ม โดยการวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ (Paired Sample t-test) จากตารางกลุ่มทดลองได้ค่า $t = -6.170$ และ $p\text{-value} = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าผลต่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, กลุ่มควบคุมจากตารางได้ค่า $t = 1.072$ และ $p\text{-value} = 0.288$ ซึ่งมากกว่า 0.05 แสดงว่าผลต่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มควบคุมก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จากผลที่ได้นี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่าห้องเรียนที่ใช้ชุดอุปกรณ์ทดลองเข้าในการเรียนการสอนทำให้ผลการเรียนดีขึ้นมากกว่าห้องเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05

ตาราง 4.17 เปรียบเทียบผลต่างคะแนนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

		ก่อนเรียนกลุ่ม ควบคุม	หลังเรียนกลุ่ม ควบคุม	ก่อนเรียนกลุ่ม ทดลอง	หลังเรียนกลุ่ม ทดลอง
N	Valid	68	68	80	80
	Missing	63	63	51	51
Mean		3.81	3.03	4.35	6.61
Std. Deviation		1.773	1.065	1.751	2.297
Minimum		0	1	0	2
Maximum		7	7	8	13
Percentiles	25	2.00	2.25	3.00	5.00
	50	3.50	3.00	5.00	7.00
	75	5.00	3.00	5.75	8.00

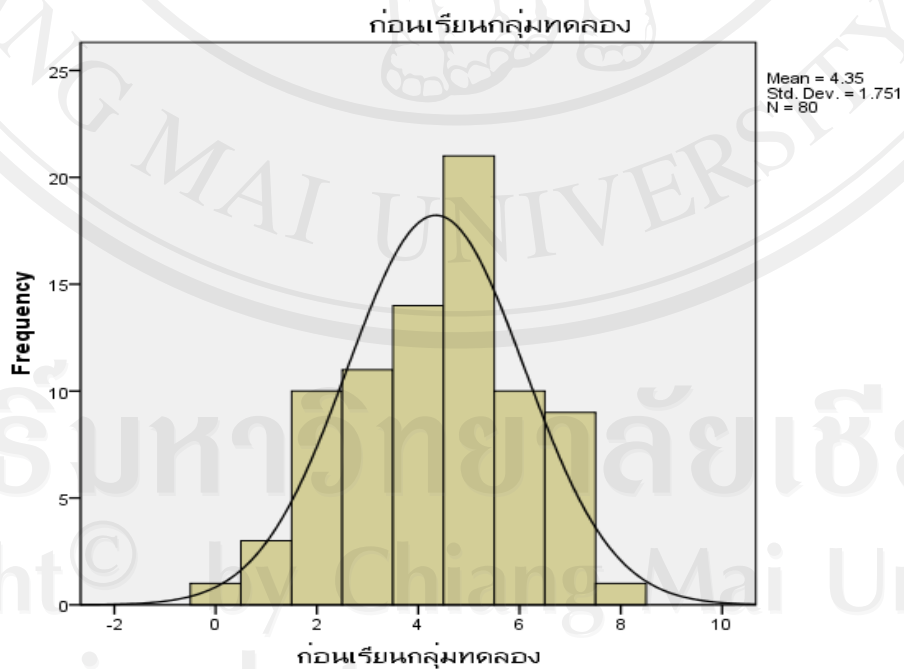


รูป 4.29 แสดงผลคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม

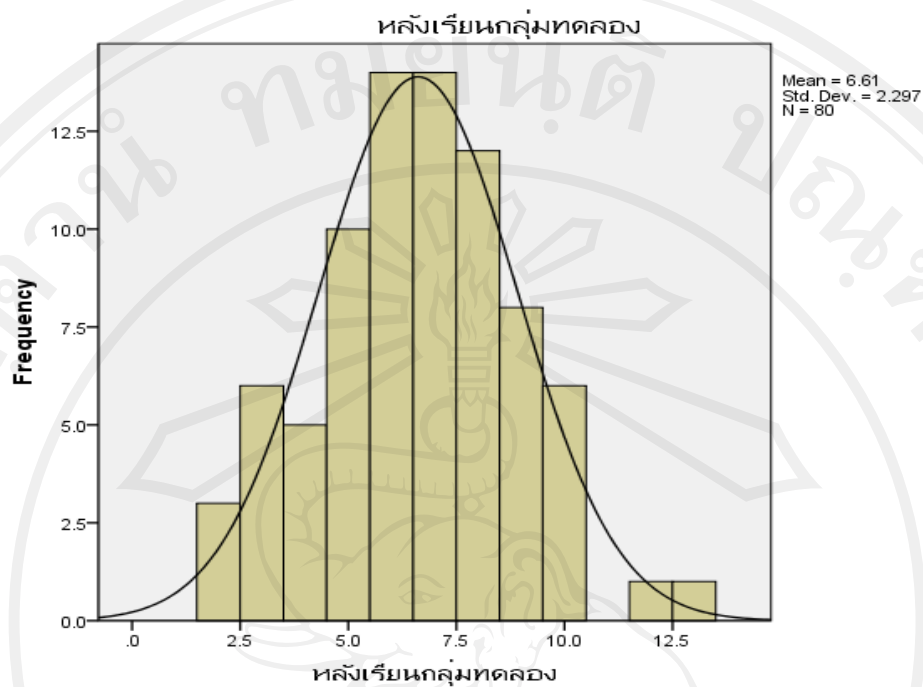


รูป 4.30 แสดงผลคะแนนหลังเรียนของกลุ่มควบคุม

จากรูป 4.29 และรูป 4.30 แสดงให้เห็นลักษณะเส้นโค้งของชุดข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เป็นลักษณะโค้งเบ้ซ้ายหรือโค้งทางลบ ซึ่งมีความหมายว่าหลังจากเรียนแล้วผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมไม่เพิ่มขึ้นไปจากเดิม



รูป 4.31 แสดงผลคะแนนก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง



รูป 4.32 แสดงผลคะแนนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

จากรูป 4.31 และรูป 4.32 แสดงให้เห็นลักษณะเส้นโค้งของชุดข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เป็นลักษณะโค้งเบ้ซ้ายหรือโค้งทางลบก่อนเรียน แต่หลังเรียนก็เป็นลักษณะโค้งเบ้ขวา หรือโค้งทางบวก (รูป 4.32) ซึ่งมีความหมายว่าหลังจากเรียนแล้วผลการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองแตกต่างไปจากเดิม หรือผลเรียนโดยเฉลี่ยดีขึ้น