

507.2

๑151๗

ร. 3

ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2

ปริญญานิพนธ์

ของ

อนันต์ จันทร์แก้ว

12 ส.ค. 2524

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575 ๑๑1505๙

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี

กุมภาพันธ์ 2523

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิตได้พิจารณาปริญญาบัตรฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษาคุณวุฒิบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

ศาสตราจารย์ ดร. เกียรติยศ ประธาน

ศาสตราจารย์ ดร. มงคลรัตน์ กรรมการ

ศาสตราจารย์ ดร. กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ผู้เขียนมีความซาบซึ้งต่อการช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่งจากรองศาสตราจารย์
ดร.นิกา สะเพียรชัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ อาจารย์ ดร.โกวิท
ประมวลพฤษ และอาจารย์ ดร.กมล ภูประเสริฐ อาจารย์ทั้งสี่ท่านได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น
ช่วยเหลือแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนปริญญานีพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากขึ้น
ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.สุชุม ศรีวัชรรัตน์ ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการ
สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ที่ได้กรุณาให้ผู้เขียนดำเนินการวิจัย
ในนามของสถาบันฯ พร้อมทั้งให้ทุนอุดหนุนงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน อาจารย์ใหญ่ทุกท่านที่กรุณาให้โรงเรียนเป็น
กลุ่มตัวอย่าง ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล และขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน
ในโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ดำเนินการทดลองด้วยความอดทนและความเต็มใจที่จะ
สนับสนุนงานวิชาการ

ขอขอบคุณคณะกรรมการพิจารณาความเที่ยงตรงแบบทดสอบที่กรุณาช่วยเหลือในการ
ปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ ตลอดจนบุคลากรทุกท่านในสาขาวิจัยและประเมินผลสถาบันฯ
ที่ได้ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมิเห็นแก่เหน็ดเหนื่อย

ขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับคุณรุ่งทิพย์ เหล่าคำ ที่ได้ช่วยเหลืออย่างดียิ่งในการทำวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความช่วยเหลือในการทำปริญญานีพนธ์ เช่น ช่วยตรวจแบบทดสอบ
ช่วยวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครู ช่วยพิมพ์ ช่วยโรเนียว และผู้ให้กำลังใจ ซึ่ง
ไม่สามารถกล่าวชื่อนามได้ทั้งหมด ผู้เขียนขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

อนันต์ จันทร์แก้ว

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	จุดมุ่งหมายของการวิจัย	8
	ความสำคัญของการวิจัย	9
	คำนิยามศัพท์เฉพาะ	10
	เอกสารการค้นคว้าและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
	ความสำคัญและความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การใช้คำถาม	17
	วิธีการฝึกอบรมที่สามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ คำถาม	18
	ความสัมพันธ์และอิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลการเรียน ของนักเรียน	23
	สมมุติฐานการวิจัย	35
2	วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า	36
	กลุ่มตัวอย่าง	36
	ตัวแปรที่จะศึกษา	36
	รูปแบบการวิจัย	37
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	39
	การดำเนินการวิจัย	54
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68

3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	71
1.	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ)	72
1.1	ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล	75
1.2	ทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป	80
1.3	ทักษะในการสร้างสมมติฐาน	83
1.4	ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง	86
2.	ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)	92
2.1	ด้านความรู้ความจำ	95
2.2	ด้านความเข้าใจ	97
2.3	ด้านการนำไปใช้	99
3.	ทัศนคติ	102
3.1	ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์	102
3.2	ทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	106
4	สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	109
	สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	111
	อภิปรายผล	115
	ข้อเสนอแนะ	124
	บรรณานุกรม	128
	ภาคผนวก	135
	ภาคผนวก ก. แบบทดสอบที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลและคำสถิติเกี่ยวกับ แบบทดสอบ	136
	ภาคผนวก ข. เอกสารที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	149

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน	38
2 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ ค่าตามแต่ละประเภทของเทปบันทึกเสียง ตัวอย่างการสอน	41
3 แสดงค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	48
4 แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	50
5 การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการ จำแนกประเภทของคำถามชนิดที่มีคำตอบแน่นอนของครู	57
6 การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการ จำแนกประเภทของคำถามชนิดที่มีคำตอบหลายอย่างของครู	57
7 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบความแตกต่างการใช้คำถาม แต่ละประเภทของครูในหัวข้อ การทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี	59
8 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบความแตกต่างการใช้คำถาม แต่ละประเภทของครูในหัวข้อ การทดลอง 9.4 การแพร่ของสาร	61
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกคำถาม ประเภททั่ว ๆ ไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและเน้นความ ของผู้จำแนก	63
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกคำถาม ประเภทที่มีคำตอบแน่นอน ของผู้จำแนก	63
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกคำถาม ประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง ของผู้จำแนก	64
12 สรุปขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	66
13 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน	70
14 คาคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) จำแนกเป็นรายกลุ่ม	72

- 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
(รวมทุกทักษะ) 73
- 16 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล จำแนกเป็นรายกลุ่ม 75
- 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการจัดกระทำกับข้อมูล 76
- 18 ค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัด
กระทำกับข้อมูลของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 ที่ได้รับการสอนจากครู
ที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบก่อน
สอนและหลังสอน 77
- 19 การทดสอบนัยสำคัญของอัตราการเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน
ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม 78
- 20 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป
จำแนกเป็นรายกลุ่ม 80
- 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป 81
- 22 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการสร้างสมมุติฐาน จำแนกเป็นรายกลุ่ม 83
- 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการสร้างสมมุติฐาน 84
- 24 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการ
ทดลอง จำแนกเป็นรายกลุ่ม 86

25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้าน
ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง 87

26 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนจาก
ครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบ
ก่อนสอนและหลังสอน 88

27 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการ
ออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้นมศ. 2 และ ม. 2
จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน 90

28 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชา
วิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน) จำแนกเป็นรายกลุ่ม 92

29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน) 93

30 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชา
วิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ จำแนกเป็นรายกลุ่ม 95

31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ 96

32 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ จำแนกเป็นรายกลุ่ม 97

33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ 98

34 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ จำแนกเป็นรายกลุ่ม 99

35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ 100

36 คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์
จำแนกเป็นรายกลุ่ม 102

37	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์	103
38	แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	104
39	คะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชา วิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายกลุ่ม	106
40	การวิเคราะห์ความแปรปรวนทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	107
41	สรุปผลการวิจัย	112
42	แสดงค่า p r Δ ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	138
43	แสดงค่า p r Δ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	139
44	แสดงค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	140
45	รายชื่อโรงเรียนเรียงตามลำดับตัวอักษร จำนวนนักเรียน และรายชื่อ ครูของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย	150

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบการวิจัย	37
2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะใน จิตกระทำกับข้อมูลของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 ที่ได้รับการสอน จากครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการ ทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	78
3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะใน การออกแบบและดำเนินการทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจาก ครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบ ก่อนสอนและหลังสอน	89
4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะใน การออกแบบและดำเนินการทดลอง ของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	90
5 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน	104

ภูมิหลัง

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็ว มีวิทยาการและความรู้เกิดขึ้นมากมาย การที่จะถ่ายทอดความรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสมเอาไว้ให้นักเรียนจดจำในสาระและข้อเท็จจริงทั้งหมดนั้น เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ยากและอาจเป็นประโยชน์น้อย การสอนวิทยาศาสตร์ควรจะให้สอดคล้องกับปรัชญาและวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ กล่าวคือ วิทยาศาสตร์ไม่เพียงแต่หมายถึงความรู้ แต่เป็นกระบวนการที่มีระบบที่จะนำไปสู่ขอบข่ายอันกว้างขวางของการเรียนรู้ของมนุษย์เกี่ยวกับโลกที่เขาอาศัยอยู่ และขยายขอบเขตออกไป นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าลักษณะที่แท้จริงของธรรมชาติคือความเป็นระเบียบ ฉะนั้นการเสาะแสวงหาเหตุผลเบื้องหลังความเป็นระเบียบของธรรมชาติจึงเป็นสิ่งที่มีความค่าน่าสนใจ อาจสรุปกว้าง ๆ ได้ว่า

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่วาทคววิธีวิธีการเสาะแสวงหาความรู้ (mode of inquiry)

วิธีการเสาะแสวงหาความรู้นำมาซึ่งความรู้ใหม่ ๆ และการขยายขอบเขตของความรู้ นำมาซึ่งหลักเกณฑ์และเกิดเป็นโครงสร้างที่มองเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ ความรู้ที่ครอบคลุมมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมและทำให้มีการเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นวิทยาศาสตร์จึงมีอิทธิพลต่อสังคมและเป็นส่วนหนึ่งของวัฒนธรรม

วิธีการเสาะแสวงหาความรู้เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเป็นพื้นฐานของกิจกรรมที่จะช่วยให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างข้อเท็จจริงและแนวความคิด เป็นวิธีการที่สำคัญยิ่งในการขยายขอบเขตความรู้ความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับธรรมชาติ

เป็นวิธีการที่ทำให้การค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูลและนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ
(นิตา สะเพียรชัย 2520 : 3 - 4)

ข้อความข้างต้นนี้สอดคล้องกับแนวโน้มในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่ว่า
"ในช่วงระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา มีกิจกรรมเกี่ยวกับการปรับปรุงหลักสูตร
วิทยาศาสตร์จำนวนมากมายซึ่งมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปจากการเน้นเนื้อหา
ในวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นการเน้นกระบวนการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
นักเรียนจะไม่เป็นฝ่ายรับความรู้จากครูหรือจากหนังสือแต่เพียงฝ่ายเดียว
แต่จะเป็นผู้จัดกระทำ สร้างสมมุติฐาน และทดสอบสมมุติฐานด้วยตนเอง"

(Vanex and Montean. 1977 : 57 citing Hein. 1968,
Zeitler. 1968)

สำหรับการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2513
ได้มีการจัดตั้งสถาบันแห่งชาติเพื่อพัฒนาและวิจัยการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ขึ้น
เรียกว่า สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า
The Institute for the Promotion of Teaching Science
and Technology (IPST) โดยความร่วมมือระหว่างรัฐบาลไทยและโครงการ
พัฒนาการศึกษาแห่งสหประชาชาติ (UNDP) โดยมีองค์การศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี
วัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) ดำเนินงานแทน

วัตถุประสงค์ของสถาบันฯ คือ การส่งเสริมและพัฒนาหลักสูตรตามหลัก
3 ประการ (สสวท. 2521 : 2)

1. ปรับปรุงหลักสูตรสำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในทุกระดับ
การศึกษา
2. ส่งเสริมวิธีการสอนและการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และ
เทคโนโลยี สำหรับสถานศึกษาในประเทศไทย
3. ส่งเสริมให้มีความสัมพันธ์อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันระหว่าง

สถาบันต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกประเทศ เพื่อที่จะได้ผู้ชำนาญและมีประสบการณ์ มาช่วยในการปรับปรุงหลักสูตร

การจัดตั้งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขึ้นครั้งนั้นนี้มา เป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในการศึกษาค้นคว้าวิทยาศาสตร์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย คือ การนำเอาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทั้งค่านิยมและวิธีการเข้าไปใช้ในโรงเรียน ทั้งระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาอย่างจริงจัง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้วางแนวทางเกี่ยวกับ ความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ (นิตยา สะเพียรชัย 2520 : 6)

1. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐานของวิชา วิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในหลักการและทฤษฎีขั้นพื้นฐาน ควรจะเป็นความคิดรวบยอด ที่สำคัญในวิชาวิทยาศาสตร์ ความรู้ต่าง ๆ ควรจะเป็นเพียงเครื่องช่วยใ้มองเห็น ความสัมพันธ์ต่อกันในเนื้อหาวิชาซึ่งจะนำไปสู่ความเข้าใจมากกว่าความจำ

2. เพื่อให้เกิดความเข้าใจในลักษณะ ขอบเขต และวงจำกัดของวิชา วิทยาศาสตร์ ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์เป็นผลสืบเนื่องมาจากการศึกษา ค้นคว้า และวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีการตั้งสมมุติฐานหรือสร้างแบบจำลองโดยอาศัย ความรู้ต่าง ๆ ที่ได้จากการค้นคว้าและทดลอง รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ และ วิจารณ์ญาณ สมมุติฐานหรือแบบจำลองนั้น ๆ อาจจะต้องนำมาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง หรือยกเลิกเมื่อมีผลการทดลองใหม่ ๆ เพิ่มขึ้น กฎ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ของ วิชาวิทยาศาสตร์ไม่ใช่ความจริงที่ตายตัวเสมอไป แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้เมื่อความรู้ ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์พัฒนามากขึ้น นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นคว้าเรื่องราว ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวางแต่ก็ยังไม่อาจค้นพบความจริงที่สมบูรณ์

3. เพื่อให้เกิดทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงความคิดที่จะหาหลักฐานมาประกอบการพิจารณาถกเถียง การที่จะตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ควรจะมีหลักฐานสนับสนุนหนักแน่นเพียงพอ การใช้คำถามอธิบาย ที่มีเหตุผลและควรรีไรตัวเลขประกอบยิ่งกว่าการกล่าวอย่างเลื่อนลอย เปลี่ยนความ

คิดเห็นเมื่อใดขอมูลที่มีเหตุผลถูกต้องกว่า มีความบากบั่นในตรงทำงาน ให้ความร่วมมือกับผู้อื่น ยอมรับทั้งความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์ในการทำงาน ยอมรับข้อผิดพลาด มีความรับผิดชอบในการกระทำของตนเอง นอกจากนี้ควรปลูกฝังความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์ รวมทั้งด้านสุนทรีย์และเน้นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ด้วย

4. เพื่อให้เกิดทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ทักษะที่สำคัญนั้น หมายถึง ทักษะในการใช้เครื่องมือต่าง ๆ การสังเกต การจัดประเภท การพิจารณาเค้าโครง ความสัมพันธ์ ตลอดจนวิธีการเสาะหาความรู้ รวบรวมและรายงานผลอย่างมีประสิทธิภาพ

5. เพื่อให้เกิดความเข้าใจถึงอิทธิพลของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมวลมนุษยและสภาพแวดล้อม การค้นคว้าต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ได้นำไปสู่ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอันมีคุณค่าอย่างยิ่งต่อความผาสุกและอารยธรรมของมนุษย์ แต่เทคโนโลยีก็ได้ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ เช่น ปัญหาเรื่องสิ่งปฏิกูล เรื่องปริมาณของพลโลก รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงทางค่านิยมทัศนวิทยาและวัฒนธรรม ยิ่งกว่านั้นนักเรียนควรเข้าใจถึงอิทธิพลของเทคโนโลยีสมัยใหม่และนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้ปรับปรุงวิถีประจำวัน ตลอดจนสังคมให้ดีขึ้น

ความมุ่งหมายการสอนวิทยาศาสตร์ที่วางไว้ในสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษาที่เนลสันจำแนกไว้ "จุดมุ่งหมายทางการศึกษาสามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านความรู้ (knowledge) ด้านทักษะทางความคิด (cognitive skills) ด้านทัศนคติ (attitude) และด้านทักษะทางการปฏิบัติ (psychomotor skill)" (Nelson, 1973 : 291) ดังนั้นในการจัดการศึกษาจึงมุ่งพัฒนาเพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายทั้ง 4 ด้านนี้ สำหรับด้านความรู้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าเป็นสิ่งที่สำคัญที่คนส่วนใหญ่มุ่งปลูกฝังกันอยู่แล้ว และดูเหมือนจะให้ความสำคัญมากเกินไปเสียอีกจนแทบจะละเลยที่จะปลูกฝังในด้านอื่น ๆ ส่วนด้านทักษะทางการปฏิบัติเป็นสิ่งที่ทุกคนเห็นว่ามีสำคัญและสมควรที่จะปลูกฝังให้เกิดขึ้น แต่ค่อนข้างยากในทางปฏิบัติ ตลอดจนวัดผลหรือประเมินผล จนบางครั้งแทบจะละเลยที่จะปลูกฝังด้านนี้ สำหรับด้านทักษะ

ทางความคิดนั้น "นักการศึกษาจำนวนมากพิจารณาแล้วเห็นว่าการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นในตัวเด็กเป็นวัตถุประสงค์ที่สำคัญทางการศึกษา" (Jaus. 1975 : 439 citing Gagne. 1963, Neil, 1972, Okey. 1972) สำหรับความเชื่อนี้ นักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายเพิ่มเติม เช่น กาเย ยืนยันว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบรวมของการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่เดียวกันสามารถนำไปใช้ในวิชาอื่นอย่างกว้างขวาง (Gagne. 1965) โอเค กล่าวหา จุดมุ่งหมายหลักของการศึกษาควรจะ "สอนนักเรียนเพื่อจัดหาและจัดกระทำกับข้อมูล" เขากล่าวต่อไปว่า "ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดขึ้นจากความจริงที่ได้เรียนมาเป็นสิ่งที่มีค่าสูง. เพราะว่ามันนักเรียนสามารถจะไขและจัดกระทำกับความรู้ที่ได้รับหลังจากจบจากโรงเรียนแล้ว" (Okey. 1972) สำหรับด้านทัศนคตินั้น ปรากฏว่าทั้งนักการศึกษา วิทยาศาสตร์และครูที่สอนวิทยาศาสตร์ เห็นพ้องต้องกันว่าการพัฒนาให้เกิดทัศนคติเป็นจุดมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาให้เกิดทัศนคติจะต้องพัฒนาให้เกิดทั้งทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific attitude) และทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (Ramsey and Howe. 1969)

จากจุดมุ่งหมายดังกล่าวข้างต้นพอจะสรุปได้ว่า การสอนวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาให้นักเรียนเกิดสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ความรู้และทักษะทางความคิด (knowledge and cognitive skill)
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill)
3. ทัศนคติ (attitude)

บุคคลที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมคุณภาพของการศึกษาตลอดจนทำให้จุดมุ่งหมายของหลักสูตรบรรลุเป้าหมายที่สมบูรณ์ก็คือครูผู้สอน ถ้าหากครูผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจในปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอน ตลอดจนรู้จักหาเทคนิควิธีการสอนที่เหมาะสมและสามารถใช้สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ประกอบกับใช้เนื้อหาสาระเป็นมันโคในการพัฒนานักเรียนแล้วก็จะสามารถปลูกฝังนักเรียนในทุก ๆ ด้าน ตั้งแต่ความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทัศนคติ วิธีการสอนแบบหนึ่งก็นิยมใช้กันทั่วไป

เพื่อช่วยพัฒนาให้เกิดจุดมุ่งหมายเหล่านี้ คือ การสอนแบบเสาะแสวงหาความรู้ (inquiry) ซึ่งมุ่งที่จะส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นคว้าหาเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ การสอนแบบเสาะแสวงหาความรู้นอกจากจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ยังทำให้เกิดความเข้าใจได้ดีกว่าการท่องจำหรือจากการฟังครูพูดอย่างเดียว นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ที่เรียกว่ากระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill)

การสอนแบบเสาะแสวงหาความรู้มี 3 ประเภท

1. Active Inquiry นักเรียนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้
2. Passive Inquiry ครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้
3. Combine Inquiry ทั้งครูและนักเรียนช่วยกันใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิดค้นคว้าหาความรู้

จะเห็นว่าการสอนแบบเสาะแสวงหาความรู้แบบหนึ่ง ครูจะต้องใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดค้นคว้า หรือนำไปสู่ความคิดหรือหลักการที่สำคัญได้ การใช้คำถามของครูจึงเป็นสิ่งสำคัญ เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปว่าการใช้คำถามที่เหมาะสมในชั้นเรียนเป็นเทคนิคสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ ดังที่วินเน่กล่าวว่า "คำถามของครูมีผลกระทบต่อบริมาณและคุณภาพของผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน" (Winne. 1975 : 13) จากการศึกษาของแลคและแอนเดอร์สัน และคลาบบนพบพานักเรียนเรียนรู้จากครูที่ถามคำถามระดับสูง ๆ (higher order questions) ได้มากกว่าจากครูที่ถามคำถามระดับต่ำ ๆ (lower order questions) (Ladd and Anderson. 1970 : 395 - 400 and Kleinman. 1964 : 5153 - A) นอกจากนี้ ชงชัย ชิวปรีชากล่าวว่าการช่วยให้นักครูใช้คำถามที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็น ถ้าหากว่าอยากจะทำให้การเรียนแบบ

สืบเสาะหาความรู้ การศึกษาค้นคว้า และการเรียนอย่างกระตือรือร้นเกิดขึ้นในชั้นเรียน (Chewprecha. 1977 : 23)

ควายเหตุที่การใช้คำถามเป็นเครื่องมือที่สำคัญในกระบวนการเรียนการสอน และไม่มีเทคนิคการสอนใด ๆ ที่ครูใช้บ่อยเท่าการใช้คำถาม จึงเป็นที่น่าสนใจว่าถ้าหากว่าฝึกครู ให้มีความรู้ความเข้าใจในลักษณะและชนิดของคำถาม ตลอดจนฝึกให้ครูใช้คำถามที่เหมาะสมจะมีส่วนช่วยพัฒนาให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนปลูกฝังทัศนคติที่ดีแก่นักเรียนหรือไม่

ในปีการศึกษา 2521 กระทรวงศึกษาธิการได้เปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาจากระบบ 7 - 3 - 2 เป็น 6 - 3 - 3 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เป็นผลให้นักเรียนที่เรียนจบชั้น ป.6 และ ป.7 เข้าไปศึกษาต่อในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยที่นักเรียนที่เรียนจบ ป.6 จะเข้าไปศึกษาต่อในชั้น ม.1 และนักเรียนที่เรียนจบ ป.7 เข้าไปศึกษาต่อในชั้น มศ.1 ในปีการศึกษา 2522 นักเรียนชั้น ม.1 และ มศ.1 ก็จะเลื่อนไปเรียนในชั้น ม.2 และ มศ.2 ตามลำดับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้รับมอบหมายจากกระทรวงศึกษาธิการให้เป็นผู้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนทั้งสองระดับนี้ และได้พิจารณาแล้วมีความเห็นว่าหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ที่สถาบันฯ ได้จัดทำขึ้นสำหรับนักเรียนชั้น มศ.1 และ มศ.2 อาจนำมาใช้กับนักเรียนชั้น ม.1 และ ม.2 ได้ด้วย ทั้งนี้ควายเหตุผลดังนี้คือหลักสูตรที่จัดทำขึ้นได้เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสำคัญ การทดลองต่าง ๆ ที่ใช้เป็นสื่อในการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้เลือกและออกแบบให้ง่ายไม่ซับซ้อนโดยยึดหลักว่า นักเรียนที่เรียนจบชั้นประถมศึกษาที่จะมาเรียนต่อในระดับมัธยมศึกษายังไม่เคยได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาก่อนหรือเคยได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก็ฝึกแค่เพียงผิวเผิน ดังนั้นคณะผู้พัฒนาหลักสูตรมีความเชื่อว่านักเรียน ชั้น ม.1 และ ม.2 ก็สามารถทำการทดลองต่าง ๆ เหล่านี้ได้ดีเท่า ๆ กับนักเรียนชั้น มศ.1 และ มศ.2 เพราะฉะนั้นนักเรียนทั้งสองพวกนี้เมื่อเรียนในระดับประถมศึกษายังไม่ได้รับการฝึกทักษะเหล่านี้มาก่อน สำหรับด้านเนื้อหาวิชา

คณะผู้พัฒนาหลักสูตรได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเนื้อหาสาระต่าง ๆ ที่บรรจุในหลักสูตรไม่ได้ยากหรือซับซ้อนเกินกว่าที่นักเรียน ม.1 และ ม.2 จะเรียนได้ สถาบันฯ จึงเสนอต่อกระทรวงศึกษาธิการให้ใช้หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กับนักเรียน ชั้น ม.1 และ มศ.1 และนักเรียน ม.2 และ มศ.2 ซึ่งทางกระทรวงศึกษาธิการได้รับข้อเสนอนี้เป็นผลให้นักเรียน ม.1, มศ.1 และนักเรียน ม.2, มศ.2 เรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลักสูตรเดียวกันใช้หนังสือเรียนเล่มเดียวกัน

อย่างไรก็ตามการตัดสินใจดังกล่าวข้างต้นเป็นการตัดสินใจโดยการพิจารณาคาดการจากผู้ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์และด้านการพัฒนาหลักสูตร ยังไม่มีข้อมูลจากการติดตามผล การทดลอง การศึกษาวิจัย สนับสนุนหรือยังไม่มี การพิสูจน์กันอย่างแท้จริง ซึ่งทาง สสวท. ก็ตระหนักดีและมีความเห็นว่าแม้จะมีการตัดสินใจไปแล้วก็น่าจะมีการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลมาประกอบ ถ้าหากการศึกษาค้นคว้าไม่สนับสนุนแนวความคิดและความเชื่อที่คาดการณ์ไว้จะได้มีการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขหลักสูตรได้ทันที่ ในปีการศึกษา 2521 จึงทำการวิจัยในเรื่องผลสัมฤทธิ์สำหรับชั้น ม.1 และ มศ.1 ซึ่งผลการวิจัยยังอยู่ในระหว่างการวิเคราะห์ผลและจัดทำรายงาน ผู้วิจัยมีความเห็นว่าเพื่อเป็นการศึกษาต่อจากที่ทาง สสวท. ได้ทำไว้ และขยายการศึกษาให้กว้างขวางขึ้นจะทำให้ได้ข้อมูลมาเป็นส่วนประกอบพิจารณามากขึ้น และจะเป็นประโยชน์ต่อทาง สสวท. ด้วย จึงได้นำตัวแปรระดับชั้น ม.2 และ มศ.2 เข้ามามีเป็นตัวแปรตัวหนึ่งในการวิจัย โดยศึกษาวานักเรียน ม.2 และ มศ.2 ที่เรียนหลักสูตรเดียวกัน จะมีผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติแตกต่างกันหรือไม่

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม แตกต่างกันหรือไม่

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 ที่เรียน วิชาวิทยาศาสตร์ควยหนังสือเรียนฉบับเดียวกัน แตกต่างกันหรือไม่

3. เพื่อประเมินความเปลี่ยนแปลงของผลการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังจาก ที่ได้รับการสอน

ความสำคัญของการวิจัย

1. การวิจัยนี้จะเป็นแนวทางอันหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มพูนทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนให้สูงขึ้น ตามปกติแล้วนักเรียนจะมีสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้น้อยหรือมีอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

2. การวิจัยนี้จะตอบข้อข้องใจที่ว่านักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2 ที่เรียนวิชา วิทยาศาสตร์ควยหนังสือฉบับเดียวกันจะมีผลการเรียนแตกต่างกันหรือไม่ กล่าวคือนักเรียน ชั้นม. 2 จะมีผลการเรียนสูงเท่ากับนักเรียนชั้นมศ. 2 หรือไม่ ถ้าหากไม่เท่ามีค่านิใดยัง ขาดตกบกพร่องบ้าง

นอกจากนี้ยังมีผลที่ได้จากการวิจัยหรือประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย ดังนี้

1. เป็นการพัฒนาเครื่องมือสำหรับใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบที่เป็นข้อสอบชนิดเลือกตอบ 5 ตัวเลือกเพิ่มขึ้นมาอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้ แทบจะไม่มีเลยในประเทศไทย

2. เป็นการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการฝึกและเพิ่มพูนสมรรถภาพของครูในเรื่อง เกี่ยวกับการใช้คำถาม

3. ผลจากการศึกษาทำให้ทราบว่า การใช้คำถามของครูจะมีส่วนพัฒนาทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนหรือไม่ ตลอดจนสามารถ ศึกษาว่าครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนหรือไม่

4. วิธีการฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามเป็นวิธีการหนึ่งที่จะเพิ่มพูน สมรรถภาพของครูในการที่จะปลูกฝังและพัฒนาให้นักเรียนให้มีสิ่งต่าง ๆ ในข้อ 3 ซึ่งอาจนำ วิธีการฝึกนี้ไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกนักเรียนฝึกหัดครูก่อนที่จะออกไปเป็นครูหรือฝึกครู ประจำการ

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้ความหมายของคำหรือข้อความที่ใช้เป็นที่เข้าใจตรงกัน จึงขอกำหนดความหมายดังต่อไปนี้

1. การฝึกการใช้คำถาม หมายถึง วิธีการฝึกครูให้เพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม ซึ่งมีขั้นตอนการฝึกดังนี้

1.1 เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการ เพื่อให้ความรู้ในหัวข้อต่อไปนี้

1.1.1 คุณค่าของการใช้คำถามในห้องเรียน

1.1.2 ประเภทของคำถามที่ใช้ในห้องเรียน

1.1.3 แนะนำประเภทของคำถาม 4 ประเภท

คำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (managerial questions)

คำถามเน้นความ (rhetorical questions)

คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (closed questions)

คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง (open questions)

1.1.4 ให้ครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนและให้อภิปรายถึงเรื่องการใช้คำถาม

1.1.5 ให้ครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนแล้วให้ครูฝึกหัดจำแนกประเภทของคำถาม หลังจากนั้นตรวจสอบความถูกต้องและอภิปรายร่วมกัน

1.2 การส่งเอกสารและวัสดุเพิ่มเติมให้ครูที่สอนชั้นที่เป็นกลุ่มทดลองระหว่างที่ครูสอน ผู้วิจัยจะส่งเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามไปให้ครูจำนวนสามเล่ม โดยส่งไปทางไปรษณีย์เดือนละหนึ่งเล่ม นอกจากนี้ยังส่งเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนไปให้ครูฟังและวิจารณ์อีกหนึ่งครั้ง

2. ชนิดของคำถาม ชนิดของคำถามที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จำแนกเป็น 4 ประเภท ซึ่งมีนิยามดังต่อไปนี้

2.1 คำถามทั่ว ๆ ไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (managerial questions) เป็นคำถามที่ครูใช้ถามเพื่อให้นักเรียนการเรียนการสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ

คำถามประเภทนี้เป็นคำถามที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ประโยชน์ของคำถามประเภทนี้ออกจากเพื่อนำกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการแล้วยังอาจจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้อีกด้วย ตัวอย่างของคำถามประเภทนี้

ใครยังมีเครื่องมือไม้ครบข้าง ...

ใครต้องการเวลาเพิ่มเติมอีกข้าง ...

ยังเหลืองานอีกกี่อย่างที่เราจะต้องทำ ...

ทำไมเธอจึงยังไม่ทำแบบฝึกหัดนี้ ...

นักเรียนชอบการทดลองไหม ...

2.2 คำถามเน้นความ (rhetorical questions) คำถามประเภทนี้ใช้เพื่อเน้นเรื่องที่จะพูด เป็นวิธีการหนึ่งของการบอกข้อเท็จจริง เช่น นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่า ลิคมีสเปลี่ยนเป็นสีแคงในสารละลายกรด ถ้าครูต้องการจะบอกหรือทบทวนข้อเท็จจริงนี้ใหม่ ครูอาจจะใช้คำถามเช่น "เราเคยเรียนมาแล้วว่าลิคมีสจะเปลี่ยนเป็นสีแคงในสารละลายกรดใช่ไหม?" ซึ่งอาจช่วยเน้นหรือสร้างความสนใจของนักเรียนได้มากขึ้น จุดมุ่งหมายที่แท้จริงของการถามคำถามประเภทนี้ไม่ใช่อยู่ที่คำตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" แต่ต้องการบอกข้อเท็จจริง ตัวอย่างคำถาม เช่น

สารสีเขียวในพืชเรียกว่า คลอโรฟิลล์ใช่ไหม ...

ถ้าให้ความร้อนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นใช่ไหม ...

2.3 คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (closed questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบจำกัดและแน่นอน ไม่ว่าจะถามคำถามนี้ต่อใครก็หวังที่จะได้รับคำตอบแบบเดียวกัน คำถามประเภทนี้เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เช่น

สูตรโมเลกุลของน้ำคืออะไร ...

ถ้าความสูงเพิ่มขึ้น ความดันบรรยากาศจะเป็นอย่างไร ...

เมื่อเผาถ่านหินแล้วจะได้สารสีอะไร ...

จากการทดลอง หลอดใดมีฟองสบู่บวมที่สุด ...

2.4 คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (open questions) เป็นคำถามชนิดที่มีคำตอบที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งหรือสองคำตอบ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อตอบคำถามนี้ คำถามประเภทนี้บางคำถาม

เป็นการให้นักเรียนแสดงความคิดความเห็นของตนเองพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ดังนั้น คำตอบที่ได้รับจากแต่ละคนจึงอาจไม่เหมือนกัน คำถามประเภทนี้มักเป็นคำถามให้นักเรียน บรรยาย สิ่งที่ตนสังเกตเห็น อธิบาย สรุป ทำนายหรือนำหลักการที่เรียนแล้วไปใช้ รวมทั้งการตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ เช่น

หากเราควบคุมแต่เพียงอุณหภูมิ นักเรียนคิดว่าผลการทดลองจะเป็นเช่นไร ...

ทำไมเราต้องทำการทดลองนี้ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ...

เพราะเหตุใดผลการทดลองนี้จึงได้ผลแตกต่างจากผลการทดลองอื่น ๆ ...

3. นักเรียนชั้นมศ. 2 และ ม. 2 หมายถึงนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2522 ซึ่งนักเรียนชั้น ม. 2 เป็นนักเรียนที่เรียนจบชั้น ม. 1 และ ป. 6 ตามระบบการศึกษาแบบ 6 - 3 - 3 ส่วนนักเรียนชั้น มศ. 2 เป็นนักเรียนที่เรียนจบชั้น มศ. 1 และ ป. 7 ตามระบบการศึกษาแบบ 7 - 3 - 2

4. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน หมายถึงความสามารถทางการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งดูจากคะแนนของนักเรียนที่ได้รับจากการสอบแบบทดสอบและแบบวัดดังต่อไปนี้

4.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill)

4.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (science achievement)

4.3 แบบวัดทัศนคติ (attitude)

4.3.1 ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (scientific attitude)

4.3.2 ทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ (attitude toward

science)

5. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 4 ทักษะด้วยกัน แต่ละทักษะมีค่านิยามปฏิบัติการดังนี้

5.1 ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึงความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิ หรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

5.2 ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

5.3 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่อยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลและอาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

5.4 ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึงความสามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำการทดลอง พิสูจน์สมมุติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

6. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งดูจากคะแนนที่ได้รับจากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดด้านต่าง ๆ สามด้าน คือ

1. ด้านความรู้ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง ศัพท์ หลักการ แนวความคิด ทฤษฎีและกฎต่าง ๆ
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึงความสามารถจำแนกความรู้ได้เมื่อปรากฏในรูปใหม่และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ หรือที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน

7. แบบวักด้วยสติ หมายถึงแบบวักที่ใช้วิเศษณ์ ความคิดเห็น ความรู้สึกเอนเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด หลังจากการที่บุคคลได้มีประสบการณ์ในสิ่งนั้น พฤติกรรมเช่นนี้อาจจะวักโดยตรงไม่ได้ แต่สามารถสังเกตและวักได้จากพฤติกรรมที่บุคคลแสดงออกต่อสิ่งนั้น โดยอาจแสดงออกให้เห็นในลักษณะ ความเชื่อ ทาทาง ความคิดเห็น ซึ่งอาจแบ่งออกได้เป็นสามลักษณะ

ทัศนคติทางบวก เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ เห็นด้วย ชอบ สนับสนุน ปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ ฯลฯ

ทัศนคติทางลบ เป็นการแสดงออกในลักษณะตรงกันข้ามกับทัศนคติทางบวก เช่น ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่รวมมือ ไม่ทำตาม ฯลฯ

ทัศนคติที่เป็นกลาง ๆ เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งทัศนคติทางบวกและทัศนคติทางลบ แต่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างใดข้างหนึ่ง เช่น ความรู้สึกเฉย ๆ ไม่ถึงกับชอบหรือเกลียด เป็นต้น

ทัศนคติอาจแบ่งเป็นสองประเภทคือ

7.1 ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ (สสวท. 2516 : 2 - 4) หมายถึง ความคิดเห็นหรือท่าทีซึ่งจำเป็นต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบที่แสดงต่อเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยลักษณะใหญ่ ๆ สองประการ คือ

ทัศนคติที่เกิดจากการใช้ความรู้

ทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึก

ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ดังกล่าวอาจเป็นได้ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งในที่นี้จำกัดอยู่ในรายการต่อไปนี้

7.1.1 กฎเกณฑ์และ/หรือทฤษฎีของวิทยาศาสตร์นั้น เป็นเพียงการประมาณและใกล้ความจริง และอาจเปลี่ยนแปลงได้

7.1.1* กฎเกณฑ์ ทฤษฎี และหลักการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์นั้นเปลี่ยนแปลงไม่ได้

7.1.2 การอภิปรายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์
นั้นต้องอาศัยการสังเกต ทดลอง เป็นพื้นฐาน ซึ่งบางครั้งก็ไม่สามารถอธิบายได้

7.1.2* การอภิปรายปรากฏการณ์ธรรมชาติในเชิงวิทยาศาสตร์
นั้นอยู่ในวิสัยที่จะทำได้ทุกเมื่อ ดังนั้นจึงสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องได้ทั้งหมด

7.1.3 ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้นต้องมีความซื่อสัตย์
ทางปัญญาโดยถือผลการสังเกตทดลองตามที่เกิดขึ้นโดยปราศจากอคติ ซึ่งไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้อื่น แต่พร้อมที่จะเปลี่ยนความคิดเห็นเมื่อมีหลักฐาน
เพียงพอ

7.1.3* ผู้ดำเนินกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์จะต้องปฏิบัติให้ได้ผล
สอดคล้องกับผู้อื่น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทราบความคิดเห็นของนักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ
และข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์

7.1.4 กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งที่จะก่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ
เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ คุณค่าสำคัญจึงอยู่ที่การสร้างทฤษฎี

7.1.4* กิจกรรมทางวิทยาศาสตร์มุ่งพัฒนาเทคโนโลยี คุณค่าสำคัญ
จึงอยู่ที่การประยุกต์ทฤษฎี

7.1.5 ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้น ถ้าได้รับ
การสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปสามารถเข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึง
ควรให้เขาตระหนักถึงลักษณะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

7.1.5* ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์จะมีมากขึ้นเพียงใดหรือ
ไม่นั้น ไม่จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากคนทั่วไป อันที่จริงคนทั่วไปไม่สามารถ
เข้าใจวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องให้เขาตระหนักถึงลักษณะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์

7.1.6 การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดี หรือการทำงาน ที่ต้องใช้
ใช้ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เป็นที่น่าสนใจและมีคุณค่าต่อชีวิต ซึ่งมีผู้
ปรารถนาทำงานด้านวิทยาศาสตร์

7.1.6 * การเป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ดีหรือการทำงานที่ต้องใช้
ความรู้ ความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ดี เป็นที่น่าสนใจ งานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
เหมาะสำหรับคนที่มีสติปัญญาสูงซึ่งมีความเต็มใจที่จะสละเวลาส่วนใหญ่อะไร

หมายเหตุ ข้อที่มีเครื่องหมาย * แสดงถึงทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ทางลบ

7.1.1 - 7.1.3 * เป็นรายการที่แสดงถึงทัศนคติที่เกิดจากการใช้ความรู้

7.1.4 - 7.1.6 * เป็นรายงานที่แสดงถึงทัศนคติที่เกิดจากความรู้สึก

7.2 ทัศนคติที่มีต่อวิทยาศาสตร์ หมายถึงทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง
ราวทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นการวัดในเรื่อง ความพอใจ ชอบ ไม่ชอบ หรือความไม่
หมาย ซึ่งเป็นความรู้สึกเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสารการค้นคว้าและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องพอจะแบ่งออกเป็นตชน ๆ ได้ ดังนี้

1. ความสำคัญและความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้
คำถามของครู
2. วิธีการฝึกอบรมที่สามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้
คำถาม
3. ความสัมพันธ์และอิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลการเรียน
ของนักเรียน

1. ความสำคัญและความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครู

การใช้คำถามเป็นเครื่องมือที่สำคัญอันหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอน ไม่มีเทคนิคการสอนใดที่ครูใช้บ่อยเท่ากับการใช้คำถาม (Carin and Sund. 1971 : 23) เทคนิคการใช้คำถามเป็นสิ่งสำคัญต่อวิธีการสอนทั้งหมด การใช้ประสบการณ์การสอนใด ๆ จะสำเร็จได้ส่วนใหญ่นั้นขึ้นอยู่กับการใช้คำถามอย่างไร (Hoover. 1973 : 82) เกริน และซัน โคสรุปว่าครูสามารถใช้คำถามสำหรับความมุ่งหมายต่าง ๆ ดังนี้ (Carin and Sund. 1970 : 115 - 116)

1. เพื่อเร้าความสนใจ กระตุ้นนักเรียนให้มีความกระตือรือร้นในบทเรียน
 2. เพื่อประเมินผลการเตรียมตัวของนักเรียนและคุณภาพงานถ้าหากว่างานของนักเรียนได้ทำเสร็จแล้ว
 3. เพื่อทบทวนและสรุปสิ่งที่ครูสอน
 4. เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความรู้แจ่มแจ้ง โดยช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ใหม่ ๆ
 5. เพื่อกระตุ้นนักเรียนให้ค้นคว้าความรู้เพิ่มเติมและจัดกระทำกับความรู้ด้วยตนเอง
 6. เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และปลูกฝังทัศนคติที่ดีต่อการใช้คำถาม
 7. เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของเป้าหมายและจุดมุ่งหมายในบทเรียน
- นักการศึกษาหลายท่านเสนอแนะเทคนิคที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนในชั้นเรียนก็คือการใช้คำถาม (Blosser. 1975 : 2 , Carin and Sund. 1971 : 23 - 37 ; Hunkins, 1972 : 1 - 32) บลอสเซอร์เสนอแนะว่าครูควรจะเรียนรู้ว่าจะใช้คำถามให้เหมาะสมอย่างไร ถ้าเขาปรารถนาจะสนับสนุนการเรียนรู้โดยการค้นคว้าหรือการเรียนแบบเสาะแสวงหาความรู้ในห้องเรียน (Blosser. 1975 : 2) เกรินและซัน กล่าวว่าหัวใจของการเรียน

การสอนวิทยาศาสตร์โดยการค้นคว้าก็คือ การใช้คำถามที่เหมาะสม ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาคำตอบ (Carin and Sund. 1970 : 113) แชนเคอร์มีความเชื่อว่าครูสามารถนำนักเรียนให้เกิดความคิดทุกประเภท ถ้าใช้คำถามปัญหา และโครงการอย่างระมัดระวัง (Sanders. 1966 : 1) การใช้คำถามที่เหมาะสมไม่เพียงแต่จะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้แบบเสาะแสวงหาความรู้เท่านั้น แต่จากการวิจัยยังพบอีกว่านักเรียนจะเรียนรู้ได้จากครูที่ใช้คำถามระดับสูง ๆ มากกว่าครูที่ใช้คำถามระดับต่ำ ในปัจจุบันมีโครงการพัฒนาวิทยาศาสตร์หลายโครงการที่พยายามใช้คำถามเพื่อส่งเสริมบทบาทของนักเรียนให้เป็นผู้เรียนด้วยตนเองมากกว่าที่จะหาความรู้จากครู

การวิจัยในระยะสิบปีที่ผ่านมาเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้คำถามของครูชี้ให้เห็นว่าการปรับปรุงการใช้คำถามของครูโดยตรง เป็นสิ่งที่มีค่าและเป็นเครื่องมือที่จำเป็นในการสอน การวิจัยได้แสดงว่าการสอนโดยใช้ยุทธวิธีการใช้คำถามทำให้ครูเพิ่มพูนประสิทธิภาพในการสอนและมีผลให้เพิ่มผลสัมฤทธิ์และช่วยจูงใจนักเรียน (Koran. 1969 : 217-223)

จากเอกสารการค้นคว้าที่กล่าวมาแล้วพอจะสรุปได้ว่าการใช้คำถามของครูที่เหมาะสมจะมีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดความรู้ด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาให้เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเรียนรู้ได้เพิ่มขึ้น

2. วิธีการฝึกอบรมที่สามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถาม

ถึงแม้ว่าวิธีการฝึกอบรมครูให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมใช้คำถาม จะไม่ใช่ประเด็นสำคัญที่การวิจัยเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับ แต่จำเป็นจะต้องหาความถึงบางเพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการฝึกอบรมครูสามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครูได้จริง มีการวิจัยและการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับวิธีการฝึกอบรมครูที่สามารถทำให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครูมากมาย ในที่นี้จะขอกล่าวถึงรายงานการวิจัยที่จะสนับสนุนว่าการฝึกอบรมมีผลทำให้ผู้รับการฝึกเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถาม วิธีการฝึกอบรมพอจะจำแนกได้เป็น 4 แบบ คือ (1) การสอนแบบจุดภาค (microteaching) (2) การให้แบบอย่าง (modeling) (3) การฝึกสังเกตอย่างเป็นระบบ

(systematic observation training) (4) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) จากการศึกษาคุณค่าวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีการอบรมทั้งสี่แบบนี้ต่างก็มีผลทำให้ครูสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามด้วยกันทั้งสิ้น

ซอนเคอร์และคณะได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการฝึกอบรมรวม 4 วิธี ที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครูที่มารับการอบรม ครูสามกลุ่มแรกได้ศึกษาวัสดุการเรียนการสอนอย่างเดียวกัน เช่น ศึกษาจากหนังสือคู่มือ การสอนโดยใช้เทป โทรทัศน์ และคู่มืออย่างการสอนจากเทปโทรทัศน์ นอกจากนี้กลุ่มแรกได้ฝึกสอนแบบจุดภาคกับนักเรียนมัธยมศึกษา กลุ่มที่สองได้ดูการฝึกสอนแบบจุดภาค กลุ่มที่สามไม่ได้รับการฝึกสอนแบบจุดภาค แต่ไปสังเกตการสอนในชั้นมัธยมศึกษา กลุ่มที่สี่ได้รับการสอนตามปกติ คือ ฟังการบรรยายและอภิปราย จากการเปรียบเทียบพฤติกรรมการสอนของครูทั้งสี่กลุ่มก่อนและหลังการฝึกอบรมพบว่า กลุ่มที่สอนแบบจุดภาค และกลุ่มที่ดูการสอนแบบจุดภาค เพิ่มการใช้คำถามระดับสูงอย่างจริงจัง ส่วนกลุ่มที่ไปสังเกตการสอน และกลุ่มฟังคำบรรยายไม่ค่อยใช้คำถามมากนัก (Saunders et al. 1975 : 3-8)

ออลเมและคณะได้ศึกษาประสิทธิภาพของวิธีการอบรมครูให้ใช้คำถามแบบกระตุ้นให้นักเรียนคิด (probing) หกวิธี

วิธีที่หนึ่ง ศึกษาจากเอกสารที่เขียนขึ้น (อธิบายพฤติกรรมการสอนเฉพาะที่ต้องการ) และดูการแสดงออกของใครคนหนึ่งจากเทปโทรทัศน์ ตามคำฟัง

วิธีที่สอง ศึกษาจากเอกสารและดูเทปโทรทัศน์ที่ใครคนหนึ่งแสดงออก และมีที่ปรึกษาคอยแนะนำถึงพฤติกรรมที่ต้องการ

วิธีที่สาม ดูเทปโทรทัศน์ที่เป็นแบบอย่าง และดูเทปโทรทัศน์การแสดงออกของใครคนหนึ่ง

วิธีที่สี่ ดูเทปโทรทัศน์ที่ใครคนหนึ่งแสดงออกพร้อมด้วยที่ปรึกษาซึ่งให้ฝึกจำแนกตามข้อ 2 และดูเทปตัวอย่างตามคำฟัง

วิธีที่ห้า ดูเทปที่ใครคนหนึ่งแสดงออกตามคำฟัง และดูเทปตัวอย่างพร้อมด้วยที่ปรึกษาซึ่งฝึกให้จำแนกตามข้อ 2

วิธีที่หก คือแบบที่ใครคนหนึ่งแสดงออก และคู่มือตัวอย่างพร้อมด้วยที่ปรึกษา
ซึ่งให้ฝึกหัดจำแนกตามข้อ 2

จากการวิเคราะห์พบว่า วิธีที่หกมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเพิ่มพฤติกรรม
ที่ต้องการ (ใช้คำถามแบบที่กระตุ้นให้คิด) วิธีที่หามีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีที่สองและหนึ่ง
วิธีที่สามมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีที่หนึ่ง (Orme et al. 1966 : 441)

โรเจอร์และเดวิดได้ศึกษาว่าผลการฝึกครูให้จำแนกคำถามและสังเกตการ
ใช้คำถามสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของตนหรือไม่ กลุ่มตัวอย่าง
เป็นครูที่สอนเกรด 5 จำนวน 10 คน ซึ่งแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการ
เรียนครั้งละ 2 ชั่วโมง 5 ครั้ง เพื่อให้เข้าใจจุดมุ่งหมายและใช้ระดับคำถามและฝึก
จำแนกประเภทคำถามตามระบบของแซนเดอร์ (sanders system) กลุ่มตัวอย่าง
ทั้งสองกลุ่มสอนนักเรียนด้วยสื่อการเรียนอย่างเดียวกัน และสอนเนื้อหาหนึ่งหน่วยใช้
เวลาสอนสี่วัน ในแต่ละวันผู้สังเกตการสอนจะบันทึกการใช้คำถามของครู จากการ
วิเคราะห์พบว่า กลุ่มที่ได้รับการฝึกใช้คำถามระดับสูงจำนวนมากกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการ
ฝึกอย่างมีนัยสำคัญ (Rogers and David. 1970 : 189)

เคอร์แอมเมอร์และคอร์เมียร์ ศึกษาว่าการประชุมและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ครู
ประถมศึกษาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและทักษะในการใช้คำถามหรือไม่ เขาได้สุ่มแบ่ง
กลุ่มตัวอย่างออกเป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1 กลุ่มทดลอง 2 และกลุ่มควบคุม กลุ่ม
ทดลองทั้งสองกลุ่มได้รับการสอน 2 ชั่วโมงในการเตรียมใช้คำถามในห้องเรียนตามระบบ
ของแซนเดอร์ นอกจากนี้ผู้วิจัยสังเกตการสอนกลุ่มทดลอง 2 ทดลองสอนแปดบทเรียน
หลังจากสอนจบแต่ละบทเรียน ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะและอภิปรายเกี่ยวกับพฤติกรรม
การใช้คำถามที่ใช้ระหว่างสอน ผู้วิจัยได้เสนอจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ถามคำถามระดับสูง
แก่ครู กลุ่มควบคุมไม่ได้รับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ทั้งสามกลุ่มสอนในโรงเรียนตามปกติ
จากการวิเคราะห์การทดสอบหลังการอบรมพบว่า กลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มถาม

คำถามระดับสูงมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่เปอร์เซ็นต์คำถามระดับสูงของกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Derhammer and Cormier. 1972 : 051)

ธงชัย ชิวปรีชา ได้สรุปว่า (Chewprecha. 1977 : 55)

1. การสอนแบบจุดภาคเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพอันหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครู
2. การใช้การดูการสอนแบบจุดภาคแทนก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพลดลง
3. การให้แบบอย่างเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางวาจาของครู
4. การรับรู้อย่างทางสายตา มีประสิทธิภาพมากกว่าแบบอย่างที่เป็นขอเขียน
5. การดูแบบอย่างที่มีคนคอยเสนอแนะ มีประสิทธิภาพกว่าการดูตามลำพัง
6. การให้แบบอย่างที่แสดงลักษณะทางบวกตามที่ต้องการจะเรียนมีประสิทธิภาพกว่าการให้แบบอย่างที่แสดงลักษณะทางลบ
7. การสังเกตอย่างเป็นระบบและการใช้ข้อมูลสะท้อนกลับเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครู

นอกจากนี้ ธงชัย ชิวปรีชา ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลจากการฝึกครูสามวิธีที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะการใช้คำถาม การคอยหลังคำถามของครู ความคิดเห็นของครูเกี่ยวกับความสำคัญในการใช้คำถามในห้องเรียนหรือไม่ วิธีการฝึกครูสามวิธี คือ

1. ให้ศึกษาจากเอกสารการใช้คำถาม
2. ฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน
3. ฟังเทปบันทึกเสียงและฝึกจำแนกประเภทการใช้คำถามจากเทปตัวอย่างการสอน

ในการศึกษานี้เพื่อจะตอบคำถาม ดังนี้ วิธีการฝึกครูทั้งสามวิธีสามารถฝึกครูให้พัฒนาทักษะการใช้คำถามหรือไม่และวิธีใดให้ผลมากที่สุด วิธีฝึกครูทั้งสามวิธีสามารถฝึกครูให้เกิดพัฒนาการคอยหลังการใช้คำถามหรือไม่และวิธีใดให้ผลมากที่สุด วิธีการฝึกครูทั้งสามวิธีทำให้ความคิดเห็นเกี่ยวกับความสำคัญของการใช้คำถามในห้องเรียน

ของครูทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันหรือไม่ และกลุ่มใดมีความคิดเห็นในทางบวกมากที่สุด กลุ่มตัวอย่างเป็นครูในระดับมัธยมศึกษาจำนวน 77 คน ที่สอนวิชาเคมีตามหลักสูตรของ สสวท. กลุ่มตัวอย่างแบ่งออกเป็นสี่กลุ่มโดยวิธีสุ่ม คือ กลุ่มทดลอง 1, 2 และ 3 และกลุ่มควบคุม

กลุ่มที่ 1 ได้ศึกษาเอกสารการใช้คำถามและการตอบสนองต่อเอกสารทั้งสามเล่ม เรียกว่า วิธีฝึกวิธีที่ 1

กลุ่มที่ 2 ใ้รับฟังเทปและวิจารณ์เทปตัวอย่างการสอนสามครั้ง เรียกว่า วิธีฝึกวิธีที่ 2

กลุ่มที่ 3 ใ้รับฟังเทปตัวอย่างการสอนเหมือนกลุ่มที่ 2 แต่ให้ฝึกจำแนกประเภทคำถามเป็นคำถามที่มีคำตอบแน่นอน คำถามที่มีคำตอบหลายอย่างและอื่น ๆ เรียกว่า วิธีฝึกวิธีที่ 3

กลุ่มที่ 4 (กลุ่มควบคุม) ให้สอนตามปกติในโรงเรียน

ใ้กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดบันทึกเสียงการสอนในชั้นเรียนก่อนและหลังการฝึก แล้วนำเทปบันทึกเสียงการสอนมาวิเคราะห์ผล พบว่า

1. ครูทั้งสี่กลุ่มมีความคิดเห็นต่อความสำคัญของการใช้คำถามในห้องเรียนไม่แตกต่างกันและปริมาณคำถามที่ครูใช้ทั้งประเภทที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและประเภทที่มีคำตอบแน่นอนไม่แตกต่างกัน

2. เวลาที่คอยหลังคำถามและปริมาณคำถามแบบเน้นความและคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างของครูทั้ง 4 กลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการเปรียบเทียบเป็นรายคู่โดยใช้วิธีการของ Newman - Keuls technique พบว่า

1. ครูที่ใ้รับการฝึกโดยใช้วิธีการฝึกวิธีที่ 1 หรือ 2 ถามคำถามประเภทเน้นความน้อยกว่า แต่ถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณการใช้คำถามประเภทเน้นความ และประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 3 กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3 และกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 4

2. ครูที่ได้รับการฝึกโดยวิธีฝึกวิธีที่ 1 ให้เวลามากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญสำหรับการคอยหลังคำถาม เพื่อให้นักเรียนคิดตอบคำถาม ส่วนผู้อื่น ๆ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (เช่น กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 3, กลุ่มที่ 2 กับกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 3 กับกลุ่มที่ 4)

จากการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสรุปว่าครูสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถาม คือถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นสัดส่วนสูงขึ้น โดยการศึกษาจากเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามหรือหลังจากเทพตัวอย่างการสอน การศึกษาจากเอกสารจะเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามและการคอยหลังคำถาม (Chewprecha. 1977 : 150 - 162)

จากการศึกษาเอกสารการวิจัยในตอนนี้พอจะสรุปได้ว่า วิธีการฝึกอบรมสามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามได้แม้แต่ถามคำถามระดับสูง ๆ นอกจากนั้นจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีฝึกการใช้คำถามพบว่า การให้ครูศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามเป็นวิธีที่สามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด การฟังเทพตัวอย่างการสอนเป็นวิธีที่ทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามได้อย่างมีประสิทธิภาพรองลงมา ผู้วิจัยจึงนำวิธีการทั้งสองวิธีมาใช้ร่วมกันในการฝึกครู เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าครูได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามจริง

3. ความสัมพันธ์และอิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลการเรียนของนักเรียน

เอกสารการศึกษาค้นคว้าต่อไปนี้เกี่ยวกับการศึกษาหาความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลการเรียนของนักเรียนหรือที่มีต่อพฤติกรรมของนักเรียนในชั้น

มาตีคีน ศึกษาค้นคว้าผลจากการใช้คำถามของครูที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ (นอกเหนือจากความรู้) ของนักเรียนตามจุดมุ่งหมายทางการศึกษาของบลูม ผู้วิจัยสร้างแผนการสอน 2 แบบในวิชาวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาเรื่อง ฟิชและเมล็ด แผนการสอนแบบ ก. ครูใช้คำถามระดับต่ำถามเฉพาะความรู้ความจำ แผนการสอนแบบ ข. ครูใช้คำถามที่จะ

ให้นักเรียนตอบสนองสูงกว่าความรู้ความจำ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรดสี่จำนวน 33 คน ซึ่งแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มควบคุมสอนโดยครูที่ใช้แผนการสอนแบบ ก. กลุ่มทดลองสอนโดยครูที่ใช้แผนการสอนแบบ ข. การทดสอบใช้แบบทดสอบชนิดเขียนตอบทดสอบทั้งก่อนและหลังสอน ผลพบว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

(Martikean. 1973 : 248)

เนลสันได้ศึกษาท่านเองเกี่ยวกับมาติคีน โดยให้ครูสองคนใช้วิธีการสอนสองแบบกับนักเรียนเกรดหกสองชั้น ชั้นแรกสอนโดยวิธีการที่เรียกว่ากระตุ้นให้คิด ส่วนอีกชั้นหนึ่งสอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด สอนสัปดาห์ละ 3 วันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทั้งสองชั้นได้รับการนำเข้าสู่การทดลองและการทดลองด้วยวิธีการเหมือนกันแต่ตอนอภิปรายหลังการทดลองชั้นที่ใช้วิธีสอนไม่กระตุ้นให้คิดครูจะใช้คำถามระดับต่ำ เช่น คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ ส่วนชั้นที่ใช้วิธีสอนกระตุ้นให้คิดครูใช้คำถามระดับสูง เช่น คำถามที่เกี่ยวกับการสรุปอ้างอิงและการพิสูจน์ หลังจากนั้นจึงวัด 1 ทักษะความรู้ของนักเรียน โดยใช้การวัดทักษะการเสาะแสวงหาความรู้ของนักเรียน ซึ่งมี การสังเกต การสรุปอ้างอิง การพิสูจน์และการจำแนก 2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ ผลพบว่านักเรียนที่ใช้วิธีการสอนแบบไม่กระตุ้นให้คิดมีความรู้เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีกระตุ้นให้คิด ส่วนนักเรียนที่สอนด้วยวิธีกระตุ้นให้คิดมีการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพด้านการสังเกตและการสรุปอ้างอิงดีกว่าพวกที่สอนด้วยวิธีไม่กระตุ้นให้คิด (Nelson. 1970 : 2262 - A)

แอลและแอนเคอร์สิด์สังเกตการสอนของครูที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลก เกรดเก้าจำนวน 40 คนและศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจำนวน 1,000 คน ที่เรียนกับครูเหล่านี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือของ Smith and Meux Classification System จำแนกพฤติกรรมการใช้คำถามของครูจากการอภิปรายก่อนการทดลองสามครั้ง แล้วแบ่งครูออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีการถามคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้สูง และกลุ่มที่มีการถามคำถามแบบเสาะแสวงหาความรู้ต่ำ จากนั้นใช้แบบทดสอบสองฉบับทดสอบกับนักเรียน

ทั้งหมด ฉบับ ก. ประกอบด้วยคำถาม 25 ข้อ ที่ถามคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้สูง ฉบับ ข. ประกอบด้วยคำถามที่มีระดับสืบเสาะหาความรู้ต่ำ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนที่สอนด้วยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้สูงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยครูที่มีคำถามแบบสืบเสาะหาความรู้ต่ำอย่างมีนัยสำคัญทั้งแบบทดสอบฉบับ ก. และฉบับ ข. และรวมทั้งสองฉบับ ผู้วิจัยสรุปว่าพฤติกรรมการใช้คำถามของครูมีผลอย่างมากต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (Ladd and Anderson, 1970 : 395 - 400)

จากการศึกษาของเบ็คเวลเกี่ยวกับผลการฝึกครูในด้านทักษะการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนระดับประถมศึกษา เบ็คเวลได้ฝึกครูอาสาสมัคร เกรคส์และเกรคห้าจำนวน 4 คน ให้เรียนและฟังเทปบันทึกเสียงการสอนโดยมุ่งสนใจเกี่ยวกับการใช้คำถามตามลำดับขั้นของบลูม เป็นเวลา 8 ชั่วโมง หลังจากฝึกแล้วได้สุ่มแบ่งนักเรียนในชั้นของครูแต่ละคนออกเป็นสองกลุ่ม นักเรียนทั้งสองกลุ่มจะได้เรียนเรื่องสั้น 3 เรื่อง ๆ ละ 1 ชั่วโมง กลุ่มแรกจะได้รับการสอนด้วยคำถามประมาณ 40% เป็นคำถามประเภทนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ส่วนกลุ่มที่สองจะได้รับการสอนด้วยคำถามประเภทความจำและความเข้าใจ หลังจากเรียนจบแต่ละเรื่องจะทดสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบชนิดตอบสั้น ๆ 6 ข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งสามฉบับมีค่า .69, .36 และ .61 โดยใช้วิธีทดสอบซ้ำระยะเวลาห่างกัน 3 สัปดาห์ หลังจากการฝึกแล้วครูสามารถจำแนกและเขียนคำถามแต่ละลำดับขั้นพฤติกรรมได้ และสามารถใช้คำถามระดับสูง ๆ ได้มากกว่าก่อนการฝึก จากการบันทึกเทปการสอนขณะที่ครูสอนนักเรียนทั้งสองกลุ่มปรากฏว่าครูใช้คำถามเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่สอนโดยใช้คำถามระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .10 ทั้งสามแบบทดสอบ และนักเรียนเกรคห้ามีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนเกรคส์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เมื่อแยกวิเคราะห์ใหม่โดยรวมคะแนน

ข้อทดสอบที่ถามด้วยคำถามระดับต่ำและถามด้วยคำถามระดับสูงแล้ว ปรากฏว่านักเรียน
เกรดห้ามีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนเกรดสี่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(Bedwell. 1975 : 5980 - A) จากการศึกษาของเบ็คเวลออกจากลาวได้ว่าการ
ใช้คำถามระดับสูงและระดับต่ำส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

บัคกี ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์วิชา
สังคมศาสตร์ของนักเรียนเกรดสอง เขาได้สุ่มโดยบังเอิญและที่ตั้งโรงเรียน (ในเมือง
และชานเมือง) แล้วสุ่มนักเรียนเข้าสู่กลุ่ม 3 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน รวมกลุ่มตัวอย่าง
ทั้งหมด 108 คน เขาได้เตรียมบทเรียน 2 หน่วย ประกอบด้วยบทเรียน 8 บทแล้วให้
นักเรียนปริญญาเอก 3 คน สอนนักเรียนเป็นเวลา 3 สัปดาห์ กลุ่มที่หนึ่งสอนโดยให้บท
เรียนที่เตรียมไว้ซึ่งใช้คำถามระดับสูง 70% และคำถามระดับความรู้ความจำ 30% กลุ่มที่
สองสอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% และคำถามระดับความรู้ความจำ 70% กลุ่มที่สาม
เป็นกลุ่มควบคุม หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนให้นักเรียนทำแบบทดสอบปรนัย
จำนวน 30 ข้อ แบบทดสอบปรนัยจะมีคำถามซึ่งถามในแต่ละพฤติกรรมของพฤติกรรม
ละ 5 ข้อ รวมแบบทดสอบทั้งหมด 2 หน่วยการเรียนมี 60 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสามทาง (3 x 2 x 2 treatments by sex by
location) ผลปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญใน treatment และ
สถานที่ตั้งโรงเรียน นักเรียนชานเมืองมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนในเมือง นักเรียนที่
สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 70% มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง
30% และสูงกว่ากลุ่มควบคุม นักเรียนที่สอนโดยใช้คำถามระดับสูง 30% ก็มีผลสัมฤทธิ์
สูงกว่ากลุ่มควบคุมเช่นเดียวกัน (Buggey. 1972 : 2543 - A)

* ชาวเวท ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามในห้องเรียนกับผลสัมฤทธิ์
วิชาสังคมศาสตร์ของนักเรียนเกรดห้า เขาได้สุ่มโรงเรียนสองโรงเรียนจากในเมือง
และชานเมือง การสุ่มโรงเรียนใช้วิธีการเปรียบเทียบให้สองโรงเรียนมีลักษณะคล้าย ๆ
กัน โดยใช้รายได้ของประชากร จำนวนบ้านต่อประชากร ราคาของบ้านต่อหน่วย

เปอร์เซ็นต์ของผู้ทำงานที่ไม่ใช่แรงงาน หลังจากนั้นเขาสุ่มนักเรียนจากทั้งสองโรงเรียน
เข้าสู่กลุ่มสามกลุ่ม

* กลุ่ม ก. ได้รับการสอนจากครูที่ถามคำถามระดับสูง 30 % และถามคำถาม
ระดับความรู้ความจำ 70 %

* กลุ่ม ข. ได้รับการสอนจากครูที่ใช้คำถามระดับสูง 70 % และถามคำถาม
ระดับความรู้ความจำ 30 %

* กลุ่ม ค. เป็นกลุ่มควบคุม

เขาได้สอนความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกฎและสถานที่ตั้งแก่นักเรียน เพื่อจัดปัญหา
เกี่ยวกับการอ่านเขาจึงได้ใช้สื่อการเรียนชนิดที่ใช้สายตา การทดลองใช้เวลา 8 สัปดาห์
และใช้บทเรียน 8 บท ในแต่ละความคิดรวบยอดผู้ทดลองได้สร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์วัด
พฤติกรรมซึ่งจำแนกตามแบบของบลูม พฤติกรรมละ 5 ข้อ รวมมีแบบทดสอบ 60 ข้อ แบ่งเป็น
2 ฉบับ แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .84 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ $3 \times 2 \times 2$
fixed effects factorial model และใช้ Newman - Keuls test
ถ้าหากพบว่ามีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองทั้งสอง
กลุ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่ผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มทดลองทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน นักเรียน
หญิงมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนชาย ส่วนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในเมืองกับชนานเมืองไม่แตก
ต่างกัน (Savage, 1972 : 2245 - A)

คลายนแมนสังเกตการสอนของครูจำนวน 33 คนที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไประดับ
เกรดแปด โดยสังเกตคนละหนึ่งครั้ง แล้วใช้คำถามที่ครูถามในชั้นเรียนเป็นเกณฑ์ในการ
จำแนกครูออกเป็นสองกลุ่ม เลือกครูสามคนที่ถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ
(critical thinking) จำนวนเท่าคำถามหรือมากกว่าเป็นกลุ่มสูง และเลือกครูสามคน
ที่ไม่เคยถามคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (critical thinking) เป็นกลุ่มต่ำ แล้วนำ
แบบทดสอบความเข้าใจวิทยาศาสตร์ (The Test on Understanding Science (TOUS))
ไปทดสอบกับนักเรียนแล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน คลายนแมนสรุปว่ามีความสัมพันธ์ทางบวก
ระหว่างความถี่ของคำถามความคิดโดยใช้วิจารณ์ญาณ (critical thinking) กับ

ความเข้าใจวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (Kleinman. 1963 : 307 - 317)

โรเจอร์และเดวิด ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่สอนโดยครูที่ใช้คำถามระดับสูง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครูจำนวน 20 คนที่มีพฤติกรรมการใช้คำถามเหมือน ๆ กัน จากการทดสอบก่อนสอน นักเรียนฝึกหัดครู 10 คนในกลุ่มทดลอง เข้าสัมมนาเพื่อเข้าใจ จุดมุ่งหมายและการใช้คำถามระดับต่าง ๆ นักเรียนทั้ง 20 คนสอนนักเรียนหนึ่งหน่วย การเรียนเป็นเวลา 4 วันด้วยสื่อการเรียนที่เหมือนกัน ในแต่ละวันการใช้คำถามของครู จะถูกบันทึกเอาไว้ แล้วทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน จากการวิเคราะห์พบว่านักเรียน ฝึกหัดครูที่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม ใช้คำถามระดับสูงมากกว่านักเรียนฝึกหัดครูที่ไม่ได้ รับการฝึกการใช้คำถามอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ (Rogers and David. 1970 : 189)

ไรอัน ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 104 คนสุ่มแบ่งเป็นสามกลุ่มโดยวิธีสุ่ม เพื่อจะศึกษา ความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์เมื่อใช้แผนการสอนที่แตกต่างกันสามแบบ กลุ่มที่หนึ่งใช้แผนการ สอนที่ใช้คำถามระดับสูงอยู่ในแผนการสอน (คำถามระดับสูงหมายถึงคำถามที่สูงกว่าความจำ รวบรวมทั้งกระบวนการ ความสัมพันธ์ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และความคิดเห็น) กลุ่มที่ สองใช้แผนการสอนที่ใช้คำถามเฉพาะความจำ ทั้งสองกลุ่มนี้ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหา ความรู้ นอกจากการใช้คำถามกลุ่มที่สามเป็นกลุ่มที่ไม่ใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ การสอนได้สอน 9 วันติดต่อกันมา ใช้แบบทดสอบเลือกตอบ 2 ฉบับทดสอบกับนักเรียนใน วันที่ 10 และทดสอบหลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ ฉบับที่หนึ่งวัดผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ อีกฉบับ หนึ่งวัดผลสัมฤทธิ์ระดับสูง ผลจากการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มที่หนึ่งและกลุ่มที่สองมีผล สัมฤทธิ์ ฉบับที่วัดผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำสูงกว่ากลุ่มที่สามอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับแบบทดสอบ ฉบับวัดผลสัมฤทธิ์ระดับสูง กลุ่มที่หนึ่งยังคงสูงกว่า แต่กลุ่มที่สองและกลุ่มที่สามแตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ (Ryan. 1973 : 63 - 67)

ในปี 1974 ไรอันได้ทำการวิจัยซ้ำอีกครั้งหนึ่ง รูปแบบและวิธีการวิจัยเหมือน การวิจัยเมื่อปี 1973 ทุกประการ ยกเว้นกลุ่มตัวอย่างมี 105 คน ผลปรากฏว่า จากการ วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์และวิเคราะห์ความคงทนของความรู้ ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ระดับ .01 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Neuman - Keuls post - hoc comparisons พบว่า กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน (Ryan. 1974 : 71 - 75)

นุททอลล์และไรท์ เลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 296 คน จากเด็ก 2 ชั้น (เทียบเท่ากับเกรด 3) และพยายามจะหาความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของคำถามแบบที่มีคำตอบแน่นอน และคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างของครูกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนและความถี่ของพฤติกรรมของวิชาวิทยาศาสตร์ คำถามแบบที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นคำถามที่ถามความคิดเห็น การประเมินค่า การอธิบาย และการสรุปอ้างอิง ส่วนคำถามแบบที่มีคำตอบแน่นอนเป็นคำถามที่ถามความซื่อสัตย์จริง การบอกเล่า และการเรียงชื่อบทเรียนสามบทเรียนในหัวข้อหนึ่งใดให้ครู 17 คนสอนเป็นเวลา 3 วันติดต่อกัน ความถี่ของการใช้คำถามแบบที่มีคำตอบหลายอย่าง และคำถามที่มีคำตอบแน่นอน ของครูแต่ละคนจะได้บันทึกจากการสอนในวันที่ 4 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบทดสอบวัดความถี่ของพฤติกรรมเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ไปสอนกับนักเรียน ผลพบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของการใช้คำถามแต่ละแบบกับคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์และความถี่ของพฤติกรรมเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ของแต่ละชั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไม่มีความสำคัญ แต่เมื่อเปลี่ยนความถี่เป็นเปอร์เซ็นต์ ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ($r = .46$) เปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามแบบที่มีคำตอบแน่นอนยิ่งมากเท่าไร ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก็ยิ่งสูงเท่านั้น (Nuthull and Wright. 1970 : 477 - 491)

อาโนลและคณะ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้คำถามด้านความคิดของครูกับการตอบสนองทางด้านความคิดของนักเรียน เขาแบ่งประเภทคำถามตามพฤติกรรมของบลูม คือ ความจำ และสูงกว่าความจำ คำถามของครูและนักเรียนถูกจำแนกเป็นคำถามแบบความจำหรือสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนฝึกหัดครู 12 คนที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์และสังคมวิทยาระดับประถมศึกษา ความสัมพันธ์ระหว่างคำถามของครูและการตอบสนองของนักเรียนเท่ากับ .77 (ϕ coefficient) ซึ่งมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 คำถามที่

เป็นคำถามแบบความจำ มักจะได้รับการตอบสนองเป็นคำถามแบบความจำ คำถามที่เป็นคำถามแบบสูงกว่าความจำมักจะได้รับการตอบสนองจากนักเรียนเป็นคำถามแบบสูงกว่าความจำ (Arnold et al. 1973 : 391 - 395)

การศึกษาที่แตกต่างออกไปของอาโนลท์จะหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการใช้คำถามและการตอบสนองคำถามซึ่งจำแนกตามแนวของบลูม กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้เป็นครู 11 คนที่สอนตั้งแต่เกรดหนึ่งถึงห้า ขณะที่ครูสอนไคมันท์ก็จำนวนคำถามและการตอบสนองต่อคำถาม 180 คู่ แล้วนำมาวิเคราะห์ผลปรากฏว่า คำถามแบบความเข้าใจเป็นคำถามที่มีความถี่มากที่สุด และคำถามแบบการวิเคราะห์ความถี่น้อยที่สุด และพบว่ามีความสัมพันธ์ที่ระดับ .05 ระหว่างการใช้คำถามและการตอบสนองคำถาม การศึกษานี้ได้แสดงให้เห็นอีกว่าการตอบสนองคำถามของนักเรียนอยู่ในระดับเดียวกับคำถามที่ใช้ถาม (Arnold. 1974 : 11 - 15)

เอกสารการค้นคว้าต่อไปนี้ แม้จะไม่ได้ศึกษาโดยตรงในเรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์หรืออิทธิพลของการใช้คำถามของครูที่มีต่อผลการเรียนของนักเรียนก็ตาม แต่ก็มีความสัมพันธ์และมีเหตุผลเพียงพอที่จะใช้กล่าวอ้างได้

การฝึกการใช้คำถามให้ครู มุ่งฝึกให้ครูรู้จักชนิดของคำถาม 4 ประเภท คือ

1. คำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (managerial questions)
2. คำถามเน้นความ (rhetorical questions)
3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (closed questions)
4. คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง (open questions)

สำหรับการใช้คำถามนั้นมุ่งให้ครูใช้คำถามได้อย่างเหมาะสมและให้ครูเน้นการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างให้มากที่สุดที่จะทำได้ คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นคำถามชนิดที่มีคำตอบที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งหรือสองคำตอบ นักเรียนต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประมวลเข้าด้วยกันเพื่อตอบคำถามนี้ คำถามประเภทนี้บางคำถามเป็นการให้นักเรียนแสดงความคิดความเห็นของตนเองพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ดังนั้นคำตอบที่ได้รับจากแต่ละคนจึงไม่เหมือนกัน คำถามประเภทนี้มักจะเป็นคำถามให้นักเรียนบรรยายสิ่งที่ตนสังเกตเห็นได้ อธิบายหรือสรุปหรือทำนาย นำหลักการที่เรียนแล้วไปใช้ตั้ง

สมมุติฐาน ออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ซึ่งจะสอดคล้องกับการใช้คำถามเพื่อพัฒนาให้เกิดกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry process) มีคำถามอยู่ 4 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเพื่อการสังเกต เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 รับรู้สิ่งที่ตนสังเกต แล้วบรรยายออกมาเป็นภาษาที่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้
2. คำถามเพื่อการอธิบาย เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ประกอบกับความรู้เดิม มาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น คำถามเกี่ยวกับการสรุปผลการทดลองส่วนใหญ่เป็นคำถามเพื่อการอธิบาย
3. คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน เป็นคำถามที่มุ่งให้ตอบ ทำนาย หรือคาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาจใช้ความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่มาได้ในขณะนั้น
4. คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร ตลอดจนนำความรู้ไปใช้ เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถด้านการสังเคราะห์ คือ การนำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ประติดประต่อกัน ให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมุติฐานได้ และเป็นคำถามที่ผู้ตอบนำความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปดัดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่

จากข้อความที่กล่าวข้างต้น การฝึกให้ครูใช้คำถามคือการเน้นให้ครูใช้คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง ซึ่งก็คือ มุ่งให้ครูใช้วิธีการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้นั่นเอง กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการพัฒนาให้ครูและนักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

มีการศึกษาวิจัยหลายเรื่องที่แสดงให้เห็นว่าความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสอนและพฤติกรรมการสอนของครู เช่น ความรู้เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นสาเหตุให้ครูมีทัศนคติทางบวกเกี่ยวกับการใช้ทักษะเหล่านี้ ในห้องเรียน และเป็นสาเหตุให้ครูมีความสามารถที่จะสอนทักษะเหล่านี้ในกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ในห้องเรียน และครูสามารถจัดหรือเปลี่ยนแปลง

วิธีการสอนให้แตกต่างออกไปตามสภาพแวดล้อมซึ่งสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ส่งผลให้มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (Jantarawerakul. 1973 : 3 citing Taylor. 1966, Ashley and Butts. 1971, Briet. 1971, Butts and Raun. 1969, Newport and Mcneill. 1970, Davis et al. 1967, Jaus. 1975)

การศึกษาวิจัยเหล่านี้ยังชี้ให้เห็นว่าครูที่ขาดความสามารถในทักษะเหล่านี้มีความรู้สึกไม่มั่นใจ ขณะที่สอนและไม่พยายามที่จะสอนทักษะเหล่านี้ในกิจกรรมต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ในห้องเรียน

สำหรับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน มีการวิจัยที่สนับสนุนว่าการเรียนการสอนที่ใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการแก้ปัญหาและมีผลสัมฤทธิ์ดีขึ้น

ยังได้ศึกษาผลการใช้อุปกรณ์การสอน วิธีสอนและวิธีสำหรับพัฒนาการค้นคว้าคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ (inquiry development program) โปรแกรมนี้สอนนักเรียนให้รู้จักการเรียนอย่างอิสระ จัดเหตุการณ์ให้นักเรียนคาดหวังและเร่งเร้าโดยให้นักเรียนอยากรู้หรืออยากเห็น นักเรียนต้องพยายามหาคำอธิบายสำหรับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นขัดแย้งกันโดยเปรียบเทียบผลระหว่างสิ่งที่คาดหวังและสิ่งที่เกิดขึ้นจริง ๆ ในการหาคำอธิบายเหตุการณ์นี้ได้จัดคู่ทางให้นักเรียนได้ใช้ความคิดแบบสืบสวนหลายทางด้วยกัน โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 4 จำนวน 71 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม อีก 2 กลุ่มเป็นกลุ่มทดลอง แล้วทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ก่อน โดยทดสอบก่อนและหลังการสอนจากการวิเคราะห์แบบ Analysis of Covariance พบว่า กลุ่มทดลองสามารถอธิบายปัญหาที่ตั้งขึ้นได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลอย่างอื่นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ (Youngs. 1970 : 53)

คอลดิสต์ ศึกษาแบบของการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ (inquiry model of teaching) กับนักเรียนไฮสกูล ปี 1 จำนวน 30 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยใช้ I.Q. และเกรดคณิตศาสตร์เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง อีกกลุ่มหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม แต่ละกลุ่มรวมกันอภิปราย 4 ครั้ง ครั้งละ 45 นาที เนื้อหาที่ใช้อภิปราย

เป็นปัญหาทางตรรกวิทยา และทฤษฎีเซต ทั้งสองกลุ่มใช้การสืบเสาะหาความรู้เหมือนกัน แต่กลุ่มทดลองครูช่วยกระตุ้นให้ใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเข้มงวด ตลอดจนพัฒนาการด้านต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดภาพยนต์ ตั้งปัญหาและข้อความที่เกี่ยวกับการคิดให้ ส่วนกลุ่มควบคุมศึกษาปัญหาคนเดียวเอง เมื่อจบอภิปรายครั้งที่ 4 ทั้งสองกลุ่มทดสอบด้วยข้อสอบปัญหาทางตรรกวิทยา 8 ข้อ ผลปรากฏว่า กลุ่มทดลองได้คะแนนเฉลี่ย 6 คะแนน กลุ่มควบคุมได้ 5 คะแนน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (Collins, 1969 : 614)

บุญลือ ทองอยู่ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ พบว่า ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้มีความสัมพันธ์แบบเส้นตรงในทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 มีค่าเท่ากับ .383 และนักเรียนที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้สูง และปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์มากกว่านักเรียนที่มีความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 (บุญลือ ทองอยู่ 2514 : 38)

สัมพันธ์ ต้นมณี (2516 : 75 - 78) ศึกษาบทบาทของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาบุคลิกภาพ แรงจูงใจไปสัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งใหม่ และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ชั้น มศ.1 และ มศ.2 ในปีการศึกษา 2515 - 2516 ใช้เวลาศึกษา 2 ภาคเรียน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองมี 133 คน กลุ่มควบคุมมี 135 คน ใช้ทดสอบทั้งก่อนทำการสอนและหลังสอน ผลพบว่านักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001 หลังจากได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้วพบว่า กลุ่มทดลองมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

จากการศึกษาข้างต้นนี้ ชี้ให้เห็นว่าการสอนให้นักเรียนรู้จักใช้ความคิดแบบสืบเสาะหาความรู้ จะทำให้เด็กเรียนสามารถตั้งคำถาม แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่กำหนดให้มากกว่านักเรียนที่ขาดการสนับสนุนให้ใช้วิธีการนี้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นด้วย ซึ่งผลต่าง ๆ เหล่านี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้คำถาม และวิธีการที่เหมาะสมของครูนั่นเอง

จากเอกสารการศึกษาที่เกี่ยวข้องของพอจะสรุปได้ดังนี้ ครูใช้คำถามระดับใดตามนักเรียน นักเรียนก็จะตอบสนองการใช้คำถามระดับเดียวกับที่ครูใช้ นักเรียนที่สอนโดยครูที่ใช้คำถามระดับสูง (เช่น การสรุปอ้างอิง กระบวนการ ความคิดเห็น) และคำถามระดับต่ำ (เช่น ความจำ) มีคะแนนผลสัมฤทธิ์สูงกว่านักเรียนที่สอนโดยครูไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม อย่างไรก็ตาม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลการใช้คำถามระดับสูงและระดับต่ำ ของครูที่มีต่อนักเรียน ถ้าครูใช้คำถามระดับสูง นักเรียนจะมีความคิดรวบยอด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าความรู้อันแท้จริง ในขณะที่ครูใช้คำถามระดับต่ำ นักเรียนจะมีความรู้อันแท้จริงมากกว่าความคิดรวบยอด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาการวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น มีการศึกษาวิจัยหลายเรื่องที่น่าสนใจว่าการใช้คำถามของครูมีอิทธิพลหรือส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมการเรียนของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่า นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการของวิทยาศาสตร์ดีกว่านักเรียนใช้คำถามในระดับสูงมากกว่า แต่ก็มีรายงานการวิจัยบางอันที่ไม่สนับสนุน เช่น ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนไม่แตกต่างกัน เป็นต้น จากประเด็นข้อขัดแย้งกันนี้เป็นสิ่งที่น่าสนใจตัวแปรอีกตัวหนึ่งคือ การฝึกครูหรือการใช้คำถามแบบนั้น แบบนี้ โดยข้อเท็จจริงแล้วครูใช้วิธีการตามนั้นจริงหรือไม่ รายงานการวิจัยข้างต้นมิได้ระบุถึงตัวแปรนี้ จึงทำให้ผลที่ได้ออกมาไม่ทั้งสนับสนุนและขัดแย้ง แต่อย่างไรก็ตามรายงานการวิจัยที่สนับสนุนมีจำนวนมากและผู้วิจัยมีความเชื่อว่าพฤติกรรมการใช้คำถามของครูจะมีอิทธิพลหรือส่งผลกระทบต่อผลการเรียน (outcomes) ของนักเรียน จึงได้ทำการศึกษาร่วมกับหาทางที่จะหาเหตุผล ถ้าหากผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ โดยการออกแบบบันทึกเสียงการสอนของครูไว้เพื่อวิเคราะห์ประกอบการอภิปรายผล ซึ่งน่าจะทำให้การอภิปรายมีเหตุผลน่าเชื่อถือมากขึ้น

จากเอกสารการศึกษาที่ได้อ่านมาแล้วทั้งสามตอนนี้ พอจะทำให้มองเห็นความสัมพันธ์กันดังนี้

1. การใช้คำถามของครูเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนกล่าวคือ การใช้คำถามของครูยอมส่งผลต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

2. การฝึกให้คำถามสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามของครูได้
3. การใช้คำถามของครูมีอิทธิพลต่อ ผลการเรียนรู้ (outcomes) ของ

นักเรียน

ด้วยเหตุดังกล่าวข้างต้นจึงเป็นการสมเหตุสมผลที่จะศึกษาถึงผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียน และสามารถตั้งสมมติฐานการวิจัยได้ดังนี้

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม
2. นักเรียนชั้น มศ.2 มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนชั้น ม.2
3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่ทดสอบภายหลังจากสอนยอมสูงกว่าผลการเรียนของนักเรียนที่ทดสอบก่อนสอน
4. อัตราการเพิ่มของผลการเรียนของนักเรียนระหว่างกลุ่ม คือ กลุ่มนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม และกลุ่มนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม มีไม่เท่ากัน

วิธีการดำเนินการศึกษาค้นคว้า

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 จำนวน 1,237 คน ในปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลางจำนวน 32 โรงเรียนโดยสุ่มตัวอย่างโรงเรียนจากโรงเรียนที่มีทั้งหมด 97 โรงเรียน โดยสุ่มโรงเรียนใดจะเป็นกลุ่มตัวอย่างระดับชั้นมศ. 2 หรือม. 2 แล้วสุ่มห้องเรียนจากแต่ละโรงเรียน 1 ห้องเรียน รวมมีห้องเรียนในแต่ละระดับชั้นระดับละ 16 ห้องเรียน แล้วสุ่มตัวอย่างห้องเรียนเข้าสู่กลุ่มในรูปแบบการวิจัย กระจายละเอียดเกี่ยวกับกลุ่มตัวอย่างในตาราง 45 ภาคผนวก ข.

ตัวแปรที่จะศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ มีตัวแปรที่จะศึกษา ดังนี้

1. ตัวแปรอิสระ

1.1 ระดับชั้น มี 2 ระดับ

1.1.1 นักเรียนชั้นมศ. 2

1.1.2 นักเรียนชั้นม. 2

1.2 ครู มี 2 ประเภท

1.2.1 ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

1.2.2 ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

2. ตัวแปรตาม

2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มี 4 ด้าน

2.1.1 ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

2.1.2 ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.1.3 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

2.1.4 ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มุ่งการทดสอบก่อนสอนและการทดสอบหลังสอน การวิเคราะห์ข้อมูลจึงใช้แบบ Three - factor Experiment with Repeated Measure, Case II (Winer. 1971 :559) ซึ่งมีตารางวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ตาราง 1. แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Winer. 1971 : 561)

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
<i>Bel.</i> <u>ระหว่างกลุ่ม</u>	$nab - 1$			
A ครู	$a - 1$			
B ระดับชั้น	$b - 1$			
$A \times B$ ครู x ระดับชั้น	$(a - 1)(b - 1)$			
<i>W.g.</i> ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	$ab(n - 1)$			
<i>W.</i> <u>ภายในกลุ่ม</u>	$nab(c - 1)$			
e การทดสอบ	$c - 1$			
$A \times e$ ครู x การทดสอบ	$(a - 1)(c - 1)$			
$A \times B$ ครู x ระดับชั้น	$(a - 1)(b - 1)$			
$A \times B \times e$ ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$			
$e \times w.g.$ การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	$ab(n - 1)(c - 1)$			

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม มี 4 ประเภท
 - 1.1 แบบทดสอบที่ให้ครูจำแนกคำถามแต่ละข้อเป็นคำถามประเภทใด
 - 1.2 เทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน 4 เรื่อง
 - 1.3 เอกสารการใช้คำถามในห้องเรียน 3 เล่ม
 - 1.4 เทปเปล่าเพื่อให้ครูบันทึกเสียงการสอนหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด
2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล มี 3 ประเภท
 - 2.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.3 แบบวัดทัศนคติ
 - 2.3.1 แบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3.2 แบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามมี 4 ประเภท
 - 1.1 แบบทดสอบให้ครูจำแนกคำถามแต่ละข้อเป็นคำถามประเภทใด
แบบทดสอบนี้ผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้ฝึกและทดสอบว่าครูมีความรู้ความเข้าใจคำถามแต่ละประเภทมากน้อยเพียงใดและสามารถจำแนกคำถามได้หรือไม่ แบบทดสอบนี้มีข้อคำถาม 20 ข้อ แบ่งเป็น 2 ตอน ๆ ละ 10 ข้อ ตอนแรกสำหรับให้ครูฝึกจำแนกประเภทของคำถาม ตอนที่สองใช้สำหรับทดสอบความสามารถในการจำแนกประเภทคำถามของครู
 - 1.2 เทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนของครู ผู้วิจัยได้คัดเลือกเทปบันทึกเสียงการสอนของครูที่มีวิธีการสอนดี และใช้คำถามได้คล่องคือถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างอยู่ในเกณฑ์สูง มา 4 เรื่อง ดังนี้

1.2.1 เรื่องสารวิสุทธิเปลี่ยนแปลงได้อย่างไร สอนโดยหัวหน้า
ผู้อำนวยการสาขาคุณธรรมและศิลปกรรม สสวท.

1.2.2 เรื่องบรรยากาศรอบตัวเรา สอนโดยอาจารย์โรงเรียน
ชัยนาทพิทยาคม จังหวัดชัยนาท

1.2.3 เรื่องน้ำกระถางมีคุณสมบัติอย่างไร สอนโดยอาจารย์
โรงเรียนพะเยาพิทยาคม จังหวัดพะเยา

1.2.4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและความ
หนาแน่น สอนโดยอาจารย์โรงเรียนนารีนุกูล จังหวัดอุบลราชธานี

สำหรับเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนในหัวข้อ 1.2.1 นั้น ใช้สำหรับให้ครู
ฟังแล้วอภิปรายเกี่ยวกับการใช้คำถามและประเภทของคำถาม เทปในหัวข้อ 1.2.2 และ
1.2.3 เฉพาะส่วนที่เป็นการอภิปรายก่อนการทดลองเปิดให้ครูฟังและอภิปรายเกี่ยวกับการ
ใช้คำถามเช่นเดียวกับเทปม้วนแรก แต่ส่วนที่เป็นการอภิปรายหลังการทดลองใช้สำหรับให้
ครูทดสอบจำแนกประเภทคำถาม เทปในหัวข้อ 1.2.4 ใช้สำหรับให้ครูเปิดฟังและวิจารณ์
เกี่ยวกับการใช้คำถาม ซึ่งเทปม้วนนี้ผู้วิจัยได้ส่งไปให้ครูทางไปรษณีย์ หลังจากฟังแล้วให้ครู
ส่งข้อวิจารณ์กลับมายังผู้วิจัย ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าครูได้ฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่าง
การสอนจริง

อนึ่งเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนทั้ง 4 เรื่องมีคำถาม
แต่ละประเภทเป็นเปอร์เซ็นต์เท่าใดและมีคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง เป็นเปอร์เซ็นต์
อยู่ในเกณฑ์สูงพอหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เทปบันทึกเสียงเพื่อจำแนกประเภทของ
คำถามซึ่งได้ผลดังนี้

ตาราง 2 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ คำถามแต่ละประเภทของเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน

เทปตัวอย่างการสอนเรื่อง	ความถี่คำถามแต่ละประเภท			รวม	เปอร์เซ็นต์ของคำถามแต่ละประเภท		
	1 + 2*	3*	4*		1 + 2*	3*	4*
1. สารบริสุทธิ์เปลี่ยนแปลง ได้อย่างไร	5	39	9	53	9.43	73.58	16.98
2. บรรยากาศรอบตัวเรา	-	11	23	34	-	32.35	67.64
3. น้ำกระด้างมีสมบัติอย่างไร	7	31	6	44	15.90	70.45	13.63
4. ความสัมพันธ์ระหว่างความ ดันบรรยากาศและความ หนาแน่น	2	25	16	43	4.65	58.14	37.21

1 + 2* หมายถึง คำถามที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามเน้นความ

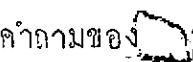
3* หมายถึง คำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอน

4* หมายถึง คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 2 แสดงให้เห็นว่าเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนทั้งสามเรื่องนี้ มีคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างอยู่ในเกณฑ์สูงพอประมาณ คือมีเปอร์เซ็นต์ของคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง 13.63, 16.98, 37.21 และ 67.64 ซึ่งเป็นเกณฑ์สูงพอสมควร ทั้งนี้เพราะจากการทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าครูถามคำถามประเภทความคิดประมาณ 20% ถามคำถามประเภทความจำประมาณ 60% และถามคำถามประเภทอื่น ๆ อีกประมาณ 20% และจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทย ครูส่วนใหญ่จะถามคำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนตายตัวประมาณ 60 - 75% และถามคำถามประเภทที่มีคำตอบ

ได้หลายอย่าง 10 - 15% นอกนั้นเป็นคำถามที่ไม่ต้องการคำตอบและเป็นคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา (ธงชัย ชิวปรีชา 2521 : 11)

ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ของคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างในแบบตัวอย่างการสอนจึงกล่าวได้ว่าสูงเพียงพอที่จะใช้เป็นแบบตัวอย่างในการฝึกการใช้คำถามของครู

1.3 เอกสารการใช้คำถามในห้องเรียน ผู้วิจัยได้นำเอกสารการใช้คำถามของ  ธงชัย ชิวปรีชา มาใช้ แต่ได้ดัดแปลงเพียงเล็กน้อยเฉพาะตัวอย่างคำถามเหตุผลของการดัดแปลงเพื่อให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่ครูที่สอนระดับชั้นที่เป็นกลุ่มตัวอย่างคนเคย กล่าวคือ ตัวอย่างคำถามเป็นคำถามที่ถามเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้น มศ. 2 ควบคู่กับเอกสารการใช้คำถามของผู้วิจัยมีสาระส่วนใหญ่เหมือนเอกสารเดิมเดิมเกือบทั้งหมดซึ่งเอกสารเดิมใช้ในการฝึกครูให้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามที่ได้ผล จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดีพอ เอกสารการใช้คำถามมี 3 เล่ม ผู้วิจัยจะส่งไปให้ครูทางไปรษณีย์เดือนละ 1 เล่ม

1.4 เทปเปล่าเพื่อให้ครูบันทึกเสียงการสอนตามหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด ขณะที่ดำเนินการวิจัยได้ส่งเทปเปล่าไปให้ครูเพื่อบันทึกเสียงการสอนตามหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อจำแนกประเภทของคำถาม ถ้าหากครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นส่วนที่ไม่สูงกว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มควบคุมก็จำเป็นจะต้องฝึกการใช้คำถามเพิ่มเติม โดยให้ผลการวิเคราะห์ประเภทคำถามจากเทปบันทึกเสียงการสอนเป็นข้อมูลย้อนกลับให้ครูและใช้อภิปรายร่วมกันระหว่างครูกับผู้ฝึกการใช้คำถาม

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ประเภท คือ

2.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีแนวความคิดตลอดจนแนวในการสร้างแบบทดสอบตามแนวของ The American Association for the Advancement of Science (AAAS) ซึ่งสร้างแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาที่เรียกว่า Science - A Process Approach (SAPA) แบบทดสอบแยกเป็น 2 ระดับ ระดับแรกเรียกว่า The basic process Skill ประกอบด้วยทักษะ 8 ทักษะ ดังนี้

1. การสังเกต (observing)
2. การวัด (measuring)
3. การใช้ตัวเลข (using number relationships)
4. การใช้ความสัมพันธ์เกี่ยวกับ space และเวลา (using space/time relationships)
5. การจัดจำพวก (Classifying)
6. การสรุปอ้างอิง (infering)
7. การทำนาย (predicting)
8. การสื่อความหมาย (communicating)

ทักษะทั้ง 8 นี้จะเน้นปลูกฝังแก่นักเรียนตั้งแต่เกรด 3 ขึ้นไปจนถึงเกรด 6 และคาดหวังว่านักเรียนจะสามารถผสมผสานและบูรณาการ (integrated) ทักษะข้างต้นจะมีความสามารถในทักษะระดับที่สองที่เรียกว่า The Integrated process skill ซึ่งประกอบด้วยทักษะ 5 ทักษะ ดังนี้

1. การให้นิยามปฏิบัติการ (defining operational definition)
2. การจำแนกและควบคุมตัวแปร (identifying controlling and manipulating variables)
3. การสร้างสมมุติฐาน (formulating hypotheses)
4. การประมวลผลและการตีความหมายข้อมูล (data processing and interpreting)
5. การออกแบบการทดลอง (designing investigation)

นอกจากนี้สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้คัดเลือกทักษะที่จำเป็นและสำคัญที่จะใช้ในการทดลองค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์สำหรับปลูกฝังแก่นักเรียน ซึ่งมีทักษะ 9 ทักษะ ดังนี้ (สสวท. 2519 : 25 - 26)

1. ทักษะในการสังเกต
2. ทักษะในการเลือกใช้เครื่องมือ
3. ทักษะในการบันทึกข้อมูลและสื่อความหมาย

4. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล
5. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
6. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน
7. ทักษะในการออกแบบการทดลอง
8. ทักษะในการคิดคำนวณ
9. ทักษะในการหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติ

จากการศึกษาแนวความคิดและแนวการสร้างแบบทดสอบดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัย จึงยึด The Integrated process skill ของ AAAS เป็นหลักในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ได้คัดเลือกทักษะออกหนึ่งทักษะคือ ทักษะในการให้นิยามปฏิบัติการ ทั้งนี้ด้วยเหตุผลที่ว่า ผู้วิจัยตั้งใจจะสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสร้างแบบทดสอบชนิดเลือกตอบเพื่อจะวัดการให้นิยามปฏิบัติการเป็นการสร้างได้ยากมาก ซึ่งใช้แบบทดสอบชนิดอื่นจะสะดวกกว่า จึงได้คัดเลือกทักษะนี้ออกเหลือเพียง 4 ทักษะ คำนิยามปฏิบัติการและแนวในการสร้างแบบทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึงความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ง่ายต่อการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิหรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ลักษณะข้อสอบทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

1.1 ให้เขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ในตาราง หรือพิจารณาว่ากราฟในข้อใดเขียนจากข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ให้ออกแบบตารางจากคำอธิบายวิธีทำการทดลอง หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการทดลองที่กำหนดให้

1.3 ให้ออกแบบตารางจากกราฟ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกข้อมูลใด สอดคล้องกับกราฟที่กำหนดให้

2. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถ ในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุผลและรวดเร็ว ลักษณะข้อสอบทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.1 ให้อธิบายและแปลความหมายจากตาราง

2.2 ให้อธิบายและแปลความหมายจากกราฟ

2.3 ให้อธิบายและแปลความหมายจากข้อความ

2.4 ให้อธิบายและแปลความหมายจากรูปภาพ

3. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดการณ์หรือ คาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลและมี อาจพิสูจน์ได้โดยการทดลอง

ลักษณะข้อสอบทักษะในการสร้างสมมติฐาน

3.1 มีผลการทดลองให้การทดลองหนึ่ง แล้วถามว่าถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขการ ทดลองนั้น เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิ หรือน้ำหนักของสาร หรือเวลา หรืออื่น ๆ แล้วให้คาด การณ์ว่าผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นคืออะไร หรือให้ข้อมูลหรือกราฟ แล้วถามให้คาดการณ์ ออกไปจากข้อมูลหรือกราฟที่กำหนดให้

3.2 กำหนดคำอธิบายวิธีการทำการทดลอง หรือข้อความ หรือภาพแสดง สถานะการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้วิเคราะห์หาสมมติฐาน

3.3 มีตารางบันทึกผลการทดลองซึ่งมีแต่หัวตารางให้ โดยไม่มีชื่อตาราง และไม่มีข้อมูลให้ แล้วถามว่าสมมติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

4. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง หมายถึงความ สามารถในการคิดหาวิธีทดลอง และทำการทดลอง พิสูจน์สมมติฐานหรือตอบปัญหาข้อ ของใจต่าง ๆ

ลักษณะข้อสอบทักษะในการออกแบบการทดลอง

4.1 มีสมมุติฐานและขั้นตอนในการทำการทดลองต่าง ๆ ให้ แล้วถามว่า ขั้นตอนใดจำเป็นหรือขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการทดสอบสมมุติฐานนั้น ๆ

4.2 ถามว่าจะต้องควบคุมตัวแปรใดบ้างในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐาน หรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้

4.3 บรรยายการทดลองให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองนี้สมบูรณ์หรือไม่ จะต้องเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงตรงไหน ถ้าจะใช้การทดลองนี้ทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดให้

4.4 บรรยายการทดลองด้วยข้อความหรือรูปภาพหรือ diagram หลาย ๆ แบบ แล้วให้เลือกว่าแบบไหนตรงจุดมุ่งหมายที่สุด

ลักษณะของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพิ่มเติมขึ้นส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งนำมาจากแบบทดสอบที่สาขาวิจัยและประเมินผลกับสาขาวิชาต่าง ๆ ของ สสวท. รวมกันจัดทำขึ้น ลักษณะข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก ซึ่งมีตัวอย่างแบบทดสอบ ดังต่อไปนี้

(๐) การทดลองเพื่อจะทดสอบสมมุติฐานว่า "ต้นอ่อนของพืชเมื่อได้รับแสงมากจะสูงมาก" เมื่อควบคุมสิ่งอื่นให้เท่ากันหมดแล้ว จะต้องจัดสิ่งใดให้แตกต่างกัน

ก. ชนิดของพืช

ข. ปริมาณแสง

ค. ปริมาณของปุ๋ยที่ใช้

ง. ปริมาณของน้ำที่ใส่รด

จ. จำนวนวันในการทดลอง

(วัดทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง)

(๐๐) จัดแบ่งกิ่งกษุหลายที่กล่าวถึงผลิตามา 2 พวกเท่า ๆ กัน พวกที่หนึ่งนำใบ
 แขน้ำ อีกพวกหนึ่งแขนน้ำผสมสาร ก. เพื่อดูการเจริญของตากุหลาย เรามีสมมุติฐาน
 ในการทดลองดังข้อใด

ก. ตากุหลายที่แขนน้ำผสมสาร ก. จะไม่เจริญต่อไป

ข. สาร ก. ช่วยให้กุหลายเติบโตเร็วกว่าน้ำ

ค. น้ำช่วยให้กุหลายเติบโตเร็วกว่าสาร ก.

ง. น้ำหรือสาร ก. ช่วยให้กุหลายเติบโตเร็วกว่ากัน

จ. ตากุหลายที่แขนน้ำจะไม่เจริญต่อไป

(วัดทักษะในการสร้างสมมุติฐาน)

แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นครั้งแรกมีจำนวน 44 ข้อ
 แยกเป็นทักษะละประมาณ 10 - 12 ข้อ เนื่องจากแบบทดสอบมีจำนวนข้อมากและต้องใช้
 เวลาสอบประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งค่อนข้างหนักเกินไปสำหรับนักเรียนและเป็นเวลาที่ค่อนข้าง
 ว่างมาก นักเรียนอาจจะไม่ตั้งใจทำแบบทดสอบเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงแบ่งแบบทดสอบออกเป็น
 เป็น 2 ฉบับ ๆ ละ 22 ข้อ และทดสอบกับนักเรียน 2 กลุ่ม ๆ ละ 1 ชั่วโมง

เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบทั้งสองฉบับไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้น มศ.2 จำนวน
 216 คน และ 226 คน ตามลำดับ แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือก
 ข้อสอบที่มีคุณภาพคืออยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ผลการคัดเลือกข้อทดสอบที่ดี จำนวน 28 ข้อ
 ไว้เป็นข้อสอบที่ใช้จริงต่อไป ผลการวิเคราะห์ข้อสอบปรากฏในตาราง 42 ในภาคผนวก ก.

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลอง
 ใช้เครื่องมือนั้นได้หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นดังต่อไปนี้

ตาราง 3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	การทดลองไข				การใช้จริง			
	จำนวน ข้อ	N	KR.21	split- half	จำนวน ข้อ	N	KR.21	split- half*
ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์								
ฉบับที่ 1	14	216	.5295	.5833				
ฉบับที่ 2	14	226	.5385	.6746				
รวมทั้งสองฉบับ	28		.5340	.6160				
ด้านทักษะในการจัดกระทำ กับข้อมูล					7	1237	.3760	.3966
ด้านทักษะในการแปลความ หมายข้อมูลและการสรุป					8	1237	.2258	.4674
ด้านทักษะในการสร้าง สมมุติฐาน					6	1237	.2941	.4109
ด้านทักษะในการออกแบบ การทดลองและการดำเนิน การทดลอง					7	1237	.4949	.5453
รวมทักษะทั้งสี่ด้าน					28	1237	.6695	.7536

* สุ่มนักเรียน 4 ห้อง (N = 157) แล้วนำมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นแบบ split-half

2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยร่วมกับสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป สสวท. จัดทำขึ้น ซึ่งวัด
พฤติกรรมด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ด้านความรู้ความจำ

2.2.2 ด้านความเข้าใจ

2.2.3 ด้านการนำไปใช้

ลักษณะของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์เป็นแบบทดสอบ
ปรนัยชนิดเลือกตอบ มี 5 ตัวเลือก แบบทดสอบที่จัดทำขึ้นครั้งแรกมีจำนวน 45 ข้อ
วัดพฤติกรรมด้านละ 15 ข้อ แบบทดสอบที่จัดทำขึ้นครอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1 ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 3 บท คือ บทที่ 7 พลังงานและ
การเปลี่ยนแปลง บทที่ 8 อาหารและพลังงาน บทที่ 9 การสำเสียงในสิ่งมีชีวิต
(รายละเอียดหัวข้อย่อยแต่ละบทประกอบในภาคผนวก ข.)

เกณฑ์การให้คะแนน ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน

การทดลองใช้เครื่องมือ

ให้นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมศ. 2
จำนวน 195 คน แล้วนำผลการสอบมาวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือกข้อสอบที่ดีมีคุณภาพ
อยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ ได้คัดเลือกข้อสอบที่ดีจำนวน 34 ข้อไว้เป็นข้อสอบที่ใช้จริงต่อไป
ข้อสอบที่คัดเลือกไว้จำแนกตามพฤติกรรมดังนี้ ด้านความรู้ความจำ 12 ข้อ ด้าน
ความเข้าใจ 12 ข้อ และด้านการนำไปใช้ 10 ข้อ ผลการวิเคราะห์ข้อสอบปรากฏ
ในตาราง 43 ภาคผนวก ก.

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ในการทดลองใช้
เครื่องมือได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นดังต่อไปนี้

ตาราง 4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบ	ทดลองใช้				ใช้จริง	
	จำนวนข้อ	N	KR.21	split-half	N	KR.21
ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์	34	195	.8092	.8640	1237	.7208
ด้านความรู้ความจำ	12	195	.7229	.8098	1237	.8422
ด้านความเข้าใจ	12	195	.3716	.4818	1237	.5946
ด้านการนำไปใช้	10	195	.6316	.7022	1237	.6023

ความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้หาความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้งสองทั้งก่อนเนื้อหาและพฤติกรรม

ก่อนเนื้อหา การออกแบบทดสอบผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบโดยยึดคำนิยามปฏิบัติการและแนวการสร้างข้อสอบโดยเคร่งครัด หลังจากสร้างแบบทดสอบแล้วให้นำแบบทดสอบฉบับนี้ไปให้อาจารย์และผู้อำนวยการในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สสวท. เป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา หากได้รับการท้วงติงแต่ประการใดก็ตามผู้วิจัยจะนำมาพิจารณาแบบทดสอบอีกครั้งหนึ่ง

ก่อนพฤติกรรม ผู้วิจัยได้ส่งแบบทดสอบฉบับนี้ไปให้อาจารย์และผู้อำนวยการในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สสวท. ชุดเดียวกันกับข้างต้นเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องก่อนพฤติกรรมว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดทักษะใดหรือวัดพฤติกรรมใด ผลปรากฏว่าข้อสอบทั้งสองฉบับนี้เป็นข้อสอบที่คณะกรรมการผู้พิจารณาความเที่ยงตรงเห็นว่าวัดทักษะใดหรือวัดพฤติกรรมใดตรงกันตั้งแต่ 90% ขึ้นไป

จึงอาจกล่าวได้ว่าแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีความเที่ยงตรงสูงพอที่จะใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ได้ (รายชื่อและรายละเอียดในการพิจารณาความเที่ยงตรงปรากฏในภาคผนวก ก.)

2.3 แบบวัดทัศนคติ แบบวัดทัศนคติมี 2 ฉบับ คือ

2.3.1 แบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของสาขาวิจัยและประเมินผล สสวท. มาใช้ แบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ทางสาขาวิจัยและประเมินผลได้สร้างขึ้นโดยอาศัยแนวความคิดของ Richard W. Moore and Frank X. Sutman (สสวท. 2517 : 1) แบบวัดทัศนคติฉบับนี้มีข้อความ 60 ข้อ ลักษณะแบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์เป็นข้อความที่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือทำที่ต่อข้อความนั้น ๆ โดยนักเรียนจะต้องใช้ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ประกอบการตอบ

ตัวอย่างข้อความ

คำชี้แจง นักเรียนเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับข้อความในแต่ละข้อมากน้อยเพียงใด ถ้านักเรียน เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับข้อความนั้น ก็ให้เขียน ล้อมรอบ 1

ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง ① 2 3 4

ถ้านักเรียน เห็นด้วย กับข้อความนั้น ก็ให้เขียน ล้อมรอบ 2

ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง 1 ② 3 4

ถ้านักเรียน ไม่เห็นด้วย กับข้อความนั้น ก็ให้เขียน ล้อมรอบ 3

ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง 1 2 ③ 4

ถ้านักเรียน ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับข้อความนั้น ก็ให้เขียน ล้อมรอบ 4

ในกระดาษคำตอบ ดังตัวอย่าง 1 2 3 ④

(0) อะไรก็ตามที่เราอยากเราสามารถรู้ได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์

(00) นักวิทยาศาสตร์เท่านั้นที่สามารถให้คำอธิบายทางวิทยาศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนน สำหรับข้อความที่เป็นทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ทางบวก นักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือเห็นด้วย กับข้อความนั้นให้ 1 คะแนน นอกนั้นให้ 0 คะแนน

สำหรับข้อความที่เป็นทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ทางลบ นักเรียนไม่เห็นด้วย หรือไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง กับข้อความนั้นให้ 1 คะแนน นอกนั้นให้ 0 คะแนน

ความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ .7592 หาโดยวิธี split half และหาโดยวิธี alpha coefficient มีค่าเท่ากับ .7219 (สสวท. 2517 : 7)

2.3.2 แบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้สร้างแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์โดยอาศัยแนวทางและวิธีการของ เรนซิส ลิเคอร์ต

(Rensis Likert) ลักษณะของแบบวัดเป็นข้อความที่เกี่ยวกับกิจกรรมหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ สำหรับให้นักเรียนพิจารณาว่า สนใจ ชอบ หรือมีความรู้สึก เช่นใดต่อข้อความนั้น โดยกำหนดช่วงของความคิดเห็นเป็น 5 ช่วง คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ตัวอย่างแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ในช่องที่สอดคล้องกับความรู้สึกของท่าน

ข้อความ	ความรู้สึก				
	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีค่าควรแก่การศึกษา					
2. วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่ข้าพเจ้าสนใจ					
3. วิทยาศาสตร์ เป็นวิชาที่มีประโยชน์					
.					
.					
.					

เกณฑ์การให้คะแนน ผู้วิจัยได้กำหนดการให้คะแนน ดังนี้

ถ้านักเรียนแสดงความคิดเห็น หรือความรู้สึกต่อข้อความ ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ได้	5	คะแนน
เห็นด้วย	ได้	4	คะแนน
ไม่แน่ใจ	ได้	3	คะแนน
ไม่เห็นด้วย	ได้	2	คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ได้	1	คะแนน

การทดลองใช้เครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมศ. 2 จำนวน 136 คน หลังจากตรวจให้คะแนนแล้วแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ได้คะแนนสูงและกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ กลุ่มละ 25 % ของนักเรียนทั้งหมด แล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ โดยใช้ t - test (Edward, 1960 : 104) รายละเอียดเกี่ยวกับค่า t ปรากฏในภาคผนวก ก. ตาราง 44 เลือกข้อความที่มีค่าเฉลี่ยตัวกลางเลขคณิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จำนวน 20 ข้อไว้เป็นแบบทดสอบจริง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทัศนคติโดยใช้วิธีหาค่า alpha coefficient (Garrett, 1970 : 341) ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเชื่อมั่นเท่ากับ .7876 ในการใช้แบบวัดทัศนคติจริงได้สุ่มนักเรียนมาจำนวน 251 คนแล้ววิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความเชื่อมั่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ .7779

ความเที่ยงตรงของแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ แบบวัดที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นโดยศึกษาทฤษฎี ผลงานวิจัย และแบบวัดที่เกี่ยวข้องตลอดจนเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งได้ให้ผู้ชำนาญการด้านวิทยาศาสตร์และด้านวัดผลการศึกษาช่วยพิจารณาข้อความในแบบวัดจึงอาจกล่าวได้ว่าแบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์นี้สามารถให้ทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างแท้จริง ถือได้ว่ามี Face Validity สูง

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยได้จัดทำเป็นขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ติดต่อกับทางโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย หากโรงเรียนมีความเต็มใจและไม่ขัดข้องที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างแล้ว ขอให้ทางโรงเรียน สุ่มห้องเรียนในระดับชั้นที่ผู้วิจัยกำหนดจำนวน 1 ห้องเรียน แล้วส่งเลขที่ห้องที่สุ่ม ชื่อครู ที่สอนวิชาวิทยาศาสตร์ของห้องที่สุ่มนี้มาให้ผู้วิจัย รายชื่อโรงเรียน ชื่อครูที่สอนห้องที่สุ่มและ จำนวนนักเรียน ของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ปรากฏในตาราง 47 ในภาคผนวก ข.

2. การฝึกการใช้คำถาม

จากรายงานการวิจัยของธงชัย ชิวปรีชา สรุปว่าครูสามารถเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมการใช้คำถามกล่าวคือ ถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นสัดส่วนสูงขึ้น โดยวิธีการให้ครูศึกษาจากเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนหรือฟังจากเทป ตัวอย่างการสอน จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการฝึกการใช้คำถามพบว่า การให้ครูศึกษาจากเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามจะมีประสิทธิภาพมากที่สุด และการฟัง เทปตัวอย่างการสอนให้ประสิทธิภาพรองลงมา (Chewprecha. 1977 : 150 - 162) ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการทั้งสองมาใช้ร่วมกันในการฝึกการใช้คำถามของครูเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและเพื่อให้มีความมั่นใจว่าครูได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้คำถามจริง ด้วย เหตุนี้ผู้วิจัยจึงดำเนินการฝึกการใช้คำถามของครู ดังต่อไปนี้

2.1 ผู้วิจัยจัดประชุมปฏิบัติการเพื่อฝึกการใช้คำถามสำหรับครูที่จะสอนห้อง ที่เป็นกลุ่มทดลอง เมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2522 โดยมีความมุ่งหมาย ดังนี้

2.1.1 รับทราบนโยบายของการทำวิจัยและขอให้ครูตระหนักถึงความสำคัญและให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง

2.1.2 อธิบายให้ครูทราบถึงภารกิจและความรับผิดชอบที่มีส่วนร่วม ในการวิจัยครั้งนี้

2.1.3 ให้ความรู้และอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้
 คุณค่าของการใช้คำถามในห้องเรียน
 ประเภทของคำถามที่ใช้ในห้องเรียน
 แนะนำประเภทของคำถาม 4 ประเภท
 คำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา
 คำถามเน้นความ
 คำถามที่มีคำตอบแน่นอน
 คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง

2.1.4 ให้ครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน เรื่องสารบริสุทธิ์
 เปลี่ยนแปลงได้อย่างไร แล้วอภิปรายเรื่องการใช้คำถามร่วมกัน

2.1.5 ให้ครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน เรื่องบรรยากาศ
 รอบตัวเรา และเรื่องน้ำกระด้างมีสมบัติอย่างไร เฉพาะส่วนที่เป็นการอภิปรายก่อนการ
 ทดลอง แล้วร่วมกันอภิปรายเรื่องการใช้คำถามและฝึกจำแนกประเภทคำถาม

2.1.6 ให้ครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนในหัวข้อ 2.1.5
 ส่วนที่เป็นการอภิปรายหลังการทดลอง แล้วให้ครูทดสอบจำแนกประเภทคำถาม

หมายเหตุ สำหรับครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยจะส่งเอกสาร
 ที่มีรายละเอียดในหัวข้อ 2.1.1 และ 2.1.2 ไปให้

2.2 การส่งเอกสารเพิ่มเติมให้ครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองระหว่างที่ครู
 กำลังสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ส่งเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนไปให้
 จำนวน 3 เล่ม โดยส่งทางไปรษณีย์เดือนละหนึ่งเล่ม ดังนี้

วันที่ 20 มิถุนายน 2522 ส่งเอกสารเล่มที่ 1

วันที่ 20 กรกฎาคม 2522 ส่งเอกสารเล่มที่ 2

วันที่ 20 สิงหาคม 2522 ส่งเอกสารเล่มที่ 3

นอกจากนี้วันที่ 1 กันยายน 2522 ได้ส่งเทปบันทึกเสียงตัวอย่าง
 การสอนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและความหนาแน่น ไปให้ครูฟัง

และวิจารณ์เกี่ยวกับการใช้คำถามอีกครั้ง รายละเอียดและเอกสารการฝึกการใช้คำถามของครูปรากฏในภาคผนวก ข.

หมายเหตุ มีครูเข้าร่วมประชุมปฏิบัติการ 15 คน ชาย 1 คน ซึ่งผู้วิจัยได้ไปฝึกการใช้คำถามให้ภายหลังที่โรงเรียนที่ครูคนนั้นสอนอยู่

3. การตรวจสอบความเที่ยงตรงของการฝึกการใช้คำถาม

เพื่อความแน่ใจว่าครูมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถจำแนกประเภทของคำถาม ตลอดจนเวลาไปสอนนักเรียนได้ใช้ประเภทคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นสัดส่วนสูงซึ่งตามที่ผู้วิจัยต้องการจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความเที่ยงตรงการใช้คำถามโดยกระทำดังนี้

3.1 การตรวจสอบความเที่ยงตรงขณะที่ครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม

3.1.1 ใช้การสังเกต โดยการสังเกต จากการถาม การตอบเมื่อครูฟังคำบรรยายและฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสนทนาการอภิปรายเกี่ยวกับการใช้คำถาม ผลจากการสังเกตของผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้ดำเนินการประชุมปฏิบัติการ มีความเห็นว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถจำแนกประเภทของคำถามได้คือพอควร

3.1.2 ตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกประเภทคำถามของครู ถ้าหากครูยังทำได้ถูกต้องไม่ถึงเกณฑ์พอใจก็จำเป็นต้องอธิบาย อภิปราย และให้ครูฝึกจำแนกใหม่จนแน่ใจว่าครูทำได้ถูกต้อง การตรวจสอบความถูกต้องได้ดำเนินการเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นที่หนึ่งให้ครูจำแนกประเภทของคำถามจากแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 10 ข้อ ผลปรากฏว่าครูจำแนกได้ถูกต้องอยู่ในเกณฑ์สูง มีครูเพียง 3 คนเท่านั้นที่ตอบผิดมากกว่า 1 ข้อ ซึ่งจำเป็นต้องอธิบายชี้แจงเพิ่มเติมให้ครูทั้งสามคนเป็นพิเศษ ชั้นที่สองเมื่อครูฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสนทนาในหัวข้อ 2.1.5 ส่วนที่เป็นการอภิปรายหลังการทดลองให้ครูทดสอบจำแนกประเภทคำถาม ผลจากการจำแนกประเภทของคำถามของครูเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกประเภทคำถาม (reliability of rater) แล้วได้ผลดังต่อไปนี้

ตาราง 5 การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกประเภทของคำถามชนิดที่มีคำตอบแน่นอนของครู (รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการหาความเชื่อมั่น แสดงไว้ในหน้า 69)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างเทปบันทึกเสียง	1661.9111	2	830.9555	141.2198
ระหว่างผู้จำแนก	79.7777	14	5.6984	.9684
ความคลาดเคลื่อน	164.7555	28	5.8841	
รวม	1906.4444	44		

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 1 คน (x_1) = .9033
 ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 15 คน (x_{15}) = .9929

ตาราง 6 การใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกประเภทคำถามชนิดที่มีคำตอบหลายอย่างของครู

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างเทปบันทึกเสียง	370.7111	2	185.3555	32.9963
ระหว่างผู้จำแนก	43.6444	14	3.1174	.5549
ความคลาดเคลื่อน	157.2888	28	5.6174	
รวม	571.6444	44		

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 1 คน (x_1) = .6808
 ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 15 คน (x_{15}) = .9698

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 5, 6 แสดงให้เห็นว่าความเชื่อมั่นในการจำแนกประเภทของคำถามของครูอยู่ในเกณฑ์สูง เป็นที่มั่นใจได้ว่าครูมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถจำแนกประเภทของคำถามได้จริง

3.2 การตรวจสอบความเที่ยงตรง โดยให้ครูบันทึกเสียงการสอนแล้วนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครู ผู้วิจัยก็ได้ให้ครูบันทึกเสียงการสอนหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนดคนละ 1 ครั้ง โดยให้ครูจำนวนครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่าง มี 16 คน บันทึกเสียงกลางภาคเรียนในหัวข้อการทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี ส่วนครูที่เหลืออีกครึ่งหนึ่งบันทึกเสียงการสอนปลายภาคเรียนในหัวข้อ การทดลอง 9.4 การแพร่ของสาร การบันทึกเสียงการสอนกลางภาคเรียนเพื่อใช้ตรวจสอบว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นสัดส่วนสูงกว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มควบคุมหรือไม่ ถ้าหากผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามความต้องการ ก็มีความจำเป็นที่จะต้องมีการใช้คำถามเพิ่มเติมให้ครู โดยจัดประชุมปฏิบัติการอีกครั้งหนึ่งแล้วนำผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามจากเทปบันทึกเสียงมาเป็นข้อมูลย้อนกลับและอภิปรายรวมกันแล้วให้ครูปรับปรุงพฤติกรรมการใช้คำถาม แต่หาตรวจสอบแล้วได้ผลตามความต้องการก็ไม่มี ความจำเป็นจะต้องจัดประชุมปฏิบัติการ สำหรับการบันทึกเสียงปลายภาคเรียนเป็นการตรวจสอบเพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันและใช้เป็นข้อมูลประกอบการอภิปรายผลการวิจัย ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูได้ผลดังนี้

ตาราง 7 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบความแตกต่างการใช้คำถามแต่ละประเภทของครูในหัวข้อ การทดลอง 8.5 การทดสอบวิตามินซี

ประเภทคำถาม	กลุ่ม	ความถี่		χ^2	เปอร์เซ็นต์		
		มศ. 2	ม. 2		มศ. 2	ม. 2	รวม
ทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามเน้นความ	ทดลอง	12	21	3.3419	6.89	8.33	7.75
	ควบคุม	7	33		4.09	11.07	8.53
ที่มีคำตอบแน่นอน	ทดลอง	118	185	.1683	67.81	73.41	71.12
	ควบคุม	137	201		80.11	67.44	72.07
ที่มีคำตอบหลายอย่าง	ทดลอง	44	46	7.0105*	25.28	18.25	21.12
	ควบคุม	27	64		15.78	21.47	19.40
รวมคำถามทุกประเภท	ทดลอง	174	252	1.8116			
	ควบคุม	171	298				

$$\chi^2_{.05} = 3.841$$

ผลจากการอ้าง 7 เป็นผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูซึ่งบันทึกเสียงการสอนกลางภาคเรียน ปรากฏว่าครูที่สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้คำถามประเภททั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามประเภทเน้นความ และคำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามแต่ละประเภท ครูที่สอนกลุ่มควบคุมถามคำถามประเภททั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามประเภทเน้นความ และคำถามที่มีคำตอบแน่นอน เป็นเปอร์เซ็นต์สูงกว่าครูที่สอนกลุ่มทดลอง ครูที่สอนกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างสูงกว่าครูที่สอนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลจากการวิเคราะห์ทางคนสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการดำเนินการวิจัย ซึ่งคาดหวังไว้ว่าหลังจากการฝึกเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามแล้ว ครูที่สอนกลุ่มทดลองจะนำเอาความรู้ความเข้าใจในเรื่องการใช้คำถามและนำทักษะที่ได้รับจากการฝึกไปใช้ ในกระบวนการเรียนการสอน ด้วยเหตุที่ผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายการวิจัยที่ตั้งไว้ จึงไม่มีความจำเป็นจะต้องฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามอีกครั้งหนึ่ง

ตาราง 8 แสดงความถี่ เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบความแตกต่างการใช้คำถามแต่ละประเภทของครูในหัวข้อ การทดลอง 9.4 การแปรของสาร

ประเภทคำถาม	กลุ่ม	ความถี่		χ^2	เปอร์เซ็นต์		
		มศ.2	ม.2		มศ.2	ม.2	รวม
ทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามเน้นความ	ทดลอง	28	85	8.2794**	8.23	3.03	18.26
	ควบคุม	10	7		3.61	6.25	4.37
ที่มีคำตอบแน่นอน	ทดลอง	294	177	7.9382**	86.72	63.21	76.09
	ควบคุม	261	103		94.22	91.96	93.57
ที่มีคำตอบหลายอย่าง	ทดลอง	17	18	1.8281	5.01	6.42	5.65
	ควบคุม	6	2		2.16	1.78	2.06
รวมคำถามทุกประเภท	ทดลอง	339	280	27.1749**			
	ควบคุม	277	112				

$$\chi^2_{.01} = 6.635$$

ผลจากตาราง 8 เป็นผลการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามของครูซึ่งมีผล
 เสี่ยงการสอนปลายภาคเรียน ได้ผลดังนี้ ครูที่สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้คำถาม
 ประเภททั่วไป ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามประเภทเน้นความ ตลอดจนคำถามที่มี
 คำตอบแน่นอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จากการเปรียบเทียบ
 เปรอ์เซ็นต์ของการใช้คำถามแต่ละประเภทพบว่าครูที่สอนกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภท
 ทั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามประเภทเน้นความเป็นเปอ์เซ็นต์สูงกว่าครูที่สอน
 กลุ่มควบคุม แต่ครูที่สอนกลุ่มควบคุมจะใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนเป็นเปอ์เซ็นต์
 สูงกว่าครูที่สอนกลุ่มทดลอง ส่วนคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง ครูที่สอนกลุ่มควบคุม
 และกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการเปรียบเทียบ
 เปรอ์เซ็นต์ของการใช้คำถามครูที่สอนกลุ่มทดลองก็ยังถามคำถามประเภทที่มีคำตอบ
 หลายอย่างเป็นเปอ์เซ็นต์สูงกว่าครูที่สอนกลุ่มควบคุม

4. การฝึกผู้จำแนกประเภทคำถาม

ผู้วิจัยได้ฝึกบุคลากรในสาขาวิจัยและประเมินผลและนักศึกษามหาวิทยาลัย
 รามคำแหงให้เป็นผู้วิเคราะห์เทปบันทึกเสียงการสอนของครูเพื่อจำแนกประเภทคำถาม
 จำนวน 6 คน และคัดเลือกผู้จำแนกคำถามได้ถูกต้องมากที่สุด 4 คนเป็นผู้วิเคราะห์เทป
 วิธีการฝึกผู้จำแนกประเภทคำถามดำเนินการ เช่นเดียวกับวิธีการฝึกครูให้ใช้คำถามแต่ได้
 เน้นความถูกต้องในการจำแนกคำถามเป็นสิ่งสำคัญ และผู้วิจัยได้ดำเนินการฝึกจนเห็นว่า
 ทุกคนมีความสามารถจำแนกประเภทคำถามอยู่ในเกณฑ์พอใจ เพื่อเป็นการทดสอบว่าผู้
 จำแนกประเภทคำถามจำแนกคำถามได้อย่างมีความเชื่อมั่นมากน้อยเพียงใด จึงได้ให้
 ผู้จำแนกประเภทคำถาม จำแนกเทปบันทึกเสียงการสอนของครู 4 ม้วน แล้วนำผลมา
 วิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้ผลดังต่อไปนี้

ตาราง 9. การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนก
คำถามประเภททั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและเน้นความของผู้จำแนก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างเทปบันทึกเสียง	54.0000	3	18.0000	19.0588
ระหว่างผู้จำแนก	3.5000	3	1.1666	1.2352
ความคลาดเคลื่อน	8.5000	9	.9444	
รวม	66.0000	15		

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 1 คน $(r_1) = .8186$
 ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 4 คน $(r_4) = .9475$

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนก
คำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอน ของผู้จำแนก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างเทปบันทึกเสียง	1267.50	3	422.50	422.50
ระหว่างผู้จำแนก	1.50	3	.50	.50
ความคลาดเคลื่อน	9.00	9	1.00	
รวม	1278.00	15		

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 1 คน $(r_1) = .9905$
 ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 4 คน $(r_4) = .9976$

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นในการจำแนก
คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง ของผู้จำแนก

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างเพปบันทึกเสียง	176.5000	3	58.8333	48.1363
ระหว่างผู้จำแนก	2.5000	3	.8333	.6818
ความคลาดเคลื่อน	11.0000	9	1.2222	
รวม	190.0000	15		

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 1 คน (r_1) = .9217

ความเชื่อมั่นของผู้จำแนก 4 คน (r_4) = .9792

ค่าความเชื่อมั่นการจำแนกประเภทคำถามปรากฏดังนี้ ถ้าผู้จำแนกคนเดียวมีค่าความเชื่อมั่นการจำแนกประเภทคำถามแบบทั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาและคำถามแบบเน้นความ คำถามแบบที่มีคำตอบแน่นอน และคำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง ดังนี้ .8186, .9905 และ .9217 ตามลำดับ แต่หาผู้จำแนกคำถามสี่คนจำแนกจะมีค่าความเชื่อมั่นการจำแนกคำถามประเภททั่วไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา และคำถามเน้นความ คำถามที่มีคำตอบแน่นอน และคำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง ดังนี้ .9475, .9976 และ .9792 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้จำแนกคำถามสามารถจำแนกประเภทคำถามได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง

สำหรับกรวิเคราะห์เพปบันทึกเสียงการสอนของครูเพื่อจำแนกประเภทคำถามได้ให้ผู้จำแนกทั้งสี่ช่วยกันวิเคราะห์ โดยวิเคราะห์คนละ 8 มวน คือ กลุ่มทดลองชั้น มศ. 2 และม. 2 ระบุชั้นละ 2 มวน กลุ่มควบคุมชั้นมศ. 2 และม. 2 ระบุชั้นละ 2 มวน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 การทดสอบ ผู้วิจัยและบุคลากรในสาขาวิจัยและประเมินผลไต่ถาม
แบบทดสอบทั้งสี่ฉบับ คือ

5.1.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

5.1.2 แบบสอบถามทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

5.1.3 แบบสอบถามทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

5.1.4 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

ไปทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย 2 ครั้ง ครั้งแรกเป็นการทดสอบก่อน
สอน ซึ่งได้ทดสอบกับนักเรียนเมื่อวันที่ 24 - 31 พฤษภาคม 2522 ครั้งที่สองเป็นการ
ทดสอบหลังการสอนซึ่งได้ทดสอบกับนักเรียนเมื่อวันที่ 24 - 28 กันยายน 2522

5.2 วิธีดำเนินการสอบ ให้ผู้กำกับ การสอบทุกคนดำเนินการสอบตามลำดับ
ดังนี้

5.1.1 → 5.1.2 → 5.1.3 → 5.1.4

การสอบให้ดำเนินการสอบเป็นกลุ่ม (group test) มีคำชี้แจงการทำแบบทดสอบแบบ
คิดกับตัวแบบทดสอบ การดำเนินการสอบให้ทำดังนี้

5.2.1 แจกแบบทดสอบและกระดาษคำตอบให้นักเรียนทุกคน

5.2.2 ผู้กำกับ การสอบอ่านคำชี้แจงการทำแบบทดสอบให้นักเรียนฟัง
พร้อมทั้งให้นักเรียนอ่านในใจตามไปด้วยจากตัวแบบทดสอบ รายละเอียดของคำชี้แจง
และแบบทดสอบได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก.

5.2.3 เมื่อนักเรียนเข้าใจวิธีทำดีแล้ว ให้นักเรียนลงมือทำแบบ
ทดสอบ

5.2.4 ถ้าเห็นว่านักเรียนทำข้อสอบบางฉบับไม่ค่อยได้ ให้ปลอบใจ
นักเรียนว่า "นักเรียนทำไม่ได้ก็ไม่เป็นไร เพราะบางเรื่องนักเรียนยังเรียนไม่ถึง ขอให้
นักเรียนทำให้มากที่สุดที่จะทำได้" แต่ไม่ส่งเสริมการเดา

5.2.5 เมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบจนหมดเวลาตามที่กำหนดให้
 กำกับการสอบเก็บกระดาษคำตอบพร้อมทั้งตัวแบบทดสอบคืน

5.2.6 หลังจากเก็บกระดาษคำตอบคืนแล้ว ให้ผู้กำกับการสอบเขียน
 ชื่อโรงเรียน เลขที่ห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ขึ้น ไว้ที่หน้าปีกระดาษคำตอบของนักเรียน
 พร้อมทั้งตรวจดูว่าแบบทดสอบยังอยู่ครบตามจำนวนหรือไม่

5.3 การตรวจแบบทดสอบ ให้นำกระดาษคำตอบของนักเรียนมาตรวจ
 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติและทดสอบสมมุติฐานการวิจัย
 ตามที่ได้กำหนดไว้

วิธีดำเนินการวิจัยพอจะสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ตาราง 12 สรุปขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

วัน เดือน ปี	ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
15 เมษายน 2522	1. ติดต่อกับโรงเรียนเพื่อขอความร่วมมือเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
1 พฤษภาคม 2522	2. ออกจดหมายเชิญประชุมปฏิบัติการ
15 พฤษภาคม 2522	3. ประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม
24-31 พฤษภาคม 2522	4. เก็บรวบรวมข้อมูลครั้งแรก การทดสอบก่อนสอน
20 มิถุนายน 2522	5. ส่งเอกสารการใช้คำถามในห้องเรียน เล่มที่ 1 ไปให้ครู ที่สอนกลุ่มทดลอง
1 กรกฎาคม 2522	6. ส่งแบบแปลนไปให้ครูบันทึกเสียงการสอนในหัวข้อ 8.5 เรื่องการทดสอบวิตามินซี
20 กรกฎาคม 2522	7. ส่งเอกสารการใช้คำถามในห้องเรียน เล่มที่ 2 ไปให้ครู ที่สอนกลุ่มทดลอง
7-9 สิงหาคม 2522	8. ฝึกผู้จำแนกประเภทของคำถาม

ตาราง 12 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย
10 - 18 ตุลาคม 2522	9. จำแนกประเภทของคำถามจากแบบบันทึกเสียงการสอน
20 สิงหาคม 2522	10. ส่งเอกสารการไขคำถามในห้องเรียน เล่มที่ 3 ไปให้ครูที่สอนกลุ่มทดลอง
1 กันยายน 2522	11. ส่งแบบบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนไปให้ครูที่สอนกลุ่มทดลอง
1 กันยายน 2522	12. ส่งเทปเปล่าไปให้ครูบันทึกเสียงการสอนในหัวข้อ 9.4 เรื่องการแพร่ของสาร
24 - 28 กันยายน 2522	13. เก็บรวบรวมข้อมูลครั้งที่สอง การทดสอบหลังสอน
2 - 13 ตุลาคม 2522	14. ตรวจสอบแบบทดสอบ
16 - 20 ตุลาคม 2522	15. จำแนกประเภทคำถามจากแบบบันทึกเสียงการสอน
ตุลาคม - พฤศจิกายน	16. วิเคราะห์ข้อมูล

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน จึงได้กำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

\bar{X} แทน คะแนนเฉลี่ย

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

S^2 แทน ความแปรปรวน

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่ม

SS แทน Sum Square

MS แทน Mean Square

df แทน Degree of freedom

F แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน F - distribution

χ^2 แทน Chi Square

A แทน ครู

a_1 แทน ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

a_2 แทน ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

B แทน ระดับชั้น

b_1 แทน ระดับชั้นมศ. 2

b_2 แทน ระดับชั้นม. 2

C แทน การทดสอบ

c_1 แทน การทดสอบก่อนสอน

c_2 แทน การทดสอบหลังสอน

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าสถิติพื้นฐาน
 - 1.1 คะแนนเฉลี่ย
 - 1.2 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งหาค่าความเชื่อมั่น 2 แบบ
 - 2.1 คำนวณจากสูตรของ คูเคอร์ - ริชาร์ดสัน 21 (Kuder - Richardson 21)
 - 2.2 หาโดยวิธีแบ่งครึ่ง (Split - half) เมื่อได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบครึ่งฉบับแล้ว นำมาขยายเป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3. การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ค้นคิดที่มหาวิทยาลัยศรี

รังหาได้ 2 แบบ

3.1 ใช้ t - test ทดสอบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ถ้าหากค่า t แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญแสดงว่าแบบทดสอบมีอำนาจจำแนกสูง

3.2 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นโดยคำนวณหาค่า alpha coefficient

4. การหาความเชื่อมั่นในการจำแนกประเภทของคำถาม ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์

ความแปรปรวนเพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่น (Winer. 1971 : 283 - 286)

$$r_1 = \frac{\theta}{1 + \theta}$$

เมื่อ r_1 แทนความเชื่อมั่นของผู้จำแนกคนเดียว

$$\theta = \frac{MS_{b.tape} - MS_{res}}{k MS_{res}}$$

- $MS_{b.tape}$ แทน mean square between tapes
- MS_{res} แทน mean square residual
- k แทน number of rater

$$r_k = \frac{ke}{1 + ke}$$

เมื่อ r_k แทนความเชื่อมั่นของผู้จำแนก k คน

5. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการใช้คำถามแต่ละประเภทใช้ Chi Square

6. การศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คำถามของครูมีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Three factor Experiment with Repeated Measures, Case II (Winer. 1971 : 559 - 567)

ตาราง 13 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความแปรปรวน

แหล่งความแปรปรวน	df	Computation formula	E(MS)
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	$nab - 1$	(10) - (1)	
ครุ (A)	$a - 1$	(3) - (1)	$\sigma_E^2 + r\sigma_A^2 + nqr\sigma_{\alpha}^2$
ระดับชั้น (B)	$b - 1$	(4) - (1)	$\sigma_E^2 + r\sigma_B^2 + npr\sigma_{\beta}^2$
ครุ x ระดับชั้น (AB)	$(a - 1)(b - 1)$	(6)-(3)-(4)+(1)	$\sigma_E^2 + r\sigma_{AB}^2 + nr\sigma_{\alpha\beta}^2$
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	$ab(n - 1)$	(10) - (6)	$\sigma_E^2 + r\sigma_A^2$
<u>ภายในกลุ่ม</u>	$nab(c - 1)$	(2) - (10)	
การทดสอบ (C)	$c - 1$	(5) - (1)	$\sigma_E^2 + \sigma_{\gamma}^2 + npq\sigma_{\gamma}^2$
ครุ x การทดสอบ (AC)	$(a - 1)(b - 1)$	(7)-(3)-(5)+(1)	$\sigma_E^2 + \sigma_{\gamma}^2 + nq\sigma_{\alpha\gamma}^2$
ระดับชั้น x การทดสอบ (BC)	$(b - 1)(c - 1)$	(8)-(4)-(5)+(1)	$\sigma_E^2 + \sigma_{\gamma}^2 + np\sigma_{\beta\gamma}^2$
ครุ x ระดับชั้น x การทดสอบ	$(a-1)(b-1)(c-1)$	(9)-(6)-(7)-(8)	$\sigma_E^2 + \sigma_{\gamma}^2 + n\sigma_{\alpha\beta\gamma}^2$
		+ (3)+(4)+(5)-(1)	
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	$ab(n-1)(c-1)$	(2)-(9)-(10)+(6)	$\sigma_E^2 + \sigma_{\gamma}^2$

$$(1) = G^2/nab$$

$$(2) = \sum X^2$$

$$(3) = (\sum A_1^2)/nbc$$

$$(4) = (\sum B_j^2)/nac$$

$$(5) = (\sum C_k^2)/nab$$

$$(6) = \left[\sum (AB_{ij}^2) \right] / nc$$

$$(7) = \left[\sum (AC_{ik}^2) \right] / nb$$

$$(8) = \left[\sum (BC_{jk}^2) \right] / na$$

$$(9) = \left[\sum (ABC_{ijk}^2) \right] / n$$

$$(10) = (\sum P_m^2)/c$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลความหมายของข้อมูล จะวิเคราะห์ตามลำดับดังต่อไปนี้

- 1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- 2 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
- 3 ทักษะคหิ

ในแต่ละข้อจะวิเคราะห์แยกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1 การหาคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียนของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม โดยเหตุที่ random sampling unit ที่สามารถสุ่มได้เป็นรายโรงเรียนในแต่ละโรงเรียนก็สุ่มห้องเรียนมาเพียง 1 ห้องเท่านั้น ดังนั้นการวิเคราะห์จึงใช้คะแนนเฉลี่ยของห้อง (class mean) เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ การนำเสนอข้อมูลในตารางแรกจึงเป็นการเสนอค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลการเรียนของนักเรียนเป็นรายกลุ่ม

2 การเปรียบเทียบผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทักษะคหิของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2

1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ)

ตาราง 14 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	13.2323	13.4043	13.3183	13.5380
		S	1.9591	2.4739	2.1576	2.3621
	ม.2	\bar{X}	13.4808	14.0344	13.7576	
		S	2.6800	2.6749	2.6024	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	13.2510	13.9111	13.5810	12.9629
		S	2.5670	2.6434	2.5401	2.6729
	ม.2	\bar{X}	12.2956	12.3940	12.3448	
		S	2.9353	2.7289	2.7383	
		\bar{X}	13.0649	13.4360		
		S	2.4770	2.5861		

ตาราง 15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	382.3322	31		
ครู	5.2906	1	5.2906	.4077
ระดับชั้น	2.5399	1	2.5399	.1957
ครู x ระดับชั้น	11.2300	1	11.2300	.8655
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	363.2715	28	12.9739	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	17.4153	32		
การทดสอบ	2.2029	1	2.2029	4.3168*
ครู x การทดสอบ	.0010	1	.0010	.0021
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0324	1	.0324	.0636
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.8897	1	.8897	1.7435
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	14.2890	28	.5103	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลจากตาราง 14, 25 ปรากฏว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ ด้วยเหตุนี้จึงพิจารณาผลแต่ละด้านซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกการใช้คำถาม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นักเรียนชั้น มศ.2 กับนักเรียนชั้น ม.2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกัน ส่วนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบหลังการสอนสูงกว่าก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ) จากการทดสอบหลังการสอนเท่ากับ 13.4360 คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอนเท่ากับ 13.0649

อนึ่งถ้าหากจะพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน) ของนักเรียนแต่ละกลุ่มแล้วจะมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 12.39 - 14.03 จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน แสดงว่านักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน) อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคือ ใกล้เคียงประมาณครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม

1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

ตาราง 16 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	4.2010	4.2714	4.2362	4.3630
		S	.6653	.8942	.7622	.7426
	ม.2	\bar{X}	4.3314	4.6481	4.4898	
		S	.7578	.7015	.7242	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	4.0444	4.5020	4.2732	4.1117
		S	.7701	.7090	.7531	.7930
	ม.2	\bar{X}	3.8650	4.0352	3.9501	
		S	.9217	.7646	.8228	
		\bar{X}	4.1105	4.3642		
		S	.7660	.7701		

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการจัดกระทำกับข้อมูล

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	34.8786	31		
ครู	1.0105	1	1.0105	.8701
ระดับชั้น	.0193	1	.0193	.0166
ครู x ระดับชั้น	1.3301	1	1.3301	1.1453
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	32.5186	28	1.1613	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	2.7288	32		
การทดสอบ	1.0299	1	1.0299	21.2923**
ครู x การทดสอบ	.0579	1	.0579	1.1971
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0016	1	.0016	.0350
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.2849	1	.2849	5.8898*
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	1.3544	28	.0483	

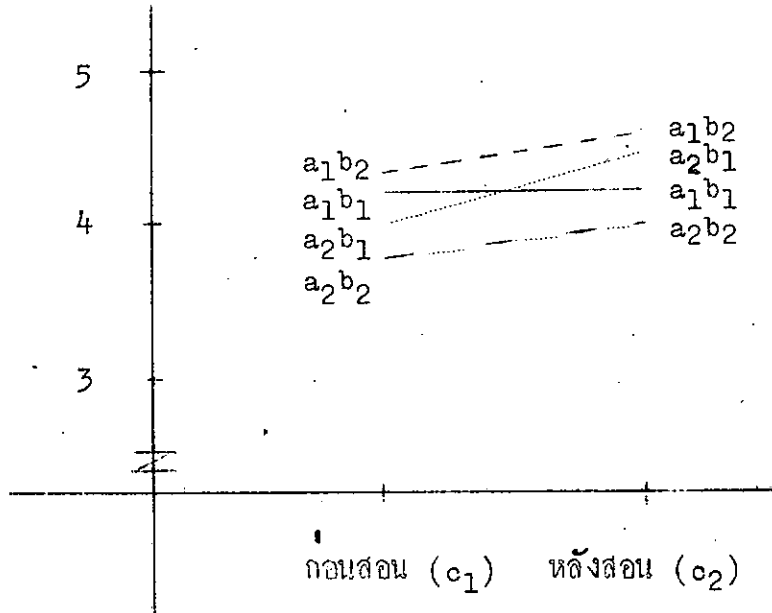
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลจากตาราง 17 ปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ
 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้าน
 ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระดับต่าง ๆ ของการทดสอบจะแตก
 ต่างกันในระดับต่าง ๆ ของการได้รับการสอนจากครูและระดับชั้น จึงจำเป็นจะต้องศึกษา
 โดยละเอียดต่อไป โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มประกอบด้วย พร้อมทั้ง
 เขียนแทนด้วยภาพเส้น ดังนี้

ตาราง 18 คะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำ
 กับข้อมูลของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับและไม่ได้รับฝึก
 เกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

	ก่อนสอน (c_1)		หลังสอน (c_2)	
	มศ.2 (b_1)	ม.2 (b_2)	มศ.2 (b_1)	ม.2 (b_2)
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับ การใช้คำถาม (a_1)	4.2010	4.3314	4.2714	4.6481
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยว กับการใช้คำถาม (a_2)	4.0444	3.8650	4.5020	4.0352



ภาพที่ 2 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอน

ตาราง 19 การทดสอบนัยสำคัญของอัตราการเพิ่มทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนแต่ละกลุ่ม

a ₁ b ₁	a ₂ b ₂	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁
.0704	.1702	.3167*	.4576*

$$HSD = q_{.05, 28} \sqrt{\frac{MS_{error}}{n}} = 3.85 \sqrt{\frac{.0483}{8}} = .2991$$

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

ผลจากตาราง 18, 19 และภาพที่ 2 แสดงว่า กลุ่มนักเรียนชั้น มศ.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลจากการทดสอบก่อนสอน และหลังสอนสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ .4576 กลุ่มนักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนรองลงมา มีค่าเท่ากับ .3176 กลุ่มนักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนเพียง .1702 และกลุ่มนักเรียนชั้น มศ.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลจากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนน้อยที่สุดกล่าวคือ มีอัตราการเพิ่มเพียง .0704 เพื่อให้ทราบว่าอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีอัตราการเพิ่มสูงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ จึงทำการทดสอบนัยสำคัญของอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล ผลปรากฏว่า กลุ่มนักเรียนชั้น มศ.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามและกลุ่มนักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล สูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการแปลความหมาย
ข้อมูลและการสรุป

ตาราง 20 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับ การใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	3.9227	3.8541	3.8884	3.8578
		S	.4434	.5229	.4697	.5125
	ม.2	\bar{X}	3.7785	3.8758	3.8271	
		S	.7056	.4277	.5659	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	3.7374	3.9285	3.8330	3.6504
		S	.6616	.6458	.6393	.7100
	ม.2	\bar{X}	3.4167	3.5188	3.4678	
		S	.7918	.7557	.7496	
		\bar{X}	3.7138	3.7943		
		S	.6576	.5942		

ตาราง 21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนที่ขณะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	22.3896	31		
ครู	.6882	1	.6882	.9353
ระดับชั้น	.7274	1	.7274	.9885
ครู x ระดับชั้น	.3695	1	.3695	.5022
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	20.6042	28	.7358	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	2.0695	32		
การทดสอบ	.1036	1	.1036	1.5897
ครู x การทดสอบ	.0699	1	.0699	1.0731
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0058	1	.0058	.0902
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.0649	1	.0649	.9961
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	1.8251	28	.0651	

ผลการวิเคราะห์จากตาราง 21 แสดงว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% นักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับอันึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

ตาราง 22 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการสร้างสมมุติฐาน จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.7470	2.6245	2.6858	2.6323
		S	.3289	.4224	.3711	.4426
	ม.2	\bar{X}	2.4744	2.6831	2.5788	
		S	.4812	.5502	.5108	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.4642	2.7184	2.5913	2.4534
		S	.7281	.4713	.6068	.5651
	ม.2	\bar{X}	2.2550	2.3760	2.3155	
		S	.5018	.5271	.5011	
		\bar{X}	2.4852	2.6005		
		S	.5336	.4899		

ตาราง 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ด้านทักษะในการสร้างสมมติฐาน

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F'
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	13.7925	31		
ครู	.5120	1	.5120	1.1396
ระดับชั้น	.5862	1	.5862	1.3048
ครู x ระดับชั้น	.1140	1	.1140	.2537
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	12.5802	28	.4492	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	2.6926	32		
การทดสอบ	.2128	1	.2128	2.7835
ครู x การทดสอบ	.0834	1	.0834	1.0910
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0392	1	.0392	.5128
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.2155	1	.2155	2.8186
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	2.1414	28	.0764	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากตารางที่ 23 แสดงว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู
ระดับชั้น และการทดสอบ นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการ
ใช้คำถาม มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการสร้างสมมุติฐานไม่แตก
ต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม ที่ระดับความ
เชื่อมั่น 95% นักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 มีทักษะในการสร้างสมมุติฐานไม่แตกต่างกัน
ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทักษะในการสร้างสมมุติฐานของนักเรียนก่อนการสอนและหลัง
การสอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน.

1.4 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบและ
 ดำเนินการทดลอง

ตาราง 24 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการ
 ทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.3548	2.6609	2.5078	2.6896
		S	.5966	.7411	.6689	.8355
	ม.2	\bar{X}	2.8961	2.8466	2.8713	
		S	.8883	1.0916	.9618	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.9830	2.7684	2.8757	2.7298
		S	.6453	.9644	.8004	.8099
	ม.2	\bar{X}	2.7854	2.3824	2.5839	
		S	.8078	.8304	.8183	
		\bar{X}	2.7548	2.6646		
		S	.7483	.8892		

ตาราง 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการออกแบบและค่าเงินการทดลอง

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	38.8176	31		
ครู	.0259	1	.0259	.0195
ระดับชั้น	.0205	1	.0205	.0155
ครู x ระดับชั้น	1.7174	1	1.7174	1.2978
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	37.0536	28	1.3233	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	3.1908	32		
การทดสอบ	.1303	1	.1303	1.8499
ครู x การทดสอบ	.7643	1	.7643	10.8518 **
ระดับชั้น x การทดสอบ	.2959	1	.2959	4.2022 *
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.0279	1	.0279	.3971
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	1.9721	28	.0704	

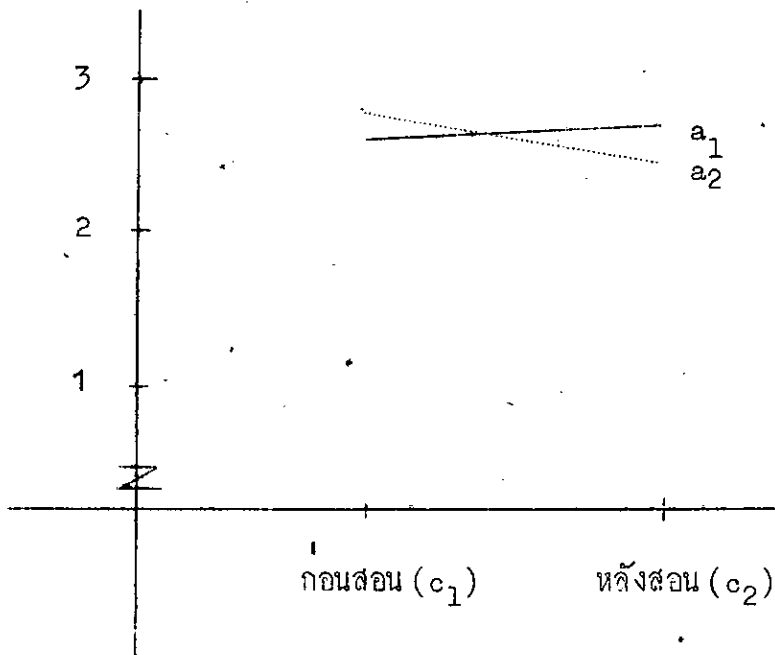
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลจากตาราง 25 แสดงว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างระดับชั้นกับการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งแสดงว่าทักษะในการ ออกแบบและดำเนินการทดลองก่อนและหลังการสอนของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ไม่ได้สอดคล้องกันไปทางเดียวกัน ท่านเองก็เช่นกัน ทักษะในการ ออกแบบและดำเนินการทดลองก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามไม่ได้ไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อความเข้าใจและเพื่อความชัดเจนในการแปลผลจึงจำเป็นต้องพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนแต่ละกลุ่มพร้อมทั้งเขียนแผนควายภาพเส้น ดังต่อไปนี้

ตาราง 26 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการ ออกแบบและดำเนินการทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบก่อนและหลังสอน

	ก่อนสอน (c_1)	หลังสอน (c_2)	
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม (a_1)	2.6254	2.7537	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม (a_2)	2.8842	2.5754	



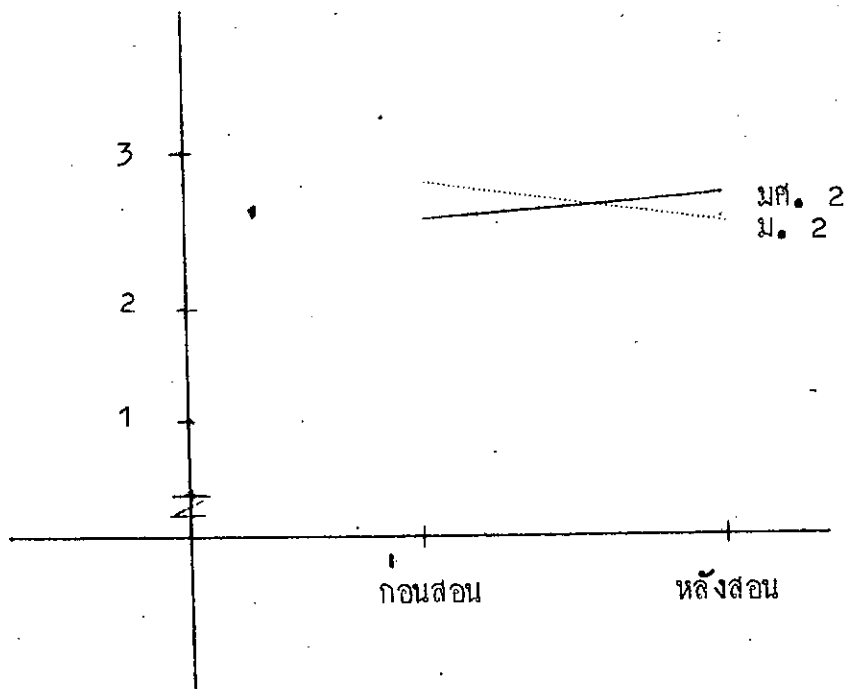
ภาพที่ 3 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบและค่าเนิการทดลอง ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม จากการทดสอบก่อนและหลังสอน

ผลจากการวาง 26 และภาพ 3 แสดงให้เห็นว่าก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบและค่าเนิการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบและค่าเนิการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกลับสูงกว่า

อนึ่งนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม มีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบและค่าเนิการทดลอง จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ .1283 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบและค่าเนิการทดลอง จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนลดลง คือมีค่าเท่ากับ -.3088

ตาราง 27 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการ
ออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 จากการทดสอบก่อน
และหลังสอน

	ก่อนสอน	หลังสอน	
มศ.2	2.6689	2.7147	
ม.2	2.8407	2.6145	



ภาพที่ 4 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะ
ในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2
จากการทดสอบก่อนและหลังสอน

ผลจากการาง 27 และภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยทักษะ
กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้านทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียน
ชั้น มศ.2 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2 แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยด้าน
ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น มศ.2 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของ
นักเรียนชั้น ม.2

อนึ่งคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียน
ชั้น มศ.2 จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ $.0458$ ส่วนคะแนน
เฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น ม.2 จากการทดสอบ
ก่อนสอนและหลังสอนลดลงมีค่าเท่ากับ $-.2262$

2. ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกค่าน)

ตาราง 28 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกค่าน) จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	9.9435	13.5175	11.7305	11.3893
		S	1.1651	2.5012	2.6380	2.7909
	ม.2	\bar{X}	9.2141	12.8820	11.0480	
		S	1.3530	3.0874	2.9816	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	9.7431	14.3688	12.0559	11.1625
		S	2.2387	4.3067	4.0865	3.8037
	ม.2	\bar{X}	8.3839	12.1543	10.2691	
		S	1.8346	3.6262	3.3908	
		\bar{X}	9.3212	13.2306		
		S	1.7283	3.3776		

ตาราง 29 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	347.8153	31		
ครู	.8226	1	.8226	.0725
ระดับชั้น	24.3897	1	24.3897	2.1493
ครู x ระดับชั้น	4.8782	1	4.8782	.4299
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	317.7246	28	11.3473	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	342.9980	32		
การทดสอบ	224.5446	1	224.5446	71.5934 **
ครู x การทดสอบ	1.3319	1	1.3319	.3899
ระดับชั้น x การทดสอบ	.5797	1	.5797	.1697
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.9008	1	.9008	.2637
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	95.6407	28	3.4157	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลวิเคราะห์จากตาราง 28 และ 29 ปรากฏว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ ซึ่งแสดงว่าผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน จากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามไม่แตกต่างกันที่ระดับความ เชื่อมั่น 95% ทว่าเนื่องเดียวกันผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน ส่วนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการสอนจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 กล่าวคือคะแนน ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังการสอนเป็น 13.2306 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนก่อน การสอนเป็น 9.3212

อนึ่งถ้าหากจะพิจารณาคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน) ของ นักเรียนแต่ละกลุ่ม จะมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 12.15 - 14.36 คะแนนเฉลี่ยทุกกลุ่ม 13.23 คะแนน จากคะแนนเต็ม 34 คะแนน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอยู่ใน เกณฑ์ต่ำกว่าปานกลางเล็กน้อย แต่ถาหากจะพิจารณาความยากง่ายของแบบทดสอบ ประกอบ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์มีความยากง่ายเฉลี่ย (Δ) = 11.9 แสดงว่าแบบทดสอบฉบับนี้ค่อนข้างยากกว่าระดับปานกลางเล็กน้อย จึงพอจะกล่าวโดยสรุป ได้ว่าผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

2.1 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ

ตาราง 30 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับ การใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	3.0520	5.1304	4.0912	3.9755
		S	.4399	1.0365	1.3204	1.2688
	ม.2	\bar{X}	2.8012	4.9185	3.8559	
		S	.3378	.8106	1.2471	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	3.0997	5.1082	4.1039	3.7339
		S	.8359	1.8745	1.7440	1.5543
	ม.2	\bar{X}	2.5135	4.2142	3.3638	
		S	.2868	1.3491	1.2880	
		\bar{X}	2.8666	4.8428	3.3638	
		S	.5495	1.3185	1.2880	

ตาราง 31 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความรู้ความจำ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	46.6121	31		
ครู	.9343	1	.9343	.6401
ระดับชั้น	3.7752	1	3.7752	2.5865
ครู x ระดับชั้น	1.0353	1	1.0353	.7093
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	40.8671	28	1.4595	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	79.1280	32		
การทดสอบ	62.4848	1	62.4848	107.9045 **
ครู x การทดสอบ	.2366	1	.2366	.4086
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0722	1	.0722	.1247
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.1201	1	.1201	.2074
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	16.2141	28	.5790	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.2 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ

ตาราง 32 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับ การใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	4.4796	5.4295	4.9545	4.8690
		S	.4979	.7155	.7715	.9652
	ม.2	\bar{X}	4.1675	5.3993	4.7834	
		S	.7251	1.1933	1.1465	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	4.4160	5.4848	4.9504	4.6339
		S	.7136	.8383	.9328	1.1807
	ม.2	\bar{X}	3.6926	4.9420	4.3173	
		S	.9571	1.4294	1.3406	
		\bar{X}	4.1889	5.3139		
		S	.7716	1.0515		

ตาราง 33 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านความเข้าใจ

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	43.1884	31		
ครู	.8843	1	.8843	.6371
ระดับชั้น	2.5869	1	2.5869	1.8638
ครู x ระดับชั้น	.8534	1	.8534	.6149
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	38.8636	28	1.3879	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	29.7978	32		
การทดสอบ	20.2490	1	20.2490	60.9259 **
ครู x การทดสอบ	.0186	1	.0186	.0560
ระดับชั้น x การทดสอบ	.2139	1	.2139	.6436
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.0102	1	.0102	.0308
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	9.3059	28	.3323	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

2.3 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้

ตาราง 34 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้ จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.4024	3.0958	2.7491	2.7286
		S	.3979	.9603	.7953	
	ม.2	\bar{X}	2.2330	3.1830	2.7080	
		S	.6126	1.1140	.9975	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	2.2427	3.6991	2.9709	2.7507
		S	.8249	1.6398	1.4622	
	ม.2	\bar{X}	2.0837	2.9774	2.5305	
		S	.6350	1.0361	.9498	
		\bar{X}	2.2405	3.2388		
		S	.6151	1.1901		

ตาราง 35 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ด้านการนำไปใช้

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	41.4323	31		
ครู	.0078	1	.0078	.0055
ระดับชั้น	.9271	1	.9271	.6512
ครู x ระดับชั้น	.6376	1	.6376	.4479
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	39.8597	28	1.4235	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	30.1580	32		
การทดสอบ	15.9477	1	15.9477	34.4928**
ครู x การทดสอบ	.4993	1	.4993	1.0800
ระดับชั้น x การทดสอบ	.0937	1	.0937	.2027
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	.6714	1	.6714	1.4523
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	12.9457	28	.4623	

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลวิเคราะห์จากตาราง 30, 31, 32, 33, 34 และ 35 ปรากฏว่าไม่มี ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ แสดงว่าผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้ง สามด้านคือด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้ ของนักเรียนที่ได้รับการ สอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม กับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่ได้รับการสอน จากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความ เชื่อมั่น 95% ในทำนองเดียวกันผลสัมฤทธิ์ทั้งสามด้านของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน แต่ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสาม ด้านของนักเรียนหลังการสอนจะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ทั้งสามด้านคือ ความรู้ความจำ ความ เข้าใจ การนำไปใช้ จากการทดสอบหลังการสอนเท่ากับ 4.8428, 5.3139 และ 3.2388 ส่วนคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์จากการทดสอบก่อนสอนเท่ากับ 2.8666, 4.1889 และ 2.2405 ตามลำดับ

3. ทักษะ

3.1 ทักษะเชิงวิทยาศาสตร์

ตาราง 36 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวนเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	43.3912	43.8782	43.6347	42.9453
		S	2.4524	2.4588	2.3856	2.5632
	ม.2	\bar{X}	42.0602	42.4517	42.2560	
		S	2.5871	2.8190	2.6216	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	43.6151	45.2315	44.4233	42.7600
		S	2.2084	2.3775	2.3687	3.3755
	ม.2	\bar{X}	41.1173	41.0760	41.0966	
		S	3.4046	3.7677	3.4690	
		\bar{X}	42.5459	43.1593		
		S	2.7668	3.1831		

ตาราง 37 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	525.3795	31		
ครู	.5498	1	.5498	.0365
ระดับชั้น	88.5648	1	88.5648	5.8890 *
ครู x ระดับชั้น	15.1783	1	15.1783	1.0092
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	421.0865	28	15.0388	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	32.0615	32		
การทดสอบ	6.0199	1	6.0199	8.4103 **
ครู x การทดสอบ	.4853	1	.4853	.6780
ระดับชั้น x การทดสอบ	3.0739	1	3.0739	4.2945 *
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	2.4403	1	2.4403	3.4093
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	20.0419	28	.7157	

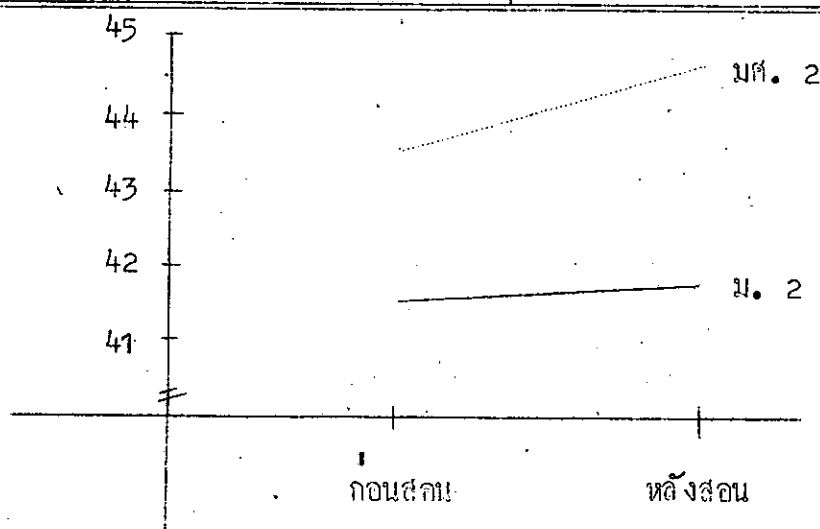
* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05.

** มีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลวิเคราะห์จากตาราง 37 แสดงว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น และการทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 หลังจากการ ทดสอบก่อนสอนและหลังสอนไม่ได้สอดคล้องไปในทางเดียวกัน เพื่อความเข้าใจและเพื่อ ความชัดเจนในการแปลผลซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ประกอบ พร้อมทั้งเขียนแทนด้วยภาพเส้นโค้งดังต่อไปนี้

ตาราง 38 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 จากการทดสอบก่อนและหลังสอน

	ก่อนสอน	หลังสอน
มศ.2	43.5032	44.5549
ม.2	41.5887	41.7638



ภาพที่ 5 แสดงค่าคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 จากการทดสอบก่อนและหลังสอน

ผลการวิเคราะห์จากตารางที่ 38 และภาพที่ 5 แสดงว่าก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ย
ทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2
แต่หลังการสอนคะแนนเฉลี่ยทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 ยังคงสูงกว่า
แต่ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองชั้น จากการทดสอบหลังการสอน
มีมากกว่าก่อนการสอน หรืออาจจะกล่าวได้ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2 จากการ
ทดสอบก่อนสอนและหลังสอนเพิ่มเล็กน้อยคือเพิ่มเท่ากับ .1751 แต่คะแนนเฉลี่ยทัศนคติ
เชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ.2 จากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนเพิ่มมากมีค่า
เท่ากับ 1.0517 โดยเหตุที่อัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งสองชั้น ไม่เท่ากัน
จึงทำให้มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างระดับชั้นและการทดสอบ.

3.2 ทักษะคณิตที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ตาราง 39 ค่าคะแนนเฉลี่ย ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของแบบทดสอบทักษะคณิตที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ จำแนกเป็นรายกลุ่ม

		การทดสอบ				
		ก่อนสอน	หลังสอน			
ครูที่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	77.4223	78.0879	77.7551	76.5834
		S	2.3124	1.8983	2.0725	2.6129
	ม.2	\bar{X}	74.7919	76.0317	75.4118	
		S	2.4544	2.8022	2.6240	
ครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม	มศ.2	\bar{X}	78.0997	77.7466	77.9231	76.2082
		S	2.0621	1.8239	1.8895	2.8282
	ม.2	\bar{X}	75.3330	73.6536	74.4933	
		S	2.8182	2.1920	2.5858	
		\bar{X}	76.4117	76.3800		
		S	2.7001	2.7581		

ตาราง 40 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
<u>ระหว่างกลุ่ม</u>	2746.5547	31		
ครู	105.0817	1	105.0817	1.3943
ระดับชั้น	411.9423	1	411.9423	5.4659 *
ครู x ระดับชั้น	119.3116	1	119.3116	1.5831
ความคลาดเคลื่อนระหว่างกลุ่ม	2110.2190	28	75.3649	
<u>ภายในกลุ่ม</u>	2522.6155	32		
การทดสอบ	78.8004	1	78.8004	1.0612
ครู x การทดสอบ	160.9837	1	160.9837	2.1680
ระดับชั้น x การทดสอบ	90.2901	1	90.2901	1.2159
ครู x ระดับชั้น x การทดสอบ	113.4328	1	113.4328	1.5276
การทดสอบ x ความคลาดเคลื่อนภายในกลุ่ม	2079.1083	28	74.2538	

* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

✓ ผลจากตาราง 40 ปรากฏว่าไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครู ระดับชั้น และการทดสอบ ซึ่งแสดงว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่นักเรียนชั้น มศ.2 มีทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม.2 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ถ้าพิจารณาค่าคะแนนเฉลี่ยเป็นรายกลุ่มจากตารางที่ 39 จะพบว่านักเรียนชั้น มศ.2 มีคะแนนเฉลี่ยในแบบทดสอบทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์เป็น 77.8391 และนักเรียนชั้น ม.2 มีคะแนนเฉลี่ยเพียง 74.9525 ส่วนทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนสอนและหลังสอนไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อนึ่งถ้าหากจะพิจารณาคะแนนเฉลี่ยทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่ม จะมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในช่วงตั้งแต่ 73.65 - 78.08 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน แสดงให้เห็นว่านักเรียนแต่ละกลุ่มมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม และศึกษาเปรียบเทียบว่านักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยหนังสือเรียนฉบับเดียวกันจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติแตกต่างกันหรือไม่ ตลอดจนประเมินการเปลี่ยนแปลงของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการสอน

กลุ่มตัวอย่าง

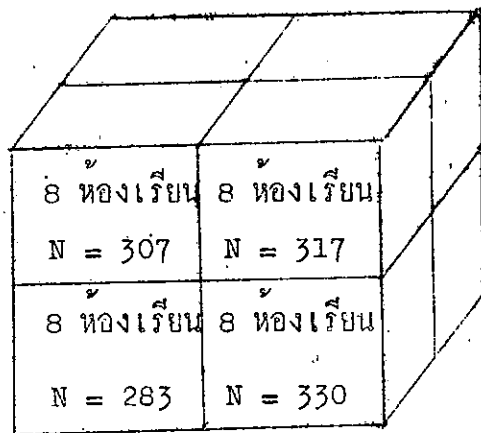
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 จำนวน 1,237 คน ในปีการศึกษา 2522 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วกลาง จำนวน 32 โรงเรียน สุ่มตัวอย่างสุ่มโรงเรียน 32 โรงเรียนแล้วสุ่มแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 16 โรงเรียน กลุ่มที่หนึ่งแต่ละโรงเรียนสุ่มห้องเรียนระดับชั้น มศ. 2 หนึ่งห้องเรียน กลุ่มที่สองแต่ละโรงเรียนสุ่มห้องเรียนระดับชั้น ม. 2 หนึ่งห้องเรียน หลังจากนั้นจึงสุ่มห้องเรียนเข้าสู่กลุ่มตามรูปแบบการวิจัย ดังนี้

(c) การทดสอบ c_2 หลังสอน
 c_1 ก่อนสอน

a_1 ครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

(A) ครู

a_2 ครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม



b_1 มศ. 2 b_2 ม. 2

(B) ระดับชั้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม มี 4 ประเภท
 - 1.1 แบบทดสอบที่ให้ครูจำแนกคำถามแต่ละข้อเป็นคำถามประเภทใด
 - 1.2 เทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอน 4 เรื่อง
 - 1.3 เอกสารการใช้คำถามในห้องเรียน 3 เล่ม
 - 1.4 เทปเปล่าเพื่อให้ครูบันทึกเสียงการสอนหัวข้อที่ผู้วิจัยกำหนด
2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ประเภท
 - 2.1 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
 - 2.3 แบบวัดทัศนคติ
 - 2.3.1 แบบวัดทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์
 - 2.3.2 แบบวัดทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม โดยมีจุดมุ่งหมายให้ครูตระหนักถึงความสำคัญของการวิจัยและให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง นอกจากนี้ยังให้ความรู้เรื่องการใช้คำถามในห้องเรียน ชนิดของคำถาม หลังจากนั้นแล้วให้ครูฝึกจำแนกประเภทของคำถาม ผลการฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามปรากฏว่าครูมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียน และสามารถจำแนกประเภทของคำถามได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ระหว่างที่ครูกลุ่มนี้กำลังสอน ผู้วิจัยได้ส่งเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนไปให้ครูจำนวน 3 เล่ม โดยส่งทางไปรษณีย์ เคียงละหนึ่งเล่มเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ครูใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างในการเรียนการสอนให้มากที่สุดที่จะทำได้ นอกจากนี้ยังส่งเทปเปล่าไปให้ครูที่เป็นกลุ่มตัวอย่างบันทึกเสียง

การสอนตามหัวข้อที่กำหนดคนละ 1 ครั้ง โดยแบ่งให้ครูจำนวน 16 คนบันทึกเสียงการสอน
 กลางภาคเรียน ส่วนครูที่เหลืออีก 16 คนให้บันทึกเสียงการสอนปลายภาคเรียน การ
 บันทึกเสียงการสอนกลางภาคเรียนเพื่อใช้ตรวจสอบว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองใช้
 คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง เป็นสัดส่วนมากกว่าครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มควบคุม
 การบันทึกเสียงการสอนปลายภาคเรียนเป็นการตรวจสอบเพื่อใช้เป็นข้อมูลยืนยันและใช้เป็น
 ข้อมูลประกอบการอภิปรายผลการวิจัย ผลจากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถาม
 ครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง เป็นสัดส่วนสูงกว่าครู
 ที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มควบคุมทั้งกลางภาคเรียนและปลายภาคเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ของผลการวิจัย โดยตลอดและเพื่อความสะดวกแก่การ
 สรุปผลการวิจัย จึงได้สรุปผลการวิจัยไว้ในตารางเดียวกัน ดังนี้

ตาราง 41 สรุปผลการวิจัย

แบบทดสอบและแบบวัด	ABC	BC	AC	C	AB	B	A
1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ)	NS	NS	NS	* $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
1.1 ทักษะในการจัดการกระทำกับข้อมูล	*	NS	NS	** $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
1.2 ทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1.3 ทักษะในการสร้างสมมติฐาน	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
1.4 ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง	NS	*	**	NS	NS	NS	NS
2. ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)	NS	NS	NS	* $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
2.1 ด้านความรู้ความจำ	NS	NS	NS	** $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
2.2 ด้านความเข้าใจ	NS	NS	NS	** $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
2.3 ด้านการนำไปใช้	NS	NS	NS	** $C_2 > C_1$	NS	NS	NS
3. ทักษะ							
3.1 ทักษะเชิงวิทยาศาสตร์	NS	*	NS	** $C_2 > C_1$	NS	* $b_1 > b_2$	NS
3.2 ทักษะที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์	NS	NS	NS	NS	NS	* $b_1 > b_2$	NS

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

NS ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลสรุปจากตาราง 41 พอสรุปลงดังต่อไปนี้

1. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์ (interaction effect)

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างครูกับระดับชั้นและการทดสอบ หรือครูกับระดับชั้นหรือครูกับการทดสอบ หรือระดับชั้นกับการทดสอบ ดังจะเสนอต่อไปนี้

1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตามทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูกับระดับชั้นและการทดสอบ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลในแต่ละระดับของการทดสอบจะแตกต่างกันในระดับต่างๆ ของการได้รับการสอนจากครูและระดับชั้น ดังเหตุนี้อัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลของนักเรียนแต่ละกลุ่มมีไม่เท่ากัน ซึ่งผลปรากฏดังนี้ อัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลจากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนของนักเรียนชั้น มศ.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามจะเพิ่มในอัตราสูงสุดมีค่าเท่ากับ .4576 นักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยรองลงมา มีค่าเท่ากับ .3176 นักเรียนชั้น ม.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มคะแนนเฉลี่ยเพียง .1702 ส่วนนักเรียนชั้น มศ.2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีอัตราการเพิ่มของคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูลน้อยที่สุดมีอัตราการเพิ่มเพียง .0704

1.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง ปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับการทดสอบและมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นกับการทดสอบ ซึ่งมีผลดังนี้

1.2.1 ก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามต่ำกว่าของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกลับสูงกว่า

1.2.2 ก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยค่ามัทกะในการออกแบบทดลอง และดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น ม.2 สูงกว่าของนักเรียนชั้น มศ.2 แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น มศ.2 กลับสูงกว่า

1.3 ทักษะเชิงวิทยาศาสตร์ ปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้น และการทดสอบ ซึ่งแสดงว่าคะแนนเฉลี่ยทักษะเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไม่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยทักษะเชิงวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ.2 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม.2 แต่หลังการสอนยิ่งสูงมากกว่ามากขึ้น

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนจากการทดสอบก่อนสอนและหลังสอนไม่แตกต่างกัน

2.1 ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.2 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

2.3 ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง

2.4 ทักษะที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

3. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน จากการทดสอบหลังสอนสูงกว่าก่อนสอน

3.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทักษะทุกด้าน)

3.2 ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

3.3 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)

3.3.1 ความรู้ความจำ

3.3.2 ความเข้าใจ

3.3.3 ความนำไปใช้

4. นักเรียนชั้นมศ.2 กับนักเรียนชั้น ม.2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควบหนังสือเรียนเล่มเดียวกันและใช้สื่อการเรียนเหมือนกันมีผลการเรียนต่อไปนี้ไม่แตกต่างกัน

4.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทักษะทุกด้าน)

4.1.1 ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

4.1.2 ทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป

4.1.3 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

- 4.1.4 ทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลอง
- 4.2 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)
 - 4.2.1 ด้านความรู้ความจำ
 - 4.2.2 ด้านความเข้าใจ
 - 4.2.3 ด้านการนำไปใช้
- 5. นักเรียนชั้น มศ.2 มีผลการเรียนต่อไปนี้สูงกว่านักเรียนชั้น ม.2
 - 5.1 ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์
 - 5.2 ทักษะคิดที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
- 6. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนทุกด้านไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ผลการวิจัยปรากฏว่าผลส่วนใหญ่ไม่ได้เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ มีผลเพียงบางส่วนเท่านั้นที่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ในการอภิปรายผลจะแยกอภิปรายเป็นรายสมมุติฐานและในแต่ละสมมุติฐานจะแยกอภิปรายเป็น 2 ประเด็น คือ ประเด็นที่เป็นไปตามสมมุติฐาน และประเด็นที่ไม่ได้เป็นไปตามสมมุติฐาน

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

1.1 ประเด็นที่เป็นไปตามสมมุติฐาน ผลปรากฏว่าถ้าพิจารณาจาก main effect จะไม่ปรากฏว่ามีผลการวิจัยด้านใดที่สอดคล้องกับสมมุติฐานนี้ แต่ถ้าพิจารณาจากปฏิสัมพันธ์ (interaction effect) แล้วจะปรากฏว่า ก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอน

จากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอน จากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยลักษณะ นี้ของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามกลับสูงกว่า

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับการทดสอบ ซึ่งควรจะมีผลในลักษณะหนึ่งในสามประการดังนี้ ประการแรกก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยของ ผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามไม่ แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึก เกี่ยวกับการใช้คำถาม แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยของผลการเรียนของนักเรียนที่ได ้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามจะสูงกว่า ประการที่สองก่อนการสอน คะแนนเฉลี่ยผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้ คำถามสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้ คำถามเล็กน้อย แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ามาก ประการที่สามคะแนนเฉลี่ย ผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับ การใช้คำถามกลับสูงกว่า ผลการวิจัยนี้จะสอดคล้องกับความเชื่อของนักการศึกษาหลายท่าน ที่เชื่อว่าการใช้คำถามที่เหมาะสมและการใช้คำถามที่มีระดับสูง ๆ จะกระตุ้นให้นักเรียนรู้จัก คิด ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองและมีความสนใจและสนุกสนานในการเรียน การออกแบบ การทดลองและการกำเนินการทดลองก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้พื้นฐานความรู้เดิมและใช้ความคิดใน การมองหาแนวทางใหม่ที่เหมาะสม คว้ยเหตุนี้การใช้คำถามโดยเฉพาะการใช้คำถามประเภท ที่มีคำตอบหลายอย่างจึงมีอิทธิพลและส่งผลต่อการเรียนค่านนี้

1.2 ประเด็นที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน ปรากฏว่าผลวิจัยส่วนใหญ่ไม่ สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ กล่าวคือผลการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได ้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามหรือจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลการเรียนต่างกันต่าง ๆ ดังนี้

- 1.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทักษะทุกด้าน)
 - 1.2.1.1 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป
 - 1.2.1.2 ทักษะในการสร้างสมมติฐาน
- 1.2.2 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)
 - 1.2.2.1 ด้านความรู้ความจำ
 - 1.2.2.2 ด้านความเข้าใจ
 - 1.2.2.3 ด้านการนำไปใช้
- 1.2.3 ทักษะคิดเชิงวิทยาศาสตร์
- 1.2.4 ทักษะคิดที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

เหตุที่ผลการวิจัยส่วนใหญ่ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะมีสาเหตุหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คะแนนเฉลี่ยของห้องมาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ จำนวนกลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีเพียง 8 ห้องเรียนเท่านั้น ($N = 8$) การที่กลุ่มตัวอย่างน้อยทำให้ power ต่ำ อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผลการวิจัยส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. จุดอ่อนประการหนึ่งของการวิจัยนี้คือความเที่ยงตรงของ treatment กล่าวคือครูในกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นส่วนที่สูงกว่าครูในกลุ่มควบคุม หรือไม่ และถ้าใช้คำถามประเภทนี้สูงกว่าจะสูงกฏน้อยเพียงใด การฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม ครูอาจจะมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้รับการฝึกแต่ มิได้เป็นหลักประกันว่าครูจะนำความรู้ความเข้าใจและเทคนิคการใช้คำถามไปใช้ในห้องเรียน เพื่อเป็นการป้องกันจุดอ่อนนี้ผู้วิจัยจึงได้ให้ครูทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมบันทึกเสียง การสอนตอนกลางภาค เรียบและปลายภาค เรียบ แล้วนำเทปบันทึกเสียงการสอนของครูมาวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้คำถามวงครูใช้คำถามแต่ละประเภทเป็นส่วนมากน้อยเพียงใด ผลปรากฏว่า กลางภาคเรียนครูในกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างสูงกว่า

ครูในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์แล้ว กลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทนี้ 21.12 % ในขณะที่กลุ่มควบคุมใช้คำถามประเภทนี้เพียง 19.40 % สำหรับปลายภาคเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างไม่แตกต่างกันกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทนี้เพียง 5.56 % กลุ่มควบคุมใช้คำถามประเภทนี้ 2.06 % จากข้อมูลข้างต้นนี้พออภิปรายได้ดังนี้

2.1 แนวทางการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างของครูที่สอนกลุ่มทดลองจะสูงกว่าการใช้คำถามของครูที่สอนกลุ่มควบคุมก็ตาม แต่การใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างอาจจะถามไม่ครอบคลุมทักษะทุกทักษะที่ต้องการจะวัดก็ได้ เพราะว่าการวิจัยนี้ มุ่งและสนใจที่จะให้ครูใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเท่านั้น แต่ไม่ได้แจกแจงย่อยหรือฝึกการใช้คำถามเป็นรายทักษะตามที่ต้องการจะใช้แบบทดสอบวัดถึงนั้นคำถามของครูอาจจะจะเป็นคำถามที่มีคำตอบหลายอย่างที่ถามเฉพาะทักษะใดทักษะหนึ่ง เช่นคำถามเพื่อการอธิบายหรือคำถามเพื่อการสังเกต โดยไม่ได้ถามคำถามเพื่อการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป คำถามเพื่อการตั้งสมมุติฐานและคำถามเพื่อการออกแบบและดำเนินการทดลอง ด้วยเหตุนี้อาจส่งผลให้นักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม

2.2 การใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างของครูในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่ได้คงเส้นคงวา กล่าวคือตอนกลางภาคเรียนครูในกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามประเภทนี้จะค่อนข้างสูงคือสูงถึง 21.12 % ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในต่างประเทศและในประเทศไทยที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นของสหรัฐอเมริกาใช้คำถามประเภทความคิด 20 % และจากการศึกษาของชงชัย ชิวปรีชา ที่พบว่าครูวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของประเทศไทยใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างประมาณ 10 - 15 % (ชงชัย ชิวปรีชา 2521 : 11) แต่ตอนปลายภาคเรียนครูในกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม และเมื่อพิจารณาจาก

เปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามประเภทนี้จะมีเพียง 5.65 % เท่านั้น ซึ่งค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าหัวข้อที่ผู้วิจัยให้ครูบันทึกเสียงการสนทนาตอนปลายภาคเรียนมีเนื้อหาไม่เอื้อต่อการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าความเข้มข้นของการใช้คำถามประเภทนี้ของครูลดลง กล่าวคือในระยะแรก ๆ หรือต้น ๆ ภาคเรียนครูในกลุ่มทดลองเพิ่งได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม ครูยังตระหนักถึงความสำคัญของการใช้คำถามและพยายามใช้คำถามประเภทนี้ในการเรียนการสอนมาก แต่พอนาน ๆ ไปการให้ความสำคัญก็ลดน้อยลง ประกอบกับการใช้คำถามประเภทนี้ครูจะต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวเตรียมการใช้คำถามล่วงหน้า ครูสอนนาน ๆ เข้าภาระต่าง ๆ ของครูก็มากขึ้นทำให้มีเวลาเตรียมคำถามประเภทนี้น้อยลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ส่งผลการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

2.3 เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ของการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างถึงแม้ว่าจะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์จะเห็นว่ากลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมไม่มากนัก ดังนั้นอาจเป็นสาเหตุให้ส่งผลการเรียนของนักเรียนไม่เพียงพอที่จะทำให้เห็นถึงความแตกต่าง

2.4 อาจจะเป็นไปได้ว่าเวลาที่ให้ครูในกลุ่มทดลองบันทึกเสียงการสนทนาครูในกลุ่มทดลองทราบล่วงหน้าและเข้าใจว่าผู้วิจัยต้องการอัดเสียงไปทำไม จึงมีการเตรียมตัวล่วงหน้าและเตรียมใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างให้มากเป็นพิเศษ ในขณะที่สอนตามปกติก็สอนตามความสบายและตามวิธีการที่เคยสอนตามปกติ จึงทำให้ข้อผิดพลาดของการใช้คำถามของครูมีผลการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน

3. ถ้าหากพิจารณาปริมาณคำถามที่ครูใช้จากการวิเคราะห์ เพ่งการสนทนาจะพบว่าทั้งครูที่สอนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนเป็นเปอร์เซ็นต์ค่อนข้างสูงกล่าวคือ ใช้คำถามประเภทนี้อยู่ในช่วง 63.21 - 91.96 % ซึ่งคำถามประเภทนี้เป็นคำถามที่มีคำตอบแน่นอนตายตัวและมีคำตอบเพียงคำตอบเดียว คำถามประเภทนี้จะมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับความคิดแบบเอกนัย (Convergent thinking) ส่วนทักษะในการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป ทักษะในการสร้างสมมุติฐานเป็นทักษะที่ก่อให้เกิด

ความคิดแบบเจอนกนัย (Divergent thinking) ภายเหตุนั้นครูใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอน เป็นเปอร เช่นตคอนขางสูงจึงอาจสงผลทำใหัทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ตองใชความคิดแบบเจอนกนัยไมแตกตางกัน

4. อาจเป็นไปได้ว่าครูในกลุ่มควบคุมได้รับความรู้เกี่ยวกับการใช้คำถามจากการอบรมครูเพื่อเตรียมใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ จึงทำให้ครูในกลุ่มควบคุมถามคำถามได้ใกล้เคียงและไม่แตกต่างกันมากนักกับครูในกลุ่มทดลอง ทำให้การใช้คำถามของครูทั้งสองกลุ่มส่งผลกระทบต่อผลการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกัน ประกอบกับหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของส่วต มุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มากกว่าที่จะมุ่งในเนื้อหาวิชา ถ้าหากครูดำเนินการสอนตามคู่มือครูทุกบททุกตอนก็จะทำให้นักเรียนมีความรู้ในทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ไม่แตกต่างกัน

2. นักเรียนชั้น มศ.2 มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนชั้น ม.2

2.1 ประเด็นที่เป็นไปตามสมมุติฐาน ผลปรากฏว่านักเรียนชั้น มศ.2 มีผลการเรียนสูงกว่านักเรียนชั้น ม.2 ในคานตอไปนี้

2.1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง คือก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนในคานทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น มศ. 2 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม. 2 แต่หลังการสอนคะแนนเฉลี่ยคานทักษะการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลองของนักเรียนชั้น มศ. 2 กลับสูงกว่า

2.1.2 ทักษะการเชิงวิทยาศาสตร์ คือก่อนการสอนคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ. 2 สูงกว่าชั้น ม. 2 แต่หลังการสอนแล้วคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ. 2 จะสูงกว่าชั้น ม. 2 มาก

2.1.3 ทักษะการที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ. 2 จะสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม. 2 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ผลการวิจัยข้างคนนี้ออกคผลองกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการใช้คำถามที่เหมาะสมของครูโดยเนพาการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอยางจะกระตุ้น

ให้นักเรียนเกิดความสนใจและรู้จักคิดตลอดจนรู้จักวิธีค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองและ
 จัดกระทำกับความรู้ของตนเองซึ่งสอดคล้องกับความเชื่อของแซนเดอร์ที่เชื่อว่า "ครูสามารถ
 นำนักเรียนให้เกิดความคิดทุกประเภทได้ถ้าใช้คำถาม ปัญหา และโครงการอย่างระมัดระวัง"
 (Sandem. 1966 : 1) และด้วยเหตุที่นักเรียนชั้น มศ. 2 มีอายุเฉลี่ยสูงกว่านักเรียน
 ชั้น ม. 2 หนึ่งปีและมีประสบการณ์การเรียนรู้มากกว่านักเรียน ม. 2 หนึ่งปี เพราะ
 ฉะนั้นนักเรียน มศ. 2 ควรจะมีวุฒิภาวะและมีประสบการณ์ตลอดจนความคิดสูงกว่านักเรียน
 ชั้น ม. 2 และด้วยเหตุนี้ที่การออกแบบการทดลองและการดำเนินการทดลองเป็นเรื่องที่
 ต้องใช้ความรู้พื้นฐานพร้อมทั้งใช้ความคิดริเริ่มหาแนวทางใหม่ ๆ มาจัดกระทำ จึงทำให้
 มีความสอดคล้องกันและมีผลให้การเรียนค่านนี้ของนักเรียนชั้น มศ. 2 สูงกว่า ส่วนทัศนคติ
 เชิงวิทยาศาสตร์ก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานและความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์
 และเข้าใจความคิดประกอบด้วยจึงทำให้นักเรียนชั้น มศ. 2 มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์
 สูงกว่า เมื่อนักเรียนชั้น มศ. 2 มีความคิดและมีความรู้ในด้านการออกแบบการทดลองและ
 ดำเนินการทดลองสูงกว่านักเรียนชั้น ม. 2 จึงทำให้นักเรียนชั้น มศ. 2 มีความสนใจและ
 อยากที่จะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมต่อไปทำให้นักเรียนมีความรู้สึกที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ด้วย
 จึงอาจเป็นเหตุให้นักเรียนชั้น มศ. 2 มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น
 ม. 2

2.2 ประเด็นที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนชั้น
 มศ. 2 มีผลการเรียนค่านต่อไปนี้ไม่แตกต่างกับนักเรียนชั้น ม. 2

2.2.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทักษะทุกด้าน)

2.2.1.1 ทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป

2.2.1.2 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

2.2.2 มอส์มฤทธิวิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)

2.2.2.1 ค่านความรู้ความจำ

2.2.2.2 ค่านความเข้าใจ

2.2.2.3 ค่านการนำไปใช้

ผลการวิจัยข้างต้นนี้ไม่สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะว่าผลการเรียนคาบต่าง ๆ ข้างต้นนี้เป็นเรื่องของความรู้ หรือเป็นผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนชั้น มศ. 2 หรือ ม. 2 ก็รับได้ไม่แตกต่างกัน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ชั้น มศ. 2 ของสสวท. ที่คาดคิดเอาไว้ว่าการพัฒนาหลักสูตรมุ่งเน้นที่จะปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นกระบวนการมากกว่าเน้นในเนื้อหาวิชา และการทดลองตลอดจนเนื้อหาที่นำมาใช้เป็นสื่อในการพัฒนามีได้มีขั้นตอนหรือยากเกินกว่าที่นักเรียนชั้น ม. 2 จะรับได้ จึงได้ตัดสินใจให้นักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 เรียนหนังสือเรียนเล่มเดียวกัน และด้วยเหตุที่ผลการวิจัยข้างต้นถ้าจะพิจารณาแล้วก็เป็นเรื่องของความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นผลการเรียนของนักเรียนทั้งสองชั้นจึงไม่แตกต่างกัน

3. ผลการเรียนของนักเรียนหลังการสอนสูงกว่าผลการเรียนของนักเรียนก่อนการสอน

3.1 ประเด็นที่เป็นไปตามสมมุติฐาน ปรากฏว่าผลการวิจัยส่วนใหญ่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งมีคาบต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทักษะทุกด้าน)

3.1.1.1 ทักษะในการจัดการกระทำกับข้อมูล

3.1.2 ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ (รวมทุกด้าน)

3.1.2.1 ความรู้ความจำ

3.1.2.2 ความเข้าใจ

3.1.2.3 การนำไปใช้

3.1.3 ทักษะเชิงวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยข้างต้นนี้สอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้ สำหรับตัวแปรนี้ควรจะเป็นไปตามสมมุติฐานทั้งนี้เพราะว่าการวัดผลการเรียนก่อนการสอนนั้นเป็นการวัดในเรื่องที่นักเรียนยังไม่รู้อยู่ไม่ได้เรียน หรือรู้แค่เพียงผิวเผิน แต่หลังการสอนแล้วเป็นการวัดในเรื่องที่นักเรียนเรียนมาแล้วหรือรู้เรื่องมาแล้ว ดังนั้นไม่ว่าจะเป็นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์หรือทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการทดสอบหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนจึงเป็นเรื่องธรรมดา

3.2 ประเด็นที่ไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ปรากฏว่าผลการเรียนของนักเรียนในคานคอปนี้ไม่เป็นไปตามสมมุติฐาน

3.2.1 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

3.2.2 ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

3.2.3 ทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการวิจัยข้างต้นนี้ไม่ได้เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าทักษะการแปลความหมายข้อมูลและการสรุป และทักษะในการสร้างสมมุติฐานต้องใช้ความคิดแบบเอนกนัย (Divergent thinking) แต่คำถามที่ครูใช้ส่วนใหญ่เป็นคำถามที่มีคำตอบแน่นอนซึ่งต้องใช้ความคิดแบบเอนกนัย (convergent thinking) จึงอาจมีส่วนทำให้ทักษะสองด้านนี้ก่อนการสอนและหลังการสอนไม่แตกต่างกัน อีกประการหนึ่งอาจเป็นเพราะว่าแนวในการพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นกระบวนการมากกว่าการเน้นเนื้อหาวิชา วิธีการสอนที่ใช้การทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสื่อในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การทดสอบก่อนการสอนของการวิจัยนี้ได้ไปวัดผลนักเรียนตอนต้นปีชั้น มศ. 2 หรือ ม. 2 ซึ่งนักเรียนเคยได้รับการสอนการเรียนรู้มาตามแนวทางนั้นมาแล้วเป็นเวลาหนึ่งปี จึงทำให้นักเรียนมีทักษะในด้านนี้อยู่บ้างแล้ว ดังนั้นจะวัดผลก่อนการสอนหรือหลังการสอนผลการเรียนในคานคอปนี้จึงไม่แตกต่างกัน ส่วนทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์อาจจะเป็นไปได้ว่านักเรียนสนใจ ชอบ วิธีการเรียนโดยมุ่งเน้นการทดลองและมุ่งเน้นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนกระตือรือร้น สนใจที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เกิดความสนุกสนานในการเรียน จึงมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ และเมื่อพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ยทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนสอน จะเห็นว่ามีค่าคะแนนเฉลี่ยค่อนข้างสูง ประมาณ 75 - 80 คะแนนจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เมื่อคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนสอนค่อนข้างสูง การทดสอบหลังสอนถึงแม้คะแนนเฉลี่ยจะเพิ่มก็เพิ่มได้ไม่มากนัก จึงทำให้นักเรียนที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังสอนและก่อนสอนไม่แตกต่างกัน

ขอเสนอแนะ

1. ขอเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1.1 การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้คะแนนเฉลี่ยของห้องเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องจากการสุ่มตัวอย่างมีข้อจำกัด ไม่สามารถสุ่มนักเรียนเป็นรายบุคคลเข้าสู่กลุ่มได้ เพราะเหตุว่าทางโรงเรียนได้จัดชั้นเรียนเรียบร้อยแล้ว ฉะนั้นการสุ่มตัวอย่างจึงทำได้เพียงห้องเรียน การสุ่มเช่นนี้ทำให้เกิดปัญหาในการทำวิจัยคือ ถ้าหากจะใช้ห้องเรียนจำนวนมาก ห้องก็จะมีปัญหาตามมามากมาย เช่น การฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามก็ต้องฝึกครูจำนวนมากขึ้น การติดต่อประสานงานก็ซับซ้อนมากขึ้น การเตรียมแบบทดสอบ ตลอดจนการสอบรวมทั้งค่าใช้จ่ายย่อมมากขึ้น การตรวจแบบสอบถาม การวิเคราะห์หาแนวโน้มใช้เวลามากขึ้นทั้งสิ้นและประการสำคัญอาจจะเกินขีดความสามารถของผู้วิจัยในแง่ค่าใช้จ่าย เวลาและกำลังงานแต่ค่าใช้จ่ายจำนวนสองร้อยต้นน้อยเกินไปก็จะมีผลต่อการวิเคราะห์สถิติ

ในการวิจัยครั้งนี้วิจัยใช้ห้องเรียนจำนวน 32 ห้องเรียนจาก 32 โรงเรียน มีนักเรียน 1237 คน แยกเป็นห้องเรียนเข้าสู่กลุ่มแล้วได้กลุ่มละ 8 ห้องเรียนเท่านั้น ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าจำนวนห้องในแต่ละกลุ่มค่อนข้างน้อยการที่กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีน้อยทำให้ power ต่ำแก่เป็นความจำเป็นเพราะกำลังงาน กำลังทรัพย์ที่ใช้จ่ายมีจำกัดทั้ง ๆ ที่ผู้วิจัยมีความประสงค์จะเพิ่มห้องเรียน เพื่อแก้ปัญหาในการวิจัยครั้งต่อไปในรูปแบบนี้จึงใคร่เสนอแนะว่าให้ผู้วิจัยวางแผนล่วงหน้าแต่เนิ่น ๆ โดยติดต่อกับทางโรงเรียนขอให้นักเรียนเองก่อนที่โรงเรียนจะปิดภาคเรียนจะทำให้สามารถสุ่มนักเรียนเป็นรายบุคคลเข้าสู่กลุ่มได้ จะทำให้กลุ่มตัวอย่างในแต่ละกลุ่มมีมากขึ้น แล้วใช้คะแนนของนักเรียนเป็นรายบุคคลเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ ซึ่งจะไหมลึหลายประการ คือ การรวบรวมข้อมูลจะสะดวกและประหยัด การวิเคราะห์ข้อมูลจะง่าย เข้าและผลการวิเคราะห์จะมีค่าเชื่อถือได้มากขึ้น อาจกล่าวได้ว่าประหยัดทั้งกำลังงานและค่าใช้จ่ายแล้วยังได้ผลสูงกว่าอีกด้วย

1.2 การวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ระดับชั้นเรียน ชั้น มศ. 2 และ ม. 2 เป็นตัวแปรหนึ่งของกาวิจัยด้วย เหตุนี้หว่าคณะผู้พัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ของสสวท. ได้พิจารณาและเสนอต่อ

กระทรวงศึกษาธิการให้นักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 ใช้หนังสือเรียนเล่มเดียวกันทั้งนี้
 ภายเหตุผลที่ว่าหลักสูตรที่จัดทำขึ้นได้ เน้นการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเน
 กระบวนการโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มากกว่าที่จะเน้นในเนื้อ
 หาวิชา การทดลอง สื่อการเรียนที่ใช้ก็ไม่ได้ซับซ้อนเกินกว่าที่นักเรียนชั้น ม. 2 จะเรียน
 ได้ ทางคณะผู้พัฒนาหลักสูตรมีความเชื่อและมีสมมุติฐานว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยา
 ศาสตร์ของนักเรียนไม่แตกต่างกัน ในปี พ.ศ. 2521 ทางสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ได้ทำ
 การวิจัยศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ มศ. 1
 และ ม. 1 ไปแล้ว การทำวิจัยนี้จึงเป็นการวิจัยต่อเนื่องจากที่ทางสาขาวิชาได้ทำไว้เพื่อ
 ได้ได้ข้อมูลมาเป็นส่วนหนึ่งในการประกอบการพิจารณาประกอบการตัดสินใจในการพิจารณา
 ปรับปรุงหลักสูตรฉะนั้นการนำเอาตัวแปรนี้มาเป็นตัวแปรหนึ่งของกรวิจัยจึงมีประโยชน์ต่อ
 ทางสถาบันโดยตรงและเป็นประโยชน์เฉพาะกรณีเท่านั้น แต่ถ้าในเวลาต่อไปแล้วตัวแปรนี้
 จะไม่มีความสำคัญเพราะต่อไประดับชั้น มศ. 2 จะไม่มีแล้วเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง
 ระบบการศึกษาฉะนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปจึงน่าจะเลือกตัวแปรอื่นที่มีคุณค่าและมีความสำคัญ
 มาใช้ เช่น เพศ หรือความถนัดทางการเรียน เพราะเป็นที่น่าสนใจว่าการใช้ค่าตามของ
 ครูจะส่งผลต่อผลการเรียนของนักเรียนที่มีความถนัดแตกต่างกัน แตกต่างกันหรือไม่

1.3 ดังที่ได้กล่าวแล้วในตอนอภิปรายผลสรุปของกรวิจัยนี้ถือความ
 เพียงตรงของ treatment กล่าวคือในการวิจัยครั้งนี้มีการฝึกครู เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้
 คำถาม สมมุติว่าวิธีการฝึกครูจะโดยลดี ครูสามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรใช้คำถาม
 ได้จริงแต่เวลาที่ครูเหล่านี้ไปสอนไม่มีหลักประกันว่าครูจะนำความรู้และวิธีการที่ได้มาจาก
 การฝึกไปใช้ในการเรียนการสอนจริง การวิจัยนี้ไปวัดผลการเรียนของนักเรียนหนึ่งเป็น
 ผลมาจากการสอนของครู ถึงแม้ว่าการวิจัยนี้จะตระหนักถึงปัญหาเหล่านี้และได้หาทางป้องกัน
 และแก้ไขไว้แล้วก็ตามแต่ผู้วิจัยมีความรู้สึกว่าการ treatment ยังไม่เข้มข้นเพียงพอ ดังนั้น
 ในการวิจัยครั้งต่อไปน่าจะทำเป็น 2 ตอนหรือทำเป็น 2 เรื่อง เรื่องที่หนึ่งศึกษาว่าวิธีการ
 ฝึกครูสามารถทำให้ครูเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมกรสอนโดยเฉพาะกรใช้คำถามหรือไม่
 โดยศึกษาจากการสอนจริง ๆ ของครู เรื่องที่สองเลือกครูที่มีพฤติกรรมกรสอนตรงตามที่

ต้องการ และสอนได้อย่างคงเส้นคงวามาเป็นครูสอนกลุ่มทดลอง แล้วจึงค่อยศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนของนักเรียน การทำเช่นนี้จะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อมั่นได้มากขึ้น ถ้าหากมีเวลาจำกัดอาจทำเป็นการวิจัยเรื่องเดียวได้ดังนี้ ใช้วิธีสำรวจหรือสังเกตการสอนของครูแล้วเลือกเอาครูที่มีพฤติกรรมการสอนตรงตามความต้องการมาเป็นครูสอนกลุ่มทดลอง โดยไม่ต้องเสียเวลาในการฝึกครูก็ได้

1.4 เป็นที่น่าสนใจว่าถ้าครูใช้คำถามมาก ๆ แล้วผลการเรียนของนักเรียนจะดีขึ้นจริงหรือไม่ ถ้าหากไม่จริงควรใช้คำถามแต่ละประเภทเป็นสัดส่วนมากน้อยเพียงใด จึงจะส่งผลต่อผลการเรียนของนักเรียนสูงสุด ตลอดจนศึกษาเรื่องการให้เวลานักเรียนคิดก่อนที่จะตอบคำถาม ให้เวลามากน้อยเพียงใดจึงจะทำให้ผลการเรียนของนักเรียนมีประสิทธิภาพสูงสุด

1.5 โดยเหตุที่การวิจัยเกี่ยวกับเรื่องผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนในประเทศไทยแทบจะไม่มีเลย ดังนั้นเพื่อศึกษาวิจัยให้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาวิจัยต่อไป จึงได้ศึกษาตัวแปรหลาย ๆ ตัวพร้อมกันไปเลยทีเดียว ทำให้ได้ข้อมูลในทางกว้างมากกว่าในทางลึก ตัวแปรทั้งสามแต่ละตัวแปรก็มีขอบข่ายกว้างขวางและลึกซึ้ง การวิจัยในโอกาสต่อไปจึงควรศึกษาในทางลึกโดยมุ่งศึกษาตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งโดยเฉพาะและศึกษาทั้งในทางกว้างและทางลึกสำหรับตัวแปรนั้น ๆ ซึ่งมีแง่มุมในการทำวิจัยต่อไปได้อีกมากมายหลายเรื่อง

1.6 สื่อการเรียนสำหรับใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ใช้สื่อการเรียนเท่าที่มีอยู่ในสภาพปัจจุบัน คือใช้หนังสือเรียน คู่มือครู และวัสดุอุปกรณ์ ตามหลักสูตรของ สสวท. การวิจัยในโอกาสต่อไปน่าจะพัฒนาสื่อการเรียนที่ใช้โดยเฉพาะสำหรับการวิจัยขึ้น เช่นทำแผนการสอนหรือโครงการสอนให้อธิบายการใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่างเป็นสัดส่วนแตกต่างกัน เช่นแผนการสอนหนึ่งใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง 70 % และคำถามประเภทอื่น ๆ อีก 30 % ส่วนแผนการสอนอีกร้อยหนึ่งเป็นแผนการสอนที่ใช้คำถามประเภทที่มีคำตอบหลายอย่าง 30 % และคำถามประเภทอื่นอีก 70 % เป็นต้น แล้วให้ครูสอนซึ่งจะทำให้ผลการเรียนของนักเรียนแตกต่างกันอย่างเด่นชัดขึ้น อีกประการหนึ่งควรเน้นการใช้คำถามเพื่อปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แต่ละทักษะให้เด่นชัด เช่นการใช้คำถามเพื่อการแปลความหมายข้อมูล การใช้คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน การใช้คำถามเพื่อการพยากรณ์

การใช้คำถามเพื่อการสังเกต ซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยมีความเชื่อมั่นและน่าสนใจยิ่งขึ้น

1.7 แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น คือวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ส่วนที่เป็น The Integrated Science Process Skill ซึ่งยังไม่ได้วัดอีกส่วนหนึ่งที่เป็น The Basic Science Process Skill ในการทำวิจัยคือไปอาจทำได้ในรูปแบบการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยออกแบบทดสอบให้ครอบคลุมครบถ้วนทุกขั้น และอาจจะทำการศึกษาวิจัยเพื่อศึกษาพัฒนาการด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับต่าง ๆ โดยอาจจะทำเป็นสองรูปแบบ โดยใช้ Cross Sectional Study หรืออาจจะศึกษาโดยติดตามวัดพัฒนาการของนักเรียนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งโดยเฉพาะโดยศึกษาแบบ Longitudinal Study

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษา

2.1 ถึงแม้ว่าการวิจัยนี้จะไม่ชี้ให้เห็นเด่นชัดว่าการใช้คำถามของครูมีผลต่อผลการเรียนของนักเรียน แต่จากเอกสารการวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากหนังสือต่าง ๆ ได้ชี้ให้เห็นถึงคุณค่าและประโยชน์ของการใช้คำถาม โดยเฉพาะการใช้คำถามประเภทที่ให้นักเรียนคิด และจากการวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการฝึกเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามเป็นวิธีการที่ใช้ได้ผลดี ดังนั้นสถาบันที่ผลิตครูหรือสถาบันที่ให้การอบรมครูประจำการน่าจะตระหนักถึงความสำคัญอันนี้ และอาจนำเอาวิธีการฝึกครูไปใช้ หรือนำเอาไปดัดแปลงเพิ่มเติมเพื่อฝึกครูให้เพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม หรือปลูกฝังสมรรถภาพการใช้คำถามให้ครู

2.2 งานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ถึงแม้ว่าเครื่องมือที่ใช้วัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จะไม่สมบูรณ์ครบถ้วนทุกทักษะก็ตาม แต่เป็นเครื่องมือที่มีความสมบูรณ์ส่วนหนึ่งและเป็นเครื่องมือที่มีคุณภาพค่อนข้างสูง มีอำนาจจำแนก มีความเชื่อมั่น ตลอดจนมีความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์สูงพอที่จะนำไปเป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาพัฒนาการด้านต่าง ๆ ของนักเรียน ถ้าหากผู้ใดต้องการให้มีความสมบูรณ์มากขึ้นก็อาจพัฒนาเครื่องมือเพิ่มเติมขึ้นภายหลัง งานวิจัยนี้เป็นเพียงพื้นฐานสำหรับให้ผู้วิจัยคนอื่น ๆ ค่อยเติมเสริมแต่งให้กว้างขวางและลึกซึ้งมากขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

นিকা สะเพียรชัย "ปรัชญาและความมุ่งหมายการสอนวิทยาศาสตร์" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 : 1 - 7 กรกฎาคม 2520

ธงชัย จิวปรีชา "การใช้คำถามในห้องเรียน" ข่าวสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 : 11 กรกฎาคม 2521

บุญลือ ทองอยู่ การศึกษาความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างของความคิดแบบสอบถามกับผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และความเกรงใจ ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร 2514, 71 หน้า อักสำเนา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การใช้คำถามในห้องเรียน เอกสารโรเนียว 2520, 30 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารประกอบการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เอกสารโรเนียว 2519, 116 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เอกสารพิมพ์แจก 2521, 6 หน้า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หน่วยทดสอบและประเมินผลรายงานการสร้างแบบสอบถามทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ - เอกสารโรเนียว 2517, 19 หน้า

สัมพันธ์ คันฉวี การศึกษายาทบทวนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อพัฒนาคุณลักษณะแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความคิดในการสร้างสิ่งก็ป์ และผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ ปรินญาณีพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 2518, 62 หน้า อักสำเนา

- Adair, Charles H. and Allan R. Kyle. Effects of Feedback on Teacher Behavior : An Exploration into the Use of Videotaping in Teacher Education Program. Washington D.C., ERIC Document Reproduction Service, ED 035 592, 1969.
- Arnold, Daniel S., Ronald K. Atwood and Virginia M. Roger. "An Investigation of Relationships Among Question Level, Response Level and Lapse Time," School Science and Mathematics. 73 : 591 - 5, October, 1973.
- "Question and Response Levels and Lapse Time Intervals," The Journal of Experimental Education. 43 : 11 - 5, Fall, 1974.
- Bedwell, Lance E. "The Effects of Training Teachers in Question - Asking Skills on the Achievement and Attitudes of Elementary Pupils," Dissertation Abstracts. 35 : 5980 - A, 1975.
- Blosser, Patricia E. How to Ask the Right Questions. p.1 - 2, Washington D.C., National Science Teachers Association, 1975.
- The Development of The Skill of Questioning in Prospective Secondary School Science Teacher : An Extension. p.62 - 63, Washington, D.C., National Center for Educational Research and Development, 1972.
- Buggey, L.J. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of Second - Grade Children," Dissertation Abstracts. 32 : 2543 - A, 1972.
- Carin, Arthur A. and Robert B. Sund. Developing Questioning Techniques. p.23 - 37, Columer, Charles E. Merrill Publishing Company, 1971.
- Teaching Science Through Discovery. p.113 - 116, 2nd ed., Charles Merrill Publishing Company, 1970
- Collins, Kenneth. "The Importance of a strong Confrontation in an Inquiry Model of Teaching," School Science and Mathematics. 69 : 614 - 619, October, 1969.
- Derhammer, John L. and William H. Cormier. The Effects of Training on Increased Use of and Correlation between Higher order Classroom and Test Questioning Behavior, Washington D.C., ERIC Document Reproduction Service, ED 073 051, 1972
- Edward, Allen L. Experimental Design in Psychological Research. Halt Rinehart and Winston, New York, 1960. 389 p.

- Ferguson, George A. Statistical Analysis in Psychology and Education. Third Edition, McGraw - Hill Book Company, 1971. 492 p.
- Gagne, R.M. Psychological issue in Science - A Process Approach, in the psychological bases of Science - A Process Approach. p.1 - 8, Washington D.C., American Association for the Advancement of Science, 1965.
- Garrett, Henry E. Statistics in Psychology and Education. Vakils, Feffer and Simons Private Ltd., Bombay, 1966. 491 p.
- Harris, Ben M. and Willard Bessent, McIntyre. Inservice Education : A Guide to Better Practice. Englewood Cliffs, Practice - Hall, Inc., 1969.
- Hoover, Kenneth H. The Professional Teacher's Hand Book : A Guide for Improving Instruction in Today's Secondary Schools. p.88, Boston, Allyn and Bacon, Inc., 1973.
- Hunkins, Francis P. Questioning Strategies and Techniques. p.1 - 32, Boston, Allyn and Bacon, 1972.
- Jaus, Harold H. "The Effects of integrated Science Process Skill Instruction on Changing Teacher Achievement and Planning Practices," Journal of Research in Science Teaching. 12(4) : 439 - 477, 1975.
- Johnson, Robert Walter. "A Model for Improving In - Service Teacher Questioning Behavior in Elementary School Science Instruction," Dissertation Abstracts. 31 : 1666 - 7 A, October, 1969.
- Kleinman, Gladys S. "General Science Teacher's Questions, Pupil and Teacher Behavior and Pupils' Understanding of Science," Dissertation Abstracts, 25 : 5153 - 4 A, March, 1964.
- "Teachers' Questions and Student Understanding of Science," Journal of Research in Science Teaching. 3 : 307 - 17, December, 1965.
- Kondo, Allan Kiichi. A Study of the Questioning Behavior of Teachers in the Science Curriculum Improvement. Ohio, ERIC Document Reproduction Service, ED 045 344, 1968.
- Koran, J.J. "The Relative Effect of Classroom Instruction and Subsequent observational learnign on the Acquisition of Question Behavior by Preservice Elementary Science Teachers," Journal of Research in Science Teaching. 6(3) : 217 - 223, September, 1969.

- Ladd, George T. and Hans O. Anderson. "Determining the Level of Inquiry in Teachers' Question," Journal of Research in Science Teaching. 7 : 395 - 400, December, 1970.
- Martikean, Alexandria. The Level of Questioning and the Effects Upon Student Performance above the Knowledge Level of Bloom's Taxonomy of Educational Objective. Columbus, Ohio : ERIC Document Reproduction Service, ED 091 248, 1973.
- Nelson, Miles A. "Inquiry Skill Measures," Journal of Research in Science Teaching. 10(4) : 297, 1975.
- _____. "The Effects on Two Post - Laboratory Discussion Strategies on Urban and Suburban Skills and Science Principles," Dissertation Abstracts. 31 : 2262 - A., November, 1970.
- Nuthall, Graham. and Clifford J. Wright. "Relationships Between Teacher Behaviors and Pupil Achievement in Three Experimental Elementary Science Lessons," American Educational Research Journal. 7 : 477 - 491, November, 1970.
- Okey, J.R. "Goals for the High School Science curriculum," Bulletin of National Association of Secondary School Principals. 56(360) : 57 - 68, 1972.
- Orme, Michael E.J. et al. The Effects of Modeling and Feedback Variables on the Acquisition of a Complex Teaching Strategy. Washington D.C. : ERIC Document Reproduction Service. ED 014 441, 1966.
- Pote Jantarawerakul. Relationships Among Cognitive Style, Attitude Toward Science Activities, and Science Process Skills, Doctor's Thesis. Indiana University, 1978. 67 p. mimeographed.
- Ramsey, G. and R. Howe. "An Analysis of Research on Instructional Procedures in Secondary School Science", The Science Teacher. 36(3), 68 - 86, 1969.
- Roger, Virginia and O.L. David. Varying the Cognitive Levels of Classroom Questions : An Analysis Student Teachers' Questions and Achievement in Elementary Social Science. Washington D.C. ERIC Document Reproduction Service, ED 039 189, 1970.
- Ryan, Frank L. "Differentiated Effects of Levels of Questioning on Student Achievement," The Journal of Educational Research. 41 : 63 - 7, Spring, 1973.
- _____. "The Effects on Social Studies Achievement of Multiple Student Responding to Different Levels of Questioning," Journal of Experimental Education. 42 : 71 - 75, 1974.

Sanders, Norris M. Classroom Questions : What Kind. p.3, New York, Harper & Row, 1966.

Saunders, Walter. Meredith D. Gall and Gerrie Smith. "The Effects of Variations in Microteaching on Prospective Teachers' Acquisition of Questioning Skills," Journal of Educational Research. 69 : 3 - 8, September, 1975.

Savage, Tom Verner. "A Study of the Relationship of Classroom Questions and Social Studies Achievement of fifth - Grade Children," Dissertation Abstracts. 33 : 2245 - A, 1972.

Spiegel, Murray R. Theory and Problem of Statistics. Schaum Publishing co, New York, 1961. 359 p.

Thongchai Chewprecha. A Comparison of Instructional Pamphlets and Audiotape models on Acquisition of Questioning Skill by Thai High School Chemistry Teachers, Doctor's Thesis. University of Maryland, 1977. 262 p. mimeographed.

Vanex, Eugenia Poporad. and John J. Motean. "The Effect of Two Science Programs (ESS and LAIDLAW) on Student Classification Skills, Science Achievement and Attitudes," Journal of Research in Science Teaching. 14(1) : 57 - 62, January, 1977.

Vasilakes, William S. "Inquiry Problems with the Scientific Method," School Science and Mathematics. 67(6) : 491 - 502, June, 1967.

Wilson, John H. "The New" Science Teachers are Asking More and Better Questions," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 49 - 53, March, 1968.

Wilson, John H. and John W. Renner. "The New" Science and the Rational Power : A Research Study," Journal of Research in Science Teaching. 6 : 303 - 8, December, 1969.

Winne, Philip H. "Experiments Relating Teachers' Use of Higher Cognitive Questions to Student Achievement," Review of Educational Research. 49(1) : 13 - 50, Winter, 1979.

Winer, B.J. Statistical Principles in Experimental Design. 2 nd. ed., McGraw - Hill Kogakusha, Ltd., 1971. 907 p.

Young, Richard C. "The Nurturance of Independence and of Independent Learning in Fourth Grade Children Through Inquiry Development," Research in Education. 5(2) : 53, February, 1970.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แบบทดสอบที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

และ

คำสถิติเกี่ยวกับแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

แบบทดสอบที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ประเภท

1. แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
3. แบบทดสอบทัศนคติ
 - 3.1 แบบทดสอบทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์
 - 3.2 แบบทดสอบทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยไม่ได้ใช้แบบทดสอบที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลไว้ในภาคผนวก เพราะว่าแบบทดสอบบางฉบับเป็นของสสวท. และบางฉบับผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเองส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งเป็นของสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปหรือสาขาวิชาอื่นๆ สสวท. ทางสสวท. ไม่มีความประสงค์ที่จะให้แบบทดสอบที่มีอยู่เป็นที่เผยแพร่โดยทั่วไป ฉะนั้นท่านใดที่มีความประสงค์จะศึกษาหรือใช้แบบทดสอบเหล่านี้ โปรดติดต่อโดยตรงกับผู้วิจัย หรือติดต่อกับสาขาวิจัย และประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตาราง 42 แสดงค่า p r Δ ของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ	ข้อ	p	r	Δ
1	.63	.40	11.7	15	.61	.49	11.9
2	.84	.48	9.1	16	.73	.33	10.5
3	.83	.36	9.2	17	.33	.69	14.8
4	.51	.50	12.9	18	.35	.21	14.5
5	.74	.38	10.5	19	.49	.47	13.1
6	.38	.38	14.2	20	.55	.45	12.5
7	.77	.48	10.0	21	.44	.37	13.6
8	.38	.58	14.2	22	.77	.49	10.1
9	.65	.49	11.5	23	.62	.51	11.8
10	.58	.64	12.2	24	.66	.57	11.4
11	.47	.47	13.3	25	.42	.59	13.8
12	.38	.47	14.2	26	.46	.32	13.4
13	.52	.36	12.8	27	.53	.53	12.7
14	.82	.63	9.3	28	.74	.53	10.4

ตาราง 43 แสดงค่า p r Δ ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	p	r	Δ
1	.76	.39	10.1
2	.73	.40	10.6
3	.53	.65	12.7
4	.72	.68	10.7
5	.66	.62	11.4
6	.71	.61	10.7
7	.81	.54	9.5
8	.41	.89	14.0
9	.77	.28	10.0
10	.81	.54	9.5
11	.23	.76	15.9
12	.71	.61	10.7
13	.56	.78	12.4
14	.73	.31	10.5
15	.67	.55	11.2
16	.45	.35	13.5
17	.72	.60	10.7

ข้อ	p	r	Δ
18	.27	.26	15.5
19	.33	.42	14.8
20	.83	.61	9.2
21	.67	.73	11.3
22	.50	.40	13.0
23	.72	.68	10.7
24	.58	.55	12.2
25	.31	.64	14.9
26	.55	.53	12.5
27	.55	.57	12.5
28	.72	.45	10.7
29	.39	.36	14.1
30	.54	.56	12.6
31	.71	.30	10.8
32	.56	.78	12.4
33	.68	.47	11.2
34	.48	.54	13.2

ตาราง 44 แสดงค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบที่ค้นคหิตที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์

ข้อ	\bar{X}_H	S_H^2	\bar{X}_L	S_L^2	t
1	4.9230	.0738	4.4230	.3338	3.9929
2	4.5384	.3384	3.3070	1.0215	5.3813
3	4.5000	.3400	3.4230	.6538	5.5082
4	3.6538	.7153	2.9515	.9184	2.7617
5	4.8076	.1615	4.1153	1.2261	2.9966
6	4.7307	.2046	3.6923	.7815	5.3321
7	4.8076	.1615	3.6923	1.2615	4.7675
8	4.1923	.4815	2.9230	.5538	6.3602
9	3.4230	.8938	2.3846	.9661	3.8825
10	3.8461	.6953	3.1538	1.0153	2.6939
11	4.3846	.9661	3.5000	1.0600	3.1688
12	4.8076	.1615	3.7692	1.0646	4.7819
13	4.0000	.4000	3.1538	.7753	3.9796
14	4.0384	.7584	2.9230	1.4338	3.8411
15	4.8076	.1615	4.3076	.3015	3.7465
16	4.0384	.4384	2.5000	1.0600	6.4084
17	4.3846	.5661	2.6538	.7153	7.7957
18	4.3846	.3261	3.6923	.8615	3.2391
19	4.1538	.6953	3.2992	1.3246	3.1736
20	3.4230	1.2138	2.1153	1.4661	4.0730

รายชื่อคณะกรรมการตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

1.	น.ส.ยุพา คันทิเจริญ	หัวหน้าผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป	สสวท.
2.	ดร.จริยา สุจาวีกุล	ผู้อำนวยการสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป	สสวท.
3.	ดร.พิศาล สร้อยอุทรา	รักษาการหัวหน้าหน่วยชีววิทยา	สสวท.
4.	นายพงษ์เทพ บุญศรีโรจน์	ผู้อำนวยการหน่วยชีววิทยา	สสวท.
5.	นางมาลินี นิมเสมอ	ผู้อำนวยการหน่วยชีววิทยา	สสวท.
6.	นายไพรัตน์ วรรณคดี	ผู้อำนวยการหน่วยฟิสิกส์	สสวท.
7.	นายยิ่งศักดิ์ วัตะสุรนิศย์ฤกษ์	ผู้อำนวยการหน่วยเคมี	สสวท.
8.	นายสมบูรณ์ บัวหลวง	ผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล	สสวท.
9.	นายสุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์	ผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล	สสวท.
10.	น.ส.สมใจ อองสุวรรณ	ผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล	สสวท.
11.	น.ส.สุวพร เข้มแดง	ผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล	สสวท.
12.	นางพรทิพย์ กล้ารบ	ผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล	สสวท.

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิจัยและประเมินผล

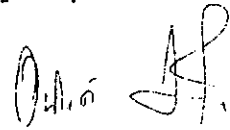
ที่..... วันที่ 15 พฤษภาคม 2522

เรื่อง ขอกความอนุเคราะห์ช่วยตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ

เรียน อาจารย์ที่นับถืออย่างสูง

ด้วยสาขาวิจัยและประเมินผลมีความประสงค์จะทำวิจัยเรื่อง "ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2" ในการทำวิจัยนี้มีแบบทดสอบ 2 ฉบับที่จำเป็นต้องตรวจสอบความเที่ยงตรง ทางสาขาได้พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชา จึงใคร่จะขอกความกรุณาช่วยตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการวิจัยของสถาบันฯ

สาขาวิจัยและประเมินผลขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้ความร่วมมือด้วยดี



(นายอนันต์ จันทร์กวี)

หัวหน้าสาขาวิจัยและประเมินผล

คำนิยามปฏิบัติการและลักษณะข้อสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในแบบทดสอบนี้ประกอบด้วย 4 ทักษะ คือ

1. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล หมายถึงความสามารถที่จะนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาจัดกระทำเสียใหม่ให้อยู่ในรูปที่มีความหมายหรือความสัมพันธ์กันมากขึ้น เพื่อให้ถ่ายทอดการแปลความหมายในขั้นต่อไป การจัดกระทำกับข้อมูลในขั้นนี้อาจทำได้หลายแบบ เช่น นำข้อมูลเหล่านั้นมาจัดจำแนกหรือจัดรูปเสียใหม่เป็นตาราง แผนภูมิหรือสมการทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

ลักษณะข้อสอบทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล

1.1 ให้เขียนกราฟจากข้อมูลที่มีอยู่ในตาราง หรือพิจารณาว่ากราฟในข้อใดเขียนจากข้อมูลที่กำหนดให้

1.2 ให้ออกแบบตารางจากคำอธิบายวิธีทำการทดลอง หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกผลการทดลองใดสอดคล้องกับคำอธิบายวิธีทำการทดลองที่กำหนดให้

1.3 ให้ออกแบบตารางจากกราฟ หรือพิจารณาว่าตารางบันทึกข้อมูลใดสอดคล้องกับกราฟที่กำหนดให้

2. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป หมายถึงความสามารถในการแปลความหรือสรุปความจากข้อมูลต่าง ๆ ที่รวบรวมได้อย่างสมเหตุสมผลและรวดเร็ว

ลักษณะข้อสอบทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป

2.1 ให้สรุปและแปลความหมายจากตาราง

2.2 ให้สรุปและแปลความหมายจากกราฟ

2.3 ให้สรุปและแปลความหมายจากข้อความ

2.4 ให้สรุปและแปลความหมายจากรูปภาพ

3. ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน หมายถึงความสามารถในการคาดการณ์หรือคาดคะเนความสัมพันธ์ขององค์ประกอบที่มีอยู่ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผลและอาจ

พิสูจน์ได้โดยการทดลอง

ลักษณะข้อสอบทักษะในการสร้างสมมุติฐาน

3.1 มีผลการทดลองให้การทดลองหนึ่ง แล้วถามว่าถ้าเปลี่ยนเงื่อนไขการทดลองนั้น เช่น เปลี่ยนอุณหภูมิ หรือน้ำหนักของสาร หรือเวลา หรืออื่น ๆ แล้วให้คาดการณ์ว่าผลการทดลองที่จะเกิดขึ้นคืออะไร หรือให้ข้อมูลหรือกราฟ แล้วถามให้คาดการณ์ออกไปจากข้อมูลหรือกราฟที่กำหนดให้

3.2 กำหนดคำอธิบายวิธีการทำการทดลอง หรือข้อความ หรือภาพแสดงสถานะการณ์การทดลองมาให้ แล้วให้วิเคราะห์หาสมมุติฐาน

3.3 มีตารางบันทึกผลการทดลองซึ่งมีแต่หัวตารางให้ โดยไม่มีชื่อตาราง และไม่มีข้อมูลให้ แล้วถามว่าสมมุติฐานของการทดลองนี้คืออะไร

4. ทักษะในการออกแบบการทดลองและคำเนิการทดลอง หมายถึงความสามารถในการคิดหาวิธีทดลองและทำการทดลอง พิสูจน์สมมุติฐานหรือตอบปัญหาข้อข้องใจต่าง ๆ

ลักษณะข้อสอบทักษะในการ ออกแบบการทดลอง

4.1 มีสมมุติฐานและขั้นตอนในการทำการทดลองต่าง ๆ ให้ แล้วถามว่าขั้นตอนใดจำเป็นหรือขั้นตอนใดไม่จำเป็นในการทดสอบสมมุติฐานนั้น ๆ

4.2 ถามว่าจะต้องควบคุมตัวแปรใดบ้างในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานหรือจุดมุ่งหมายที่กำหนดให้

4.3 บรรยายการทดลองให้ แล้วให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าการทดลองนี้สมบูรณ์หรือไม่ จะต้องเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงตรงไหน ถ้าจะใช้การทดลองนี้ทดสอบสมมุติฐานที่กำหนดให้

4.4 บรรยายการทดลองด้วยข้อความหรือรูปภาพ หรือ diagram หลาย ๆ แบบ แล้วให้เลือกว่าแบบไหนตรงจุดมุ่งหมายที่สุด

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ที่ข้อสอบแต่ละข้อว่าข้อสอบข้อนี้วัดทักษะด้านใด

ทักษะ ข้อ					ทักษะ ข้อ				
	1	2	3	4		1	2	3	4
1.					15.				
2.					16.				
3.					17.				
4.					18.				
5.					19.				
6.					20.				
7.					21.				
8.					22.				
9.					23.				
10.					24.				
11.					25.				
12.					26.				
13.					27.				
14.					28.				

(ขอขอบพระคุณอย่างยิ่งที่กรุณาให้ความร่วมมือด้วยดี)

แบบบันทึกสำหรับตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

ขอให้ท่านอ่านคำจำกัดความเกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์แล้ว
พิจารณาแบบทดสอบทั้ง 28 ข้อนี้ว่าแต่ละข้อวัดทักษะกระบวนการด้านใด ใน 4 ด้าน ดังนี้

1. ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล
2. ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป
3. ทักษะในการสร้างสมมติฐาน
4. ทักษะในการออกแบบการทดลองและดำเนินการทดลอง

อนึ่งขอความกรุณาช่วยตรวจสอบความถูกต้องในเนื้อหาของแบบทดสอบด้วย ถ้ามี
ปัญหาใด ๆ โปรดเขียนลงในตัวแบบทดสอบ

คำนิยามปฏิบัติการแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึงแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งในที่นี้วัดความรู้ด้านต่าง ๆ สามด้าน คือ

1. ด้านความรู้ ความจำ หมายถึงความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ข้อตกลง คัพท นิยาม หลักการ แนวความคิด ทฤษฎีและกฎต่าง ๆ
2. ด้านความเข้าใจ หมายถึงความสามารถในการจำแนกความรู้เมื่อปรากฏในรูปแบบใหม่ และการแปลความรู้จากสัญลักษณ์หนึ่งไปสู่อีกสัญลักษณ์หนึ่ง
3. ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึงความสามารถในการนำความรู้และวิธีการต่าง ๆ ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือที่แตกต่างออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

หมายเหตุ แบบทดสอบฉบับนี้ไม่ได้วัดด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะว่าจะแยกด้านนี้ไปวัดด้วยแบบทดสอบอีกฉบับหนึ่งต่างหาก ฉะนั้นจึงมีแค่ 3 ด้าน

แบบบันทึกสำหรับตรวจสอบความเที่ยงตรงของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง

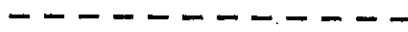
ขอให้ท่านใช้ความรู้เกี่ยวกับด้านทฤษฎีการศึกษามีอยู่ประกอบด้วยคำจำกัดความเกี่ยวกับนิยามปฏิบัติการของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ที่พิมพ์ไว้ แล้วพิจารณาแบบทดสอบทั้ง 34 ข้อนี้ว่า ข้อสอบแต่ละข้อใช้วัดผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ด้านใด ซึ่งมี 3 ด้าน ดังนี้ 1. ด้านความรู้ ความจำ 2. ด้านความเข้าใจ 3. ด้านการนำไปใช้

อนึ่งขอความกรุณาช่วยตรวจสอบความถูกต้องในเนื้อหาวิชาของแบบทดสอบด้วย ถ้ามีข้อผิดพลาดใด ๆ โปรดเขียนลงในตัวแบบทดสอบ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ที่ข้อสอบแต่ละข้อว่าข้อสอบข้อนี้วัดพฤติกรรมด้านใด

ข้อ	1. ความรู้ ความจำ	2. ความ เข้าใจ	3. การ นำไปใช้	ข้อ	1. ความรู้ ความจำ	2. ความ เข้าใจ	3. การ นำไปใช้
1.				18.			
2.				19.			
3.				20.			
4.				21.			
5.				22.			
6.				23.			
7.				24.			
8.				25.			
9.				26.			
10.				27.			
11.				28.			
12.				29.			
13.				30.			
14.				31.			
15.				32.			
16.				33.			
17.				34.			

(ขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ความร่วมมือด้วยดี)



ภาคผนวก ข.

เอกสารที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ตาราง 45 รายชื่อโรงเรียนเรียงตามลำดับตัวอักษร จำนวนนักเรียน และรายชื่อครู ของ
กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

รายชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	รายชื่อครู
1 กุญชรวิทยารามวิทยาคม	35	นายสุชิน แพร่สีนวล
2 จันทรหุ่นบำเพ็ญ	39	น.ส.ทิพาวรรณ ประยูรวงษ์
3 เจ้าพระยาวิทยาคม	32	นายปรีชา กองโกล
4 ไตรมิตรวิทยาลัย	35	นางสุพิศรา วิมาลา
5 เทเวศรวิทยาคม	31	น.ส.ฉิมพรพรรณ พรหมสาขา ณ สกลนคร
6 บดินทรเคชา	38	นายวิรัช กงอุบล
7 เบญจมาธาลัย	41	น.ส.อนุสรณ์ ศรีขาว
8 ปทุมคงคา	35	น.ส.สมลักษณ์ ลอยจั่น
9 ปัญญาवरคุณ	33	น.ส.อังคณา อันติวัชณะกุล
10 ยานนาเวศวิทยาคม	38	น.ส.วณิ ออมสิน
11 ลาดปลาเค้าพิทยาคม	42	น.ส.นิภาพร วรรณประภา
12 วิชาคุดอง	41	น.ส.อารยา แสงชัย
13 วัฒนวนรดิศ	39	น.ส.สุนทรีย์ ชูโต
14 วัคบวรนิเวศ	46	น.ส.ประณีต พจนมณี
15 วัคประคู้ในทรงธรรม	38	น.ส.นฤมล ทองลมูล
16 วัคมกุฎกษัตริย์	31	นายสมเกียรติ์ สุขสมศรี
17 วัครางบัว	39	นายเสวต ภูพากรณ์
18 วัคราชบพิศ	45	น.ส.สุวิทย์ จิริยะกุลชัย

ตาราง 45 ต่อ

รายชื่อโรงเรียน	จำนวนนักเรียน	รายชื่อครู
19 วัดราชโอรส	24	นายธนวัช วงศ์วุฒิสโรช
20 วัดสังเวช	44	นางกัญญา จรรยาวุฒิวรรณ
21 วัดสุทธิวาราม	45	นายชัยวัฒน์ พัฒนวรพงศ์
22 วัดหนองแขม	36	น.ส. จันทร์ทิพย์ ศิริคันทวัฒน์
23 วัดอินทาราม	41	นางจำเรียง หอมแย้ม
24 ศรีอยุธยา	37	น.ส. อุไรวรรณ โกมล
25 ศึกษานารี	40	น.ส. สายันท์ นุชอนงค์
26 เศรษฐบุตรบำเพ็ญ	40	น.ส. จันทร์เพ็ญ ลักษโณภาษ
27 สตรีมหาพัฒนาราม	38	น.ส.วนิดา โรจนสโรช
28 สตรีวิทยา	42	น.ส.ประไพศรี วิสัยจร
29 สามเสนวิทยาลัย	39	น.ส.นิภา เมล็องศิลป์
30 สายน้ำผึ้ง	42	นางนิภา คุณยศยิ่ง
31 สารวิทยา	39	นางสายชล เทียงตรง
32 หอวัง	44	นางปรีญา เกรือแก้ว
รวม	1237	

โครงการประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม

วันอังคารที่ 15 พฤษภาคม 2522

1. หลักการและเหตุผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ มีความประสงค์ที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง "ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2" ในการวิจัยครั้งนี้จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรหนึ่ง คือ การใช้คำถามของครู ครูในกลุ่มทดลองจะต้องถามคำถามประเภทที่มีคำตอบหลายคำตอบ (open questions) เป็นสัดส่วนมากกว่าครูในกลุ่มควบคุม เพื่อควบคุมตัวแปรนี้ทางสถาบันฯจึงมีความจำเป็นต้องฝึกครูเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม

2. จุดมุ่งหมาย

2.1 เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการรับทราบนโยบายในการทำวิจัยและให้ความร่วมมืออย่างจริงจัง

2.2 เพื่อให้ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการได้รับความรู้ความเข้าใจในเรื่องความสำคัญของการใช้คำถามในห้องเรียน และประเภทของคำถาม

2.3 ให้ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการอภิปรายและให้ข้อวิจารณ์เกี่ยวกับการใช้คำถาม

2.4 ให้ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการฝึกจำแนกประเภทของคำถาม

3. ผู้เข้าร่วมประชุม

ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการเป็นครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้น มศ. 2 และ ม. 2 ของโรงเรียนรัฐบาลในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 16 คน กังรายชื่อโรงเรียนที่แนบท้ายโครงการนี้

4. กำหนดเวลาประชุมปฏิบัติการ

วันอังคารที่ 15 พฤษภาคม 2522 เวลา 9.00 - 16.30 น.

5. สถานที่ประชุม

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ห้างทองฟ้าจำลอง กรุงเทพฯ

6. งบประมาณ

ใช้งบประมาณของ สสวท. ใช้จ่ายในสิ่งต่อไปนี้

- 6.1 จ่ายค่าตอบแทนสำหรับผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการคนละ 100 บาทต่อวัน
เป็นเงิน $100 \times 16 = 1,600$ บาท
- 6.2 ค่าใช้สอย ประมาณ 100 บาท

7. การรายงานตัว

ผู้เข้าร่วมประชุมปฏิบัติการรายงานตัวลงทะเบียน ณ สาขาวิจัยและประเมินผล
อาคารปฏิบัติการ ชั้น 5 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลัง
ห้องฟ้าจำลอง กรุงเทพฯ ในวันอังคารที่ 15 พฤษภาคม 2522
เวลา 8.30 - 9.00 น.

กำหนดการประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม
วันอังคารที่ 15 พฤษภาคม 2522

วันอังคารที่ 15 พฤษภาคม 2522

- 8.30 - 9.00 น. รายงานตัวลงทะเลเบียน
- 9.00 - 9.30 น. กล่าวต้อนรับ ซึ่งเจงนโยบายในการทำวิจัยเพื่อให้ครูตระหนักถึง
ถึงความสำคัญของการวิจัย
- 9.30 - 10.00 น. ซึ่งเจงภารกิจและความรับผิดชอบที่จะมาเป็นกลุ่มตัวอย่างวิจัย
- 10.00 - 10.15 น. พักรับประทานน้ำชา
- 10.15 - 12.00 น. ให้ความรู้และอภิปรายในหัวข้อต่อไปนี้
คุณค่าของการใช้คำถามในห้องเรียน
ประเภทของคำถามที่ใช้ในห้องเรียน
- 13.00 - 14.00-น. แนะนำประเภทของคำถาม 4 ประเภท
- 1 คำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา
 - 2 คำถามประเภทเน้นความ
 - 3 คำถามที่มีคำตอบแน่นอน
 - 4 คำถามที่มีคำตอบหลายอย่าง
- 14.00 - 15.00 น. ฟังเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนและอภิปรายเรื่องการใช้คำถาม
- 15.00 - 15.15 น. พักรับประทานน้ำชา
- 15.15 - 16.30 น. ฝึกจำแนกประเภทของคำถาม
อภิปรายทั่วไป

ปิดการประชุมปฏิบัติการ



คำชี้แจงและภาระกิจของครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัยของ สสวท. (กลุ่มทดลอง)

เรียนอาจารย์ที่นับถือ

ด้วยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ มีความประสงค์ที่จะทำวิจัยเรื่อง "ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2" โดยมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรของ สสวท. ว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยแบบเรียนเล่มเดียวกันว่ามีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันหรือไม่
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบว่าการใช้คำถามของครูมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนหรือไม่

โรงเรียนของท่านได้สุ่มคัดเลือกท่านเป็นครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง การวิจัยครั้งนี้จะได้ผลสำเร็จมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความร่วมมือและความอนุเคราะห์ของท่าน กล่าวคือผลวิจัยครั้งนี้จะมีผลมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการใช้คำถามที่ท่านจะได้รับรู้จากการประชุมปฏิบัติการและขึ้นอยู่กับการนำการใช้คำถามไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ถ้าหากท่านรับรู้แล้วพยายามนำไปใช้ให้มากที่สุดที่จะทำได้ คาดว่าจะส่งผลต่อนักเรียนมากที่สุด แต่หาท่านรับรู้แล้วไม่ให้นำไปใช้ก็จะส่งผลต่อนักเรียนน้อย ด้วยเหตุนี้ทางสถาบันฯ ใครจะขอรับรองและขอความอนุเคราะห์จากท่านขอใ้ท่านให้ความร่วมมือกับสถาบันอย่างจริงจังและพยายามนำเรื่องการใช้คำถามไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุดเพื่อประโยชน์แก่

ผลการวิจัย นอกจากนี้สถาบันฯ ใครจะขอความร่วมมือและขอความอนุเคราะห์จากท่าน
ดังต่อไปนี้

1. มาประชุมปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถามและพยายามนำสิ่งที่รับรู้
ไปใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอนให้มากที่สุดที่จะทำได้

2. สถาบันฯ จะนำแบบทดสอบมาทดสอบกับนักเรียนห้องที่สุ่ม 2 ครั้ง แต่ละครั้ง
ใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

ครั้งแรก สอระหว่างวันที่ 24 - 31 พฤษภาคม 2522

ครั้งที่สอง สอระหว่างวันที่ 24 - 28 กันยายน 2522

กำหนดแนอนสถาบันฯ จะติดต่อมาอีกครั้งหนึ่ง

3. สถาบันฯ จะส่งเอกสารเพิ่มเติมให้ท่าน ดังนี้

3.1 ส่งเอกสารเกี่ยวกับการใช้คำถาม จำนวน 3 เล่ม โดยส่งมาให้ท่าน
ทางไปรษณีย์ เดือนละ 1 เล่ม

3.2 ส่งเทปบันทึกเสียงตัวอย่างการสอนมาให้ท่าน 1 ครั้ง

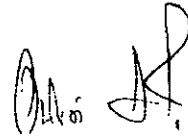
ขอให้ท่านไปรอ่านและรับฟัง เพื่อว่าเอกสารต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยให้ท่าน
ได้ใช้คำถามกับนักเรียนในกิจกรรมการเรียนการสอนได้ดียิ่งขึ้น

4. สถาบันฯ ใครจะขอความอนุเคราะห์ขอให้ท่านอัดเทปบันทึกเสียงการสอน
จำนวน 1 ครั้ง คือ อัดเทปบันทึกเสียงการทดลองที่ เรื่อง

ในการนี้ท่านจะต้องจัดหาวิทยุที่มีเทปคาสเซตเพื่อใช้อัดเสียงขณะ
สอน โดยอัดเฉพาะการอภิปรายก่อนการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลองเท่านั้น
สถาบันฯ จะส่งเทปเปล่ามาให้ท่านพร้อมทั้งแจ้งรายละเอียดภายหลัง

5. ถ้าท่านมีข้อซักข้อหรือประสงค์จะสอบถามสิ่งใดเกี่ยวกับการวิจัยนี้ โปรด
โทรศัพท์สอบถาม นายอนันต์ จันทร์ทวี หรือ น.ส. รุ่งทิพย์ เหล่าคำ ซึ่งสถาบันฯ มอบ
หมายให้เป็นผู้ประสานงานการวิจัยเรื่องนี้ ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ 3924020 - 9 ต่อ 186

สดำบั๋นนำหวังเป็นอย่งยั้งวจะไ้รับควมร่วมือค้วคี้จากทำน และชอชอบพระคุณ
อถำงสูงมำ ๗ โอกำสนี้



(นายอนันต์ จันทร์ทวี)

หัวหน้าสาขาวิจัยและประเมินผล ทำหน้าที่
ผู้ประสานงานการวิจัย



คำชี้แจงและภาระกิจของครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่างการวิจัยของ สสวท. (กลุ่มควบคุม)

เรียน อาจารย์พันปีถ้อย

ควยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ มีความประสงค์ที่จะทำวิจัยเรื่อง "ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2" โดยมีจุดมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนตามหลักสูตรของ สสวท. ว่ามีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตรหรือไม่
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ควยแบบเรียนเล่มเดียวกันว่ามีผลสัมฤทธิ์แตกต่างกันหรือไม่
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบว่าการใช้คำถามของครูมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ และทัศนคติ ของนักเรียนหรือไม่

โรงเรียนของท่านได้สุ่มคัดเลือกท่านเป็นครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ควยเหตุนี้ท่านจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ทางสถาบันฯ ใครจะขอความร่วมมือ และขอความอนุเคราะห์จากท่าน ดังต่อไปนี้

1. ทางสถาบันฯ จะนำแบบทดสอบมาทดสอบกับนักเรียนห้องที่สุ่ม 2 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง

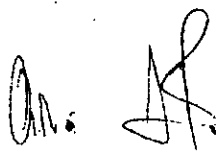
ครั้งแรก สอบระหว่างวันที่ 24 - 31 พฤษภาคม 2522

ครั้งที่สอง สอบระหว่างวันที่ 24 - 28 กันยายน 2522

กำหนดแนบนอนสถาบันฯ จะติดต่อมาอีกครั้งหนึ่ง

2. สถาบันฯ จะขอความอนุเคราะห์ขอให้ท่านอัครเทพบัณฑิตกเสียงการสอน
จำนวน 1 ครั้ง คือ อัครเทพบัณฑิตกเสียงการทดลองที่ เรื่อง
ในการนี้ท่านจะต้องจัดหาวิทยุที่มีเทปคาสเซตเพื่อใช้อัดเสียงขณะที่กำลังสอน โดยอัครเทพ
การอภิปรายก่อนการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลองเท่านั้น สถาบันฯ จะส่งเทป
เปลามาให้ท่านพร้อมทั้งแจ้งรายละเอียดภายหลัง

3. ถ้าท่านมีข้อซักข้อหรือประสงค์จะสอบถามสิ่งใดเกี่ยวกับการวิจัยนี้ โปรด
โทรศัพท์สอบถาม นายอนันต์ จันทร์ทวี หรือ น.ส. รุ่งทิพย์ เหล่าคำ ซึ่งทางสถาบันฯ มอบ
หมายให้เป็นผู้ประสานงานการวิจัยเรื่องนี้ ได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ 924020 - 9 ต่อ 186
สถาบันฯ หวังอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือด้วยดีจากท่าน และขอขอบพระคุณ
อย่างสูงมา ณ โอกาสนี้



(นายอนันต์ จันทร์ทวี)

หัวหน้าสาขาวิจัยและประเมินผล หัวหน้าที่

ผู้ประสานงานการวิจัย

หัวข้อเนื้อหาในหนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่มที่ 1
ที่ใส่นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 7 พลังงานและการเปลี่ยนแปลง

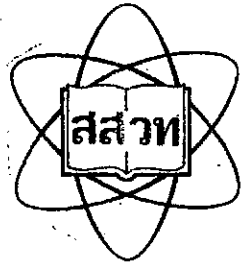
- 7.1 ความสำคัญของพลังงาน
- 7.2 พลังงานและการเปลี่ยนแปลง
- 7.3 พลังงานความร้อนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้สารใหม่
- 7.4 มวลสารเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ขณะเกิดปฏิกิริยาเคมี
- 7.5 การเปลี่ยนรูปของพลังงาน

บทที่ 8 อาหารและพลังงาน

- 8.1 สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากไหน
- 8.2 อาหาร
- 8.3 พลังงานจากอาหาร
- 8.4 พลังงานจากอาหารในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต
- 8.5 พลังงานกับการดำรงชีวิต
- 8.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการสังเคราะห์แสงและการหายใจ

บทที่ 9 การลำเลียงในสิ่งมีชีวิต

- 9.1 รูปร่างและส่วนประกอบของเซลล์
- 9.2 ทำไมจึงต้องมีการย่อยอาหาร
- 9.3 การย่อยและทางเดินอาหารของคน
- 9.4 การแพร่
- 9.5 การลำเลียงในพืช
- 9.6 การลำเลียงในสัตว์
- 9.7 การลำเลียงของเสียออกจากเซลล์และการขับถ่ายออกจากร่างกาย
- 9.8 ความสำคัญของระบบการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต



การใช้คำถามในห้องเรียน

เล่ม 1

สาขาวิจัยและประเมินผล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

บทนำ

ก.

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อครูใช้อ่าน เนื้อหาและสาระในหนังสือเล่มนี้จะเกี่ยวกับการถามคำถามในชั้นเรียน ซึ่งสถาบันตระหนักว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญยิ่งในการสอนวิทยาศาสตร์ตามแนวของสถาบันฯ หนังสือเล่มนี้จะชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการถามคำถามในชั้นเรียน พร้อมทั้งจะแนะแนวทางว่าท่านจะสร้างสรรค์คำถามที่เหมาะสมได้อย่างไร

แนวการเขียนหนังสือเล่มนี้อาจแตกต่างไปจากหนังสือเล่มอื่น ๆ ที่ท่านได้เคยอ่านมาก่อน ทุก ๆ ตอนจะมีคำถามไว้ให้ท่านตอบ สถาบันขอให้ท่านตอบคำถามโดยการเขียนคำตอบในที่ที่เว้นไว้ให้สมบูรณ์ ก่อนพลิกไปอ่านตอนต่อไป

โปรดทำตามคำแนะนำนี้ สถาบันเชื่อว่าท่านจะได้รับประโยชน์จากการอ่านหนังสือเล่มนี้ไม่น้อยทีเดียว

จุดมุ่งหมาย

ข.

เมื่ออ่านหนังสือเล่มนี้จบแล้วท่านควรจะสามารถ

1. อธิบายความสำคัญของการถามคำถามในชั้นเรียน
2. ให้คำนิยามของ
 - คำถามที่มีคำตอบแน่นอน
 - คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง
3. ระบุได้ว่าคำถามที่ยกมาให้ดูเป็นคำถามประเภทมีคำตอบแน่นอนหรือประเภทมีคำตอบได้หลายอย่าง หรือเป็นคำถามประเภทอื่นที่นอกเหนือไปจากคำถามสองประเภทนี้
4. อธิบายความสำคัญของการให้เวลานักเรียนคิด เพื่อตอบคำถามหลังการถามคำถาม
5. สร้างคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างแบบต่าง ๆ ได้และใช้คำถามนั้นในการสอนได้

สารบัญ

ก.

หน้า

ถามคำถามเพื่ออะไร	1
ลักษณะของคำถาม	10
คำถามที่มีคำตอบแน่นอน และคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง	19
ข้อเสนอแนะในการสร้างคำถาม	23
คุณค่าของเวลาที่คอยหลังถามคำถาม	27

ถามคำถามเพื่ออะไร

เมื่อคราวที่แล้วเราเรียนเรื่องอะไรกัน... มันยังมีความเข้มข้นเท่าเดิมหรือไม่... เราจะทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานนี้ได้อย่างไร... ถ้าเราเพิ่มความเข้มข้นแล้วจะเป็นอย่างไร... ลองทำนายว่าดาวสมุทรละลายสองชนิดเข้าด้วยกันจะเกิดผลเช่นไร... มีวิชาที่ช่วยครูดัดนี้หน่อยได้ไหม... ใครต้องการเวลาเพิ่มเติมอีกบ้าง... คราวหน้าเราจะทำการทดลองเรื่องอะไร...

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า คำถามมีบทบาทสำคัญยิ่งในการเรียนการสอน ครูทุกคนย่อมเคยถามคำถามนักเรียนมาแล้ว แต่ส่วนใหญ่อาจไม่ได้สนใจศึกษาลึกซึ้งไปว่าเราถามคำถามเพื่ออะไร และเราจะถามคำถามอย่างไร คำถามแต่ละคำถามมีจุดมุ่งหมายต่างกัน บางคำถามเราถามเพื่อต้องการทราบว่านักเรียนเข้าใจสิ่งที่สอนไปหรือไม่ บางคำถามเราถามเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน บางทีเราก็ตีคำถามเพื่อกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ก่อนอ่านตอนต่อไปลองเขียนประโยชน์หรือหน้าที่ของคำถามในห้องเรียนสักสองประการในที่ที่เว้นไว้ให้ต่อไปนี้

เราใช้คำถามเพื่อ 1.

2.

โดยทั่วไปเราตามคำถามเพื่อ

1. ช่วยนักเรียนทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว
2. ตรวจสอบว่านักเรียนเข้าใจในสิ่งที่สอนไปหรือไม่
3. ช่วยกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของนักเรียน
4. เน้นในสิ่งที่ต้องการพูด
5. ควบคุมกิจกรรมในชั้นให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ
6. ประเมินผลการเรียนของนักเรียน
7. กระตุ้นให้เกิดการอภิปราย
8. กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
9. ฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ
 ฯลฯ

การถามคำถามในการสอนเรื่องเดียวกันอาจแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับครู นักเรียน และสถานการณ์ มีนักการศึกษาหลายท่านพยายามจัดจำแนกคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ คำถามแต่ละประเภทมีจุดมุ่งหมายในการถามไม่เหมือนกัน ในการสอนนอกจากควรจะถามคำถามบ่อย ๆ แล้ว ยังควรถามคำถามหลาย ๆ ประเภทอีกด้วย โดยเฉพาะคำถามประเภทที่ให้นักเรียนได้ใช้ความคิด/จากการศึกษาการใช้คำถามของครูในห้องเรียนพบว่า คำถามที่ครูถามมักเป็นคำถามประเภทความจำ ซึ่งไม่ค่อยเหมาะสมนัก เพราะจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนไม่ได้มุ่งฝึกให้นักเรียนเป็นคนจำเก่ง เราต้องการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิด

ทำไมการถามคำถามในห้องเรียนจึงควรประกอบไปด้วยคำถามหลาย ๆ ประเภท และทำไมจึงควรถามคำถามประเภทความคิดใ้หมาก ๆ

การที่ต้องถามคำถามหลาย ๆ แบบก็เพราะว่าคำถามแต่ละแบบให้ประโยชน์ไม่เหมือนกัน คำถามบางแบบช่วยกระตุ้นความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นักเรียนต้องคิดหาเหตุผลมาตอบ บางแบบถามความจำตรงไปตรงมา นักเรียนไม่ต้องใช้ความคิด บางแบบช่วยทำให้เกิดการอภิปราย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของตนเอง ซึ่งเป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นคนกล้าแสดงความคิดเห็น เพื่อให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายหลาย ๆ อย่างของการเรียนการสอนเราจึงจำเป็นต้องถามคำถามหลาย ๆ ประเภท

การที่ครูควรถามคำถามประเภทความคิดใหม่ ๆ ก็เพราะว่าจุดมุ่งหมายที่สำคัญของการศึกษาคือการสอนให้นักเรียนเป็นคนรู้จักคิดและการจะสอนให้นักเรียนเป็นคนรู้จักคิดจะทำได้ก็โดยการป้อนปัญหาให้เขาคิดบ่อย ๆ

ท่านคิดว่าในชั้นเรียนทั่ว ๆ ไป ครูถามคำถามประเภทความคิดสักกี่เปอร์เซ็นต์
ของคำถามทั้งหมด

เป็นที่น่าเสียดายว่าในประเทศของเรา ยังไม่ได้มีการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการใช้
 คำถามของครูในห้องเรียนกันอย่างแท้จริง ข้อมูลต่าง ๆ เช่น "ครูของเรามักไม่ค่อยใช้
 คำถามให้เป็นประโยชน์ในการสอน คำถามส่วนใหญ่ที่ครูถามมักเป็นคำถามประเภทความจำ"
 มักจะได้จากการบอกเล่า ยังไม่มีการวิเคราะห์วิจัยกันอย่างแท้จริง จึงยังตอบไม่ได้ว่าครู
 ของเราดำเนินคำถามประเภทความคิดลึกที่เปเปอร์ เซ็นต์ของคำถามทั้งหมด อย่างไรก็ตามการ
 วิจัยเรื่องนี้กำลังจะเริ่มขึ้น อีกไม่นานก็จะได้ทราบวาทครูโดยทั่ว ๆ ไปใช้คำถามกันอย่างไร
 ถามคำถามประเภทความคิดกันมากน้อยแค่ไหน

ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการใช้คำถามของครูวิทยาศาสตร์
 ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าครูของเขาถามคำถามประเภทความคิดเสีย 20% ถาม
 คำถามประเภทความจำเสีย 60% และคำถามประเภทอื่น ๆ อีก 20%

ท่านคิดว่าอัตราส่วนการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ ของครูเหล่านั้นเหมาะสมหรือยัง
 เพราะเหตุใด

มันเป็นการยากที่จะสรุปว่าครูควรถามคำถามประเภทความคิดลึกที่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนคำถามทั้งหมด ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการถามคำถามของครู เช่น นักเรียน สถานการณ์ที่กำลังสอนและเนื้อเรื่องที่สอน อย่างไรก็ตามนักการศึกษาโดยทั่วไปไปเห็นว่าครูควรถามคำถามประเภทความคิดได้มากกว่า 20% ของจำนวนคำถามทั้งหมด ท่านเห็นด้วยหรือไม่ ท่านเคยสำรวจหรือไม่ว่าตัวท่านเองถามคำถามประเภทความคิดลึกที่เปอร์เซ็นต์

โครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วโลกรวมทั้งสถาบันของเราได้เน้นการสอนแบบให้นักเรียนพบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทาง แทนที่จะเป็นการสอนแบบถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่ นักเรียน (การสอนแบบบอกให้นักเรียนจำ) ทางหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถสอนให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองคือ ครูจะต้องรู้จักใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด อย่างไรก็ตามบางครั้งบางคราวครูอาจจำเป็นต้องถามคำถามประเภทความจำด้วยเหมือนกัน แต่จะต้องระลึกไว้ว่าคำถามประเภทความจำเป็นเพียงหนึ่งของคำถามหลายประเภท และไม่ใช่ว่าเป็นส่วนที่สำคัญด้วย เพราะจุดมุ่งหมายของการศึกษาไม่ได้เน้นอยู่ที่การฝึกให้นักเรียนเป็นคนจำเก่ง

ลักษณะของคำถาม

มีระบบการจำแนกประเภทคำถามที่ครูถามในชั้นเรียนอยู่หลายระบบ แต่ละระบบแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่จะนำไปใช้ ระบบแรกที่จะกล่าวถึงแบ่งคำถามในชั้นเรียนออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้

1. คำถามเกี่ยวกับความรู้ความจำ
2. คำถามที่ให้นักเรียนอธิบายความหมายของสิ่งต่าง ๆ
3. คำถามที่ให้นักเรียนตีความหรือสรุปความ
4. คำถามประเภทนำไปใช้
5. คำถามประเภทวิเคราะห์
6. คำถามประเภทสังเคราะห์
7. คำถามที่เกี่ยวกับการประเมินค่า

การจัดคำถามออกเป็นประเภทต่าง ๆ 7 ประเภทเป็นการจัดที่ค่อนข้างละเอียด ในบางครั้งไม่อาจจะตัดสินได้อย่างแน่นอนว่าคำถามนั้นเป็นคำถามประเภทใด และเมื่อนำไปใช้วิเคราะห์จริง ๆ จะพบว่าคำถามส่วนใหญ่ของครูมักเป็นคำถามประเภท 1 คือ ความรู้ความจำ ที่เหลืออีก 6 ประเภทมีการถามกันบ้าง แต่ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับคำถามประเภท 1

เพื่อความสะดวกในการศึกษา มีนักการศึกษาหลายท่านได้ยกรวมคำถาม 7 ประเภทให้เหลือเพียง 2 ประเภท คือ 1. คำถามที่เกี่ยวกับความรู้ความจำ และ 2. คำถามประเภทความคิด คำถามประเภทหลังนี้เป็นการรวบรวมเอาคำถาม 6 ประเภทที่เหลือเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตามการยกรวมประเภทของคำถามให้เหลือเพียง 2 ประเภท ออกเป็นการแบ่งที่ค่อนข้างหยาบไป

สสวท. ได้จัดจำแนกประเภทของคำถามที่ใช้ในห้องเรียนเป็นอีกแบบหนึ่ง หลายท่านคงได้เรียนรู้แล้วตอนที่ไปอบรมที่สถาบันหรือศูนย์อบรมที่วิทยาลัยครูต่าง ๆ คำถาม 5 ประเภทตามแนวการแบ่งของสถาบันนี้

1. คำถามเพื่อการสังเกต
2. คำถามเพื่ออธิบาย
3. คำถามเพื่อสร้างสมมุติฐาน
4. คำถามเพื่อออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร
5. คำถามเพื่อการนำไปใช้

การจำแนกประเภทคำถามในชั้นเรียนอีกระบบหนึ่งที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือระบบที่จำแนกคำถามในชั้นเรียนออกเป็น 4 ประเภท คือ

1. คำถามทั่ว ๆ ไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Managerial Questions)
2. คำถามเน้นความ (Rhetorical Questions)
3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (Closed Questions)
4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (Open Questions)

1. คำถามทั่วไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา (Managerial Questions) เป็นคำถามที่ครูใช้เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการ คำถามประเภทนี้เป็นคำถามที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา ประโยชน์ของคำถามประเภทนี้นอกจากเพื่อนำกิจกรรมการเรียนการสอนให้ดำเนินไปในทิศทางที่ต้องการแล้วยังอาจใช้กระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้อีกด้วย ตัวอย่างคำถามประเภทนี้

ใครยังมีเครื่องมือไม่ครบข้าง...

ใครต้องการเวลาเพิ่มเติมอีกบ้าง...

ยังเหลืองานอีกกี่อย่างที่เรจะต้องทำ...

ทำไมเธอจึงยังไม่ทำแบบฝึกหัดนี้...

นักเรียนขอการทดลองใหม่...

2. คำถามเน้นความ (Rhetorical Questions) คำถามประเภทนี้ใช้เพื่อเน้นเรื่องที่จะพูด เป็นวิธีการหนึ่งของการบอกข้อเท็จจริง เช่น นักเรียนเคยเรียนมาแล้วว่าดิคัมภีร์เปลี่ยนเป็นสี่แดงในสารละลายกรด ถ้าครูต้องการจะบอกหรือทบทวนข้อเท็จจริงนี้ใหม่ ครูอาจจะใช้คำถาม เช่น "เราเคยเรียนมาแล้วว่าดิคัมภีร์จะเปลี่ยนเป็นสี่แดงในสารละลายกรดใช่ไหม" ซึ่งอาจจะช่วยเน้นหรือสร้างความสนใจของนักเรียนได้มากขึ้น จุดมุ่งหมายที่แท้จริงของการถามคำถามประเภทนี้ไม่ใช่อยู่ที่คำตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" แต่ต้องการบอกข้อเท็จจริงข้อเท็จจริงที่แท้จริงในการใช้คำถามประเภทนี้หรือครูจะต้องตระหนักว่าจะถามเพื่ออะไร ถ้าถามเพื่อต้องการให้นักเรียนคิดและตอบจะต้องหลีกเลี่ยงคำถามประเภทที่มีคำตอบว่า "ใช่" หรือ "ไม่ใช่" ตัวอย่างคำถาม เช่น

สารสีเขียวในพืชเรียกว่า คลอโรฟิลล์ใช่ไหม...

ถ้าให้ความร้อนเพิ่มขึ้น อุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นใช่ไหม...

หลังจากเผาโปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนตได้สารสีเขียวก่อนไหม...

คำถามข้างต้นนี้เป็นคำถามที่ไม่ได้หวังคำตอบ แต่เป็นการบอกข้อเท็จจริงในรูปของคำถามเพื่อเน้นให้นักเรียนสนใจ ครูต้องไม่เฉลยคำถามประเภทนี้ในกรณีที่ครูต้องการให้นักเรียนคิดและตอบคำถามนั้น

3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน (Closed Questions) เป็นคำถามที่มีคำตอบจำกัดและแน่นอน ไม่ว่าจะถามคำถามนี้แก่ใคร ๆ ก็หวังที่จะได้คำตอบแบบเดียวกัน คำถามประเภทนี้ไม่เกี่ยวกับความคิดเห็น ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตัวอย่างคำถาม เช่น

สูตรโมเลกุลของน้ำคืออะไร...

เตรียมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยใช้กลุ่มาศกั เชนติเมตร...

ผนังเซลล์ของพืชทำจากอะไร...

จากการทดลอง หลอดใดที่มีฟองสบู่บุนอยที่สุด...

น้ำอุนหมายถึงอะไร...

คำถามประเภทนี้ส่วนใหญ่มักจะวัดแต่ความรู้ความจำในสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว อย่างไรก็ตามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนบางข้ออาจเป็นคำถามที่สูงกว่าความรู้ความจำก็ได้

ข้อพึงระวังในการถามคำถามประเภทนี้คือ เมื่อถามแล้วนักเรียนมักจะตอบพร้อม ๆ กันทั้งชั้น เนื่องจากคำตอบของคำถามประเภทนี้มักจะเป็นคำตอบที่สั้น ๆ แน่นอนตายตัว ครูควรหาวิธีป้องกันไม่ให้นักเรียนแย่งกันตอบหรือตอบพร้อมกันทั้งชั้น การถามคำถามทุกครั้งครูควรเรียกให้นักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบโดยเฉพาะ และให้ตอบดัง ๆ ชัดเจน เพื่อเพื่อนนักเรียนคนอื่น ๆ จะได้ยินได้ฟังด้วย

จากคำจำกัดความหน้า 14 จงพิจารณาว่าคำถามต่อไปนี้ คำถามใดบ้างที่เป็น
คำถามที่มีคำตอบแน่นอน เพราะเหตุใด

1. การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นการเปลี่ยนแปลงแบบคายหรือดูดความร้อน
2. ใครจะทำโจทย์นี้เสร็จก่อนเพื่อน
3. สารประกอบต่อไปนี้สารประกอบใดจะมีจุดเดือดสูงสุด
4. ชีรชาติลองบอกชีว่าสารประกอบต่อไปนี้สารประกอบใดบ้างที่เป็นสารประกอบโคเวเลนต์
5. มีใครสงสัยอะไรบ้างไหม

คำถามข้อ 1, 3 และ 4 เป็นคำถามประเภทมีคำตอบที่แน่นอน เพราะมีคำตอบที่ตายตัวแน่นอน
 คำถามข้อ 2 และ 5 เป็นคำถามประเภททั่วไปที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชา เป็นการใช้
 คำถามเพื่อกระตุ้นนักเรียนและนำกิจกรรมการเรียนรู้การสอนให้ไปสู่ทิศทางที่ต้องการ

4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง (Open Questions) เป็นคำถามชนิดที่มีคำตอบที่เป็น
 ไปได้มากกว่าหนึ่งหรือสองคำตอบ นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ที่เรียนมาแล้วมาประมวลเข้า
 เพื่อตอบคำถามนี้ คำถามประเภทนี้บางคำถาม เป็นการให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นของ
 ตนพร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบ ดังนั้นคำตอบที่ได้รับจากแต่ละคนจึงอาจไม่เหมือนกัน

คำถามประเภทนี้มักจะเป็นคำถามให้นักเรียนบรรยายสิ่งที่ตนสังเกตเห็น อธิบาย
 สรุป ทำนาย หรือนำหลักการที่เรียนแล้วไปใช้รวมทั้งการให้ตั้งสมมุติฐาน ออกแบบการทดลอง
 และควบคุมตัวแปร ซึ่งสอดคล้องกับคำถาม 5 ประเภทตามแนวการแบ่งของ สสวท.

ตัวอย่างคำถามประเภทนี้

หากเราควบคุมแต่เพียงอุณหภูมิ นักเรียนคิดว่า การทดลองจะเป็นเช่นไร...

ทำไมเราต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง...

ถ้านักเรียนมีอาชีพเกษตร จะนำความรู้เรื่องปุ๋ยไปใช้ได้อย่างไรบ้าง...

เพราะเหตุใดการทดลองนี้จึงได้ผลแตกต่างจากผลการทดลองอื่น ๆ ...

เราจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไรบ้าง

จากคำจำกัดความหน้า 16 จงพิจารณาว่าคำถามต่อไปนี้ คำถามใดบ้างที่จัดเป็น
คำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง เพราะเหตุใด

1. จากการทดลองใดบ้างที่ให้ผลสัมฤทธิ์มากที่สุด
2. น้ำกระด้างคืออะไร
3. ข้าวโรตีสีกับข้าวซ้อมมือมีคุณค่าทางอาหารต่างกันอย่างไร
4. นักเรียนจะนำความรู้ที่เรียนในวันนี้ไปใช้ได้อย่างไร
5. เมื่อเผาถ่านทับทิมแล้วจะได้สารสีอะไร

ข้อ 3 และข้อ 4 จัดเป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง นักเรียนแต่ละคนอาจตอบ
คำถามนี้ต่างกันออกไป และคำตอบเหล่านั้นทุกคำตอบอาจเป็นคำตอบที่ถูกต้อง คำถามข้อ 1,
2 และ 5 เป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอน ไม่ว่าจะถามใครก็จะยอมได้คำตอบแบบเดียว
กันหรือในทำนองเดียวกัน

เหตุการณและการค้พบทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ๆ ได้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา และอย่างรวดเร็ว แนวความคิดหรือความรู้เดิมอาจได้รับการปรุงแต่งหรือบางเรื่อง ผิดพลาดต้องเลิกใช้ไป จึงเป็นไปได้ยากที่จะสอนให้นักเรียนจำหรือเรียนรู้ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ทั้งหมดได้ การสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันเปลี่ยนแนวจากเดิม ซึ่งพยายาม จัดหาความรู้ให้นักเรียนโดยถือว่านักเรียนเปรียบเสมือนภาชนะ ครูมีหน้าที่วางความรู้ใส่ ลงในภาชนะนั้น มาเป็นการสอนโดยฝึกให้นักเรียนรู้จักวิธีคิดหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น การสอนให้นักเรียนรู้จักรวบรวมข้อมูล จัดระเบียบข้อมูล แปลความหมายจากข้อมูล ออกแบบ การทดลอง ดำเนินการทดลอง สร้างสมมุติฐาน ฯลฯ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก การถาม คำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยทำให้นักเรียนบรรลุถึงเป้าหมาย ที่ต้องการนี้ได้

เราถามคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างเพื่ออะไร

เราถามคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเป็นการนำไปสู่การเรียนรู้ด้วยตนเอง

การสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของสถาบันมีการทดลองเป็นแกนสำคัญ การใช้คำถามในการอภิปรายหลังการทดลองจะช่วยให้นักเรียนสรุปผลการทดลองและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ตัวอย่างคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างที่ใช้ในการอภิปรายหลังการทดลองมีดังนี้

เราจะแปลความหมายของข้อมูลเหล่านี้ได้อย่างไร...

ถ้าไปควบคุมความเข้มข้นของสารละลายให้เท่า ๆ กันแล้ว ผลการทดลองจะเป็นเช่นไร เพราะเหตุใด...

เราจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไรบ้าง...

เราจะออกแบบการทดลองเพื่อทดสอบสมมุติฐานนี้ได้อย่างไร...

ฯลฯ

กล่าวโดยสรุปการใช้คำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างจะเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อันเป็นยอดปรารถนาของการสอนวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ข้อเสนอแนะในการสร้างคำถาม

การใช้คำบางคำในการถามคำถาม เช่น "ใคร" "อะไร" "อย่างไร" "ทำไม" "ถ้า" "อธิบาย" ฯลฯ จะเป็นการบ่งชี้ไปในตัวว่าคำถามที่ถามเป็นคำถามประเภทใด คำถามที่มีคำว่า "ใคร" "ที่ไหน" "เมื่อไร" มักเป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบที่แน่นอน ในทางตรงข้ามคำถามที่มีคำว่า "ทำไม" "ถ้า" "อธิบาย" มักเป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง

ลองเขียนคำที่เมื่อใช้ในการถามคำถามแล้วจะทำให้คำถามนั้นเป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่างสัก 2 - 3 คำ

นอกจากคำว่า "ทำไม" "ถ้า" "อธิบาย" แล้ว คำต่อไปนี้เมื่อใช้ในคำถามก็มักจะทำให้คำถามเป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง "อธิบาย" "เปรียบเทียบ" "แปลความ" "ประเมินค่า" "ทำไม" "อย่างไร"

ข้อพึงระวังประการหนึ่งคือคำถามที่มีคำเหล่านี้อยู่ มิใช่จะเป็นคำถามประเภทที่มีหลายคำตอบ หรือเป็นคำถามประเภทความคิดเสมอไป มันอาจจะเป็นแค่คำถามประเภทที่มีคำตอบที่แน่นอนเท่านั้นก็ได้

การใช้ถ้อยคำในคำถามก็มีความสำคัญเช่นกัน พิจารณาคำถามต่อไปนี้

1. เราจะใช้สารละลายกรดหรือเบสตามสมสารละลายทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน
2. อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าเราผสมสารละลายทั้งสองนี้เข้าด้วยกัน

ก. คำถาม 2 ข้อนี้เหมือนกันอย่างไร

ข. คำถาม 2 ข้อนี้ต่างกันอย่างไร

คำถามทั้งสองเป็นคำถามในเรื่องเดียวกัน แต่คำถามแรกเป็นคำถามที่จำกัดคำตอบ นักเรียนมีโอกาสตอบได้เพียง 3 อย่าง คือ กรด เบส หรือไม่ทราบ ส่วนคำถามข้อ 2 เป็นคำถามที่กว้างขึ้นไปอีก นักเรียนสามารถตอบและแสดงความคิด-ความเห็นได้หลายอย่าง อย่างไรก็ตามก็ควรระวังว่าคำถามที่ถามไม่ควรจะกว้างจนเกินไปจนกระทั่งนักเรียนไม่ทราบว่าจะตอบอย่างไร

คุณค่าของเวลาที่คอยหลังถามคำถาม

องค์ประกอบที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับการถามคำถามคือการคอยหลังคำถาม ถ้าท่านได้มีโอกาสฟังเพลงบันทึกเสียงการสอนของครูทั่ว ๆ ไปจะพบว่าส่วนใหญ่มากกว่า 80% ของเวลาทั้งหมดเป็นเวลาที่ครูใช้พูดแต่เพียงผู้เดียว และแม้แต่เมื่อครูตั้งคำถามถามนักเรียน แทนที่ครูจะรอหรือพยายามให้นักเรียนตอบคำถามนั้น มีครูจำนวนหนึ่งที่มีมักตอบคำถามนี้เสียเองหรือบางทีพอถามเสร็จไม่ทันที่จะให้นักเรียนคิดก็เรียกให้นักเรียนตอบเสียแล้ว ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีเวลาคิดเพื่อตอบคำถามนั้นเลย

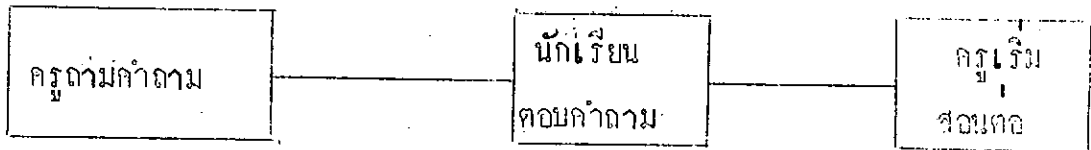
ในบางประเทศเช่นสหรัฐอเมริกาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการคอยหลังการถามคำถามกันอย่างกว้างขวาง พบว่าบางครั้งครูใช้เวลาให้นักเรียนคิดน้อยกว่า 1 วินาทีหลังจากถามคำถาม ซึ่งเป็นเวลาที่น้อยเกินไป โดยธรรมดาแล้วคนเราจะต้องใช้เวลาโดยเฉลี่ยประมาณ 3 - 5 วินาทีในการคิดเพื่อจะตอบคำถามใดคำถามหนึ่ง

คำตอบของนักเรียนจะต่างไปจากเดิมหรือไม่ อย่างไร ถ้าครูให้เวลาที่พอเพียงสำหรับนักเรียนเพื่อคิดตอบคำถามนั้น ๆ

จากการศึกษาและวิจัยในต่างประเทศพบว่า ถ้าครูให้เวลานักเรียนคิดเพื่อตอบคำถามให้นานพอแล้ว

1. คำตอบของนักเรียนจะยาวขึ้น จำนวนคำตอบก็มากขึ้นด้วย
2. คำตอบที่ว่า "ผมไม่ทราบครับ" และคำตอบผิดพลาดน้อยลง
3. นักเรียนอ้างหลักฐานเพื่อประกอบคำตอบมากขึ้น
4. จำนวนคำถามที่ถามโดยนักเรียนมากขึ้น นักเรียนเสนอการทดลองเพื่อทดลองเรื่องต่าง ๆ ได้มากขึ้น

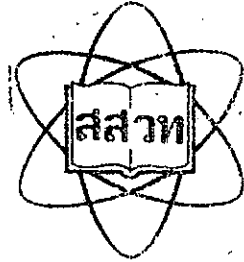
เกี่ยวกับเรื่องการคอยหลังคำถามนี้ ได้มีผู้เสนอว่า ขบวนการถามคำถามในชั้นเรียนควรมีช่วงของการคอยอยู่ 2 ช่วง คือ "การคอยช่วงที่ 1" เป็นการคอยให้นักเรียนคิดเพื่อตอบคำถาม "การคอยช่วงที่ 2" เป็นเวลาระหว่างหลังจากที่นักเรียนตอบคำถามแล้วถึงเวลาที่ครูจะเริ่มสอนต่อ (ครููปประกอบ)



จุดมุ่งหมายของการคอยช่วงที่ 1 ก็เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาคิดที่จะตอบคำถามที่ครูถาม การคอยช่วงที่ 2 มีประโยชน์อย่างไร

การคอยช่วง 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะให้นักเรียนได้มีโอกาสเพิ่มเติมแก้ไข ปรับปรุงคำตอบที่เขาตอบในตอนแรก การคอยช่วง 2 ควรจะเป็นเวลาสักประมาณ 3 - 5 วินาทีเช่นกัน

ได้มีผู้สรุปเกี่ยวกับความสำคัญของการคอยไว้อย่างน่าฟังว่า การพยายามที่จะปรับปรุงการถามคำถามในชั้นเรียน โดยการลดคำถามประเภทมีคำตอบแน่นอนให้ลดลง และเพิ่มคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่างให้มากขึ้น ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียน 1. มีเวลาเพียงพอเพื่อคิดที่จะตอบคำถาม และ 2. มีเวลาเพียงพอที่จะให้นักเรียนคนนั้น หรือเพื่อนร่วมชั้นได้รวมแสดงความคิด-ความเห็น เพิ่มเติม ปรับปรุง แก้ไขคำตอบที่นักเรียนตอบในตอนแรก มิฉะนั้นแล้วคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างจะไม่เกิดประโยชน์ดังที่ต้องการแต่อย่างใด



การใช้คำถามในห้องเรียน

เล่ม 2

สาขาวิจัยและประเมินผล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

บทนำ

เอกสารเรื่องการใช้คำถามในห้องเรียนฉบับนี้เป็นฉบับที่ 2 ต่อจากฉบับที่แล้ว เนื้อหาและสาระในเอกสารฉบับนี้แบ่งเป็น 3 ตอน คือ

1. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการถามคำถาม
2. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการถามคำถาม
3. คำถาม 5 ประเภทของ สสวท.

จุดมุ่งหมายหลักของเอกสารฉบับนี้คือการให้ความรู้เรื่องการใช้คำถามในห้องเรียนเพิ่มเติมจากฉบับที่แล้ว

แนวการเขียนเอกสารฉบับนี้ตอนต้น ๆ คงคล้ายกับฉบับที่แล้วคือการมีคำถามและเวลาที่ไว้ให้ท่านตอบคำถามหรือแสดงความคิดเห็น สถาบันขอแนะนำให้ท่านพยายามตอบคำถามเหล่านั้นเสียก่อน ก่อนที่จะพลิกไปอ่านต่อไป

ตอนท้ายของเอกสารฉบับนี้เป็นเรื่องคำถาม 5 แบบของ สสวท. ซึ่งทุกท่านคงได้เรียนรู้แล้วตอนไปอบรมที่สถาบัน เพื่อทบทวนความทรงจำจึงได้ยกมาอธิบายอีกครั้งอย่างสั้น ๆ

จุดมุ่งหมาย

เมื่ออ่านเอกสารฉบับนี้จบแล้วท่านควรจะสามารถ

1. อธิบายได้ว่าครูควรจะปฏิบัติเช่นไรถ้า
นักเรียนตอบคำถามที่ถามไม่ถูกต้อง
นักเรียนไม่คอยขอมตอบคำถาม

2. บอกได้ว่า

ครูควรพูดทวนคำตอบของนักเรียนหรือไม่ เพราะเหตุใด

ครูควรเสริมพลังในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามได้ถูกต้องหรือไม่ เพราะเหตุใด

ควรใช้คำถามประเภทมีคำตอบว่าใช่ - ไม่ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

คำถามที่ใช้ในห้องเรียนกับคำถามที่ใช้ในข้อสอบควรมีความสอดคล้องกันหรือไม่

เพราะเหตุใด

3. อธิบายความสำคัญของ

การกระตุ้นให้นักเรียนสนใจฟังคำตอบของเพื่อน ๆ และโต้ตอบซึ่งกันและกัน

การกระตุ้นให้นักเรียนรู้จักถามคำถาม

4. ระบุได้ว่าคำถามที่ยกมาใด หุกเป็นคำถามเพื่อการสังเกตหรือเพื่ออธิบาย หรือ
เพื่อสร้างสมมุติฐาน หรือเพื่อออกแบบการทดลองและควบคุมตัวแปร หรือเพื่อ
การนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการถามคำถาม	1
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการถามคำถาม	10
คำถาม 5 ประการของ สสวท.	12
คำถามเพื่อการสังเกต	13
คำถามเพื่ออธิบาย	14
คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน	15
คำถามเพื่อการออกแบบและควบคุมตัวแปร	16
คำถามเพื่อการนำไปใช้	17

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการถามคำถาม

ขอช้าไว้ ณ ที่นี้อีกครั้งหนึ่งว่า จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการถามคำถามในชั้นเรียน คือเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่จะใช้เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนจำสิ่งต่าง ๆ ที่ได้อ่านมาแล้วได้มากน้อยเพียงใด

สิ่งหนึ่งที่เราจะต้องยอมรับก็คือ คำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่างส่วนใหญ่เป็นคำถามที่ให้นักเรียนได้แสดงความคิดความเห็น ซึ่งจะเป็นผลให้นักเรียนต้องตอบคำถามยาวขึ้น และถ่าท่านฝึกให้คุ้นกับการตอบโดยใช้เวลาที่เพียงพอสำหรับนักเรียนที่จะคิด (การคอยขวง 1) และสำหรับเพิ่มเติมปรุงคำถามที่ตอบไปแล้ว (การคอยขวง 2) ท่านจะพบว่าการสอนของท่านอาจดำเนินไต่ช้าลงไปบ้าง ซึ่งเราก็ต้องยอมรับในการจัดทำหลักสูตร สถาบันก็ได้คำนึงถึงข้อเท็จจริงนี้

การถามคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคำถามที่นักเรียนต้องคิด เพื่อตอบคำถามคำถามนั้น ๆ อาจทำให้นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องมากขึ้น เราควรจะทำอย่างไรถ้านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง โปรดเขียนคำตอบของท่านในที่ว่างต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

นักเรียนจะมีความรู้สึกไม่ยินดีที่จะตอบคำถามของครูเท่าไรนัก ถ้าคำตอบของเขาไม่ได้รับความสนใจจากครูและเพื่อนร่วมชั้น นักเรียนจะมีความรู้สึกเสียหน้าถ้าคำตอบของเขาได้รับการตอบสนองอย่างตรงไปตรงมาจนเกินไปว่าผิดหรือไม่ถูกต้อง ซึ่งจะเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่ยินดีที่จะตอบคำถามของครูในโอกาสต่อไป ครูจะต้องหาทางควบคุมเพื่อนร่วมชั้นไม่ให้แสดงกริยาอาการเย้ยหยันในกรณีที่นักเรียนคนหนึ่งตอบคำถามผิด ครูจะต้องพยายามหาทางที่จะทำให้นักเรียนผู้ตอบผิด รู้ว่าคำตอบนั้นไม่ถูกต้อง โดยที่เจ้าตัวไม่รู้สึกเสียหน้ามากนัก ครูไม่ควรจะดูหรือทำโทษนักเรียนเมื่อนักเรียนตอบคำถามผิด ๆ ระเบียบที่ว่า "ไหนลองคิดใหม่อีกซิ" หรือ "ลองตอบใหม่อีกทีสิ" อาจจะช่วยให้ในกรณีที่

มีครูจำนวนไม่น้อยที่เคียดที่ชอบพูดทวนคำตอบของนักเรียนทุกครั้ง ในกรณีที่นักเรียนผู้นั้นตอบคำถามได้อย่างถูกต้อง ท่านมีความเห็นอย่างไรในเรื่องนี้ โปรดเขียนความเห็นของท่านในที่ที่เว้นไว้ให้ต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

จริงอยู่การเสริมพลังเป็นสิ่งสำคัญ แต่ก็ต้องมีขอบเขตจำกัดไม่ใช่จะพุดชมกันเรื่อยไป และการเสริมพลังมิใช่จะทำได้โดยการพุดชมแต่อย่างเดียว กริยาทาทาง สีหน้า สายตา ความจริงใจ และการสนใจฟังคำตอบอย่างแท้จริง เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่ไม่ช่วยในการเสริมพลังได้ทั้งสิ้น การที่ครูกล่าวชมทุกครั้งในกรณีที่นักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องครูออกจะเป็นการขัดธรรมชาติ หรือเป็นการกระทำคล้ายเครื่องจักรมากเกินไป อย่างไรก็ตามเรื่องนี้ขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพของครูผู้สอนเองมากกว่า ครูแต่ละคนย่อมมีบุคลิกภาพแตกต่างกันไปจึงยากที่จะวางกฎเกณฑ์ให้แน่นอนตายตัวลงไปว่าครูควรจะทำอย่างไร แต่สิ่งที่ครูควรระวังจะตระหนักไว้ในใจก็คือการเสริมพลังเป็นสิ่งสำคัญมากอย่างหนึ่งในการเรียนการสอน

จากการศึกษาในสหรัฐอเมริกาพบว่า การเสริมพลังโดยการพุดชมทุกครั้งหลังคำตอบที่ถูกต้อง ไม่ค่อยช่วยให้นักเรียนกระตือรือร้นที่จะสนใจในการตอบคำถามมากขึ้นอย่างที่คาดคิดเอาไว้ ผู้ศึกษาได้สรุปว่าการเสริมพลังทุกครั้งอาจทำให้นักเรียนขาดความมั่นใจว่าครูทำด้วยความจริงใจหรือไม่ เขาได้กล่าวเสริมต่อไปด้วยว่าการเสริมพลังหลังการตอบทุกครั้ง อาจทำให้การแสดงความคิดความเห็นของเพื่อนร่วมชั้นต่อคำตอบนั้น ๆ ลดน้อยลงไป เพราะครูได้กล่าวชมเชยคำตอบที่นักเรียนคนหนึ่งได้ตอบไปแล้ว นักเรียนคนอื่น ๆ จึงไม่อยากแสดงความคิดความเห็นเพิ่มเติมต่อคำตอบนั้น ๆ อีก

ปัญหาที่มักจะมีอีกประการหนึ่งในการถามคำถามในขณะที่สอน คือนักเรียนไม่ค่อยยอมตอบคำถาม กว่าจะลุกขึ้นมาตอบได้แต่ละครั้งเสียเวลามาก จนบางครั้งเราไม่อาจจะหนरोได้ ท่านเคยพบปัญหานี้หรือไม่ และท่านได้ใช้วิธีการใดแกปัญหานี้ โปรดเขียนคำตอบของท่านในที่ว่างต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

.....

มีสาเหตุหลายอย่างด้วยกันที่ทำให้นักเรียนไม่ค่อยจะยอมตอบคำถาม หรือกว่าจะตอบแต่ละครั้งต้องเสียเวลามาก ประการแรกอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่เคยชินกับการสอนแบบใหม่ที่จะต้องถามต้องตอบกันบ่อย ๆ เทาที่ผ่านมานักเรียนอาจเคยชินกับการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกแล้วนักเรียนเป็นแต่ฟัง ดังนั้นในระยะแรก ๆ นี้เราอาจจะต้องอดทนสักเล็กน้อย พยายามฝึกกันไปเชื่อว่าไม่นานจะทำให้นักเรียนกล้าตอบคำถามมากขึ้น

มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่เคียดที่ไม่อยากตอบคำถามเพราะเกิดความเข็ดหลาบจากการถูกคู้หรือถูกทำโทษจากครูในกรณีที่ไม่ตอบผิด ข้อนี้เราในฐานะเป็นครูจะต้องพึงระวังพยายามถามคำถามให้เหมาะสมกับสภาพสติปัญญาของนักเรียน ไม่ควรถามคำถามที่ยากเกินไป บางทีจำเป็นต้องแตกคำถามยากนั้นให้เป็นคำถามย่อยหลาย ๆ คำถามไล่ไปเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถมองเห็นทางที่จะตอบคำถามยากนั้น อย่างไรก็ตามครูไม่ควรจะคู้หรือทำโทษในกรณีที่นักเรียนตอบผิดเพราะจะทำให้นักเรียนคร้าม ไม่กล้าตอบคำถามของเราต่อไป นอกจากนั้นความสนใจฟังคำตอบของนักเรียนอย่างจริงจัง การให้เวลานักเรียนคิดอย่างเพียงพอ การเสริมพลัง บุคลิกภาพของครู เหล่านี้ล้วนเป็นสาเหตุที่มีผลต่อการตอบคำถามของนักเรียนทั้งสิ้น

ปัจจัยอีกประการหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการถามคำถามในห้องเรียนคือปรัชญาทางการศึกษาและการรับรู้ต่อบทบาทในฐานะที่เป็นครู ถ้าท่านพิจารณาว่าหน้าที่รับผิดชอบของท่านในฐานะที่เป็นครูคือการถ่ายทอดความรู้จากท่านไปสู่นักเรียน ท่านอาจมีความรู้สึกไม่เห็นด้วยกับเรื่องราวต่าง ๆ ในเอกสารทั้งสองฉบับนี้ ถ้าท่านต้องการจะเห็นนักเรียนของท่านเป็นเสมือนห้องเก็บความรู้ทางวิทยาศาสตร์เคลื่อนที่ ท่านอาจไม่จำเป็นต้องถามคำถามในขณะที่สอนแต่อย่างใด หรือถ้าจะถามก็จะเป็นคำถามประเภทมีคำตอบแน่นอน เพื่อตรวจสอบดูว่านักเรียนได้เรียนรู้และจำข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่บอกไปให้ได้อย่างน้อยเพียงใด

ในทางตรงข้ามถ้าท่านเห็นว่าหน้าที่สำคัญของท่านคือ ช่วยให้นักเรียนได้มีโอกาสได้เรียนและฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การวัด การจัดจำแนก การตั้งสมมุติฐาน ฯลฯ ในการค้นคว้าหาความรู้ รู้จักคิดหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญใจด้วยตนเอง ท่านอาจพบว่าการสอนโดยการพยายามป้อนคำตอบโดยเฉพาะคำถามประเภทมีคำตอบได้หลายอย่างจะเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนของท่านให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ต้องการได้

อย่างไรก็ตามไม่มีครูคนใดจะทำตนเป็นผู้ให้ความรู้หรือแนะนำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียว บทบาททั้งสองประการนี้ต้องเกิดควบคู่กันไป ข้อสำคัญเราจะต้องรู้ว่าควรจะอุทิศเวลาแสดงในบทบาทใดมากน้อยเพียงใด เท่าที่เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน ครูควรจะอุทิศเวลาส่วนใหญ่เพื่อแสดงบทบาทในการแนะนำให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองแทนที่จะเป็นผู้บอกความรู้แก่นักเรียนดังที่เคยทำกันมา

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการถามคำถาม

พิจารณาสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับการถามคำถามในห้องเรียนต่อไปนี้ บางทีอาจจะเป็นประโยชน์ต่อท่านบ้าง

1. พยายามหลีกเลี่ยงการถามคำถามประเภทที่มีคำตอบว่า ใช่ - ไม่ใช่, จริง - ไม่จริง หรือ ถูก - ไม่ถูก คำถาม เช่น "ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารละลาย อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเร็วขึ้นด้วยใช่ไหม" เป็นคำถามจำกัดคำตอบให้นักเรียนตอบเพียงว่า ใช่ - ไม่ใช่ หรือไม่ทราบ ถ้าเปลี่ยนเป็นว่า "ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแล้ว อัตราการเกิดปฏิกิริยาควรเป็นเช่นไร" ก็จะเป็นคำถามที่ดีกว่าคำถามแรก อย่างนี้เป็นต้น

2. พยายามหาวิธีการให้นักเรียนสนใจฟังคำตอบของเพื่อน ๆ และตอบโต้ซึ่งกันและกัน ขบวนการถามคำถามในห้องเรียนมักเป็นขบวนการชั้นเดียว คือ ครูถาม - นักเรียนตอบ แล้วก็จบกัน มันจะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น ถ้าครูพยายามทำขบวนการถามคำถามให้ต่อเนื่องกันไป เช่น ครูถาม - นักเรียนคนที่ 1 ตอบ - นักเรียนคนที่ 2 ที่ 3 ที่ 4 ให้คำตอบเพิ่มเติม หรือวิพากษ์วิจารณ์แสดงความคิดเห็นต่อคำถามและคำตอบนั้น ๆ ครูอาจกระตุ้นให้ขบวนการนี้เกิดขึ้นได้โดยใช้คำพูด เช่น "ใครมีความคิดเห็นอย่างไรต่อคำตอบนี้" "ใครจะเพิ่มเติมอะไรอีกบ้าง" "จะมีทางแปลความหมายอย่างไรได้อีกบ้าง" เหล่านี้เป็นต้น

3. พยายามกระตุ้นให้นักเรียนถามกันเองตอบกันเอง บรรยากาศในชั้นเรียน นอกจากจะเป็นแบบครูถามนักเรียนและนักเรียนถามครูแล้ว ยังควรสนับสนุนให้นักเรียนถามกันเองตอบกันเองจากข้อมูลที่หาคองได้ หรือสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นมา ถ้าทำได้เช่นนี้จะทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนตื่นเต้น สนุกสนาน น่าสนใจยิ่งขึ้น

4. คำถามในชั้นเรียนกับคำถามที่ใช้ในข้อสอบควรจะสอดคล้องกัน ข้อนี้นับว่าสำคัญมาก ถ้าครูพยายามถามคำถามประเภทที่ต้องใช้ความคิดความเห็นในขณะสอนในชั้นเรียน แต่ในการสอบครูกลับออกข้อสอบประเภทความรู้ความจำ การทำเช่นนี้จะทำให้นักเรียนไม่สนใจต่อคำถามของครูในชั้นเรียนอีกต่อไป แต่จะหันกลับไปท่องจำเรื่องต่าง ๆ เพื่อทำข้อสอบให้ได้ การถามคำถามในระหว่างสอนก็จะไม่มีประโยชน์แต่อย่างใด

คำถาม 5 ประเภทของ สสวท.

ดังได้กล่าวในเอกสารฉบับที่แล้วว่า มีระบบจำแนกประเภทคำถามอยู่หลายระบบที่แตกต่างกันออกไป เอกสารฉบับที่แล้วได้อธิบายละเอียดถึงระบบที่จำแนกคำถามออกเป็น 4 ประเภท คือ 1. คำถามทั่ว ๆ ไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา 2. คำถามเน้นความ 3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน และ 4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง และได้กล่าวเน้นไว้ด้วยว่าในการสอนครูควรเพิ่มคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่างให้มากขึ้น เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนใคร่จึกคิด รุ่จักแก้ปัญหา กล่าวแสดงออก กล่าวแสดงความคิดเห็นของตนเอง

การรุ่จักใช้คำถามเป็นสิ่งที่มีความสำคัญยิ่งในการสอนวิชาศาสตร์ตามแนวของ สดวบัน สดวบันได้จำแนกประเภทคำถามที่ครูควรถามในห้องเรียนออกเป็น 5 ประเภท ดังที่ท่านทั้งหลายคงได้เคยเรียนรู้กันมาแล้วคราวที่ไปอบรมที่สดวบัน หรือศูนย์วิทยาดัชครู เพื่อเป็นการเตือนความทรงจำจะขอกล่าวถึงคำถาม 5 ประเภทอย่างคร่าว ๆ อีกครั้งดังนี้

1) คำถามเพื่อการสังเกต คำถามชนิดนี้เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ประสาททั้ง 5 รับรูสิ่งที่ตนสังเกต แล้วบรรยายออกมาเป็นภาษาที่สามารถสื่อสารให้คนอื่นเข้าใจได้ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ก็คือ

"บรรยายเกี่ยวกับการทดลองนี้ เธอสังเกตอะไรได้บ้าง"

"มีคนอื่นสังเกตได้แตกต่างไปจากนี้อีกไหม ถ้ามีคืออะไร"

"ขณะที่ภายในหลอดฉีดยามีอะไรเกิดขึ้น"

ฯลฯ

คำถามประเภทนี้มักเป็นคำถามในช่วงตอนต้นของการอภิปรายหลังการทดลอง โดยทั่ว ๆ ไป เรามักจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้บรรยายในสิ่งที่ตนเองสังเกตได้ หมุนเวียนสลับเปลี่ยนกันไป และเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นได้โต้แย้ง หรือเพิ่มเติมหากการสังเกตของเขาแตกต่างออกไป ข้อสำคัญครูต้องไม่แย่งนักเรียนบรรยายผลการทดลองเสียเอง

คุณค่าที่สำคัญของคำถามประเภทนี้คือ เป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต และสามารถบรรยายสิ่งที่ตนเองสังเกตด้วยภาษาที่เหมาะสมคนอื่นเข้าใจได้

2) คำถามเพื่อการอภิปราย คำถามชนิดนี้เป็นคำถามที่ต้องการให้ผู้ตอบนำเอาข้อมูลหรือประจักษ์พยานที่มีอยู่ประกอบกับความรู้เดิมมาอธิบายปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น คำถามที่เกี่ยวกับการสรุปผลการทดลองส่วนใหญ่มักเป็นคำถามเพื่อการอธิบาย ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ได้แก่

"เราจะสรุปผลการทดลองนี้ได้อย่างไร ทำไมจึงสรุปเช่นนั้น"

"ทำไมเมื่อเอากระบอกฉีดยาจุ่มลงในน้ำร้อนปริมาตรของก๊าซในกระบอกฉีดยาจึงเพิ่มขึ้น"

"ถ้าเช่นนั้นอุณหภูมิกับปริมาตรของก๊าซมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร"

ฯลฯ

คำถามประเภทนี้มักมีคำพวก "อย่างไร" "ทำไม" "เพราะเหตุใด" "อธิบาย" หรือ "สรุป" อยู่ในคำถาม คุณค่าของคำถามประเภทนี้อยู่ที่เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักอธิบายสิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุมีผล อาศัยข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่เป็นหลักฐานอ้างอิง หรือรู้จักหาข้อมูลมาเป็นหลักฐานอ้างอิง ไม้มเบ เป็นการฝึกให้นักเรียนเป็นคนเคารพในเหตุในผล ในประจักษ์พยานและหลักฐาน นอกจากนั้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีโอกาสพูดหรืออธิบายอย่างบ่อย ๆ จะทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการพูดจาสื่อสารด้วยภาษาที่กระชับรัดกุม เข้าใจง่าย ซึ่งก็เป็นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งที่นักเรียนควรมีเป็นสมบัติประจำตัว

3) คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน คำถามชนิดนี้เป็นคำถามที่ผู้ถามมุ่งให้ตอบ ทำนาย หรือ คาดการณ์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้เดิมประมวลเข้ากับข้อมูลต่าง ๆ ที่ อาจหาได้ในขณะนั้น คำถามประเภทนี้มักมีคำตอบจำพวก "ถ้า" "สมมุติว่า" หรือ "ทำนาย" อยู่ควยเสมอ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ได้แก่

"ถ้าในการทดลองครั้งใหม่เราไม่ควบคุมความเข้มข้นของ HCl นักเรียนคิดว่า ผลการทดลองน่าจะเป็นเช่นไร"

"สมมุติว่าเราลดอุณหภูมิลงเรื่อย ๆ นักเรียนคิดว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น"

ฯลฯ

การสอนในช่วงของการอภิปรายก่อนการทดลอง คำถามเพื่อการสร้างสมมุติฐาน จะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำการทดลองอย่างสนใจ เพราะอยากรูว่าผลการทดลองจะเป็น เช่นไร ตรงกับที่ตนได้ทำนายหรือไม่ ในการอภิปรายหลังการทดลองครูอาจถามคำถาม เพื่อการตั้งสมมุติฐานได้โดยการให้นักเรียนทำนายการทดลอง เมื่อเปลี่ยนเงื่อนไขบาง ประการของการทดลองให้แตกต่างไปจากเดิม

ความสามารถในการทำนายหรือคาดคะเนอย่างมีเหตุผลเป็นความสามารถที่ควร จะปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน การค้นพบทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เกิดจากความเฉลียว ฉลาดในการตั้งสมมุติฐานของนักวิทยาศาสตร์ การดำรงชีวิตของมนุษย์โดยทั่ว ๆ ไปก็เช่นกัน ต้องอาศัยความสามารถในด้านนี้อยู่มาก คนเราต้องเดาหรือต้องคาดการณ์กันอยู่ตลอดเวลา ไม่มีผู้ใดที่จะสามารถล่วงรูถึงความเป็นไปในอนาคตได้อย่างแน่นอน ดังนั้น การฝึกให้นักเรียน รู้จักสมมุติฐานที่เป็นสิ่งสำคัญยิ่งในการสอนวิทยาศาสตร์

4) คำถามเพื่อการออกแบบการทดลองและความคุมตัวแปร คำถามประเภทนี้มักเป็นคำถามที่ต่อเนื่องจากคำถามเพื่อการตั้งสมมุติฐาน เป็นคำถามที่ผู้ตอบต้องใช้ความสามารถด้านการสังเคราะห์ คือ การนำเอาความรู้และข้อมูลต่าง ๆ มาสัมพันธ์ประติศร่กกัน ให้เกิดเป็นการทดลองที่สามารถทดสอบสมมุติฐานที่ต้องการได้ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ได้แก่

"เราจะทดสอบได้อย่างไรว่าสารตัวอย่างเป็นสารละลายหรือสารบริสุทธิ์"

"เราจะทดสอบได้อย่างไรว่าก๊าซที่เหลือในกระบอกนี้เป็นก๊าซอะไร"

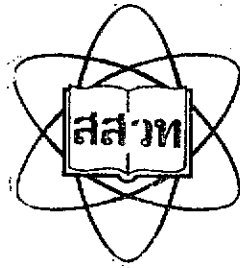
"เราจะแยกสีแดงกับสีเหลืองที่ผสมกันเป็นสีส้มออกจากกันได้ได้อย่างไร"

ฯลฯ

ครูควรเน้นค่ววว่าการทดลองที่นักเรียนเสนอควรเป็นการทดลองที่ประหยัด ปลอดภัย และสามารถปฏิบัติได้จริง ๆ เป็นการสอนให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการปฏิบัติ ทุกวันนี้เราจะพบคนเป็นจำนวนมากที่เก่งในทางพูด เขียน หรือทางทฤษฎีแต่พอให้ปฏิบัติจริง ๆ กลับทำไม่ได้

5) คำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้ คำถามชนิดนี้ได้แก่คำถามที่ผู้ตอบนำเอาความรู้หรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ไปดัดแปลงใช้ในสถานการณ์ใหม่ ตัวอย่างคำถามประเภทนี้ได้แก่ "ในการทดลองเรื่องโครมาโตกราฟีถ้าไม่มีกระดาษกรองเราอาจใช้อะไรแทนได้" "เราจะนำความรู้เรื่องการกลั่นลำดับส่วนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างไรบ้าง" ดังนี้ เป็นต้น

ความสามารถในการคิดดัดแปลงนำเอาความรู้ที่ได้เรียนแล้วไปใช้ให้เป็นประโยชน์ นับว่ามีความสำคัญมาก การที่มนุษย์เราอยู่อย่างสะดวกสบายทุกวันนี้ก็เป็นผลเนื่องมาจากความสามารถด้านนี้ของบุคคลบางคน การฝึกให้นักเรียนสามารถนำเอาความรู้ที่มีอยู่ไปดัดแปลงใช้ให้เป็นประโยชน์เป็นหน้าที่ที่สำคัญของเรา การถามคำถามเพื่อการนำความรู้ไปใช้บ่อย ๆ เป็นทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนบรรลุถึงจุดหมายนี้ได้



การใช้คำถามในห้องเรียน

เล่ม 3

สาขาวิจัยและประเมินผล
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

บทนำ

เอกสารการใช้คำถามในห้องเรียนเล่มนี้ นับเป็นเล่มที่ 3 ที่ทางสาขาวิจัยและประเมินผลได้จัดทำขึ้นตามโครงการวิจัยเรื่อง "ผลการใช้คำถามของครูที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น มศ.2 และ ม.2" เนื้อหาในเอกสารสองเล่มที่ผ่านมาส่วนใหญ่เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการใช้คำถามในห้องเรียน ส่วนในเอกสารเล่มที่ 3 นี้จะเป็นการเสนอข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนที่ได้จากการวิเคราะห์หาค่าการสนทนของครู พร้อมกันนี้ก็ได้ออกแทรกความคิดเห็นของผู้เขียนเกี่ยวกับเรื่องการใช้คำถามในห้องเรียนลงไปด้วย

สารบัญ

๗

หน้า

บทนำ	ก
ใช้เวลาสอนอย่างไร	1
ถามคำถามบ่อยแค่ไหน	2
การวิเคราะห์คำถามจากเทพ	3
ความหมายของรหัส	4
ตัวอย่างผลการวิเคราะห์	4
ถามคำถามประเภทใดบ้าง	6
ขั้นตอนการถามคำถาม	9
คอยกันนานเท่าไร	12
ข้อสังเกตอื่น ๆ	14

ใช้เวลาสอนกันอย่างไร

จากการฟังเทปบันทึกเสียงการสอนของอาจารย์หลายท่านพบว่าแต่ละท่านใช้เวลาในการอภิปรายหลังการทดลองแตกต่างกันไป ตั้งแต่ 3 นาทีถึง 20 นาที ส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณ 6 - 8 นาที

จากการสังเกตต่อไปพบว่า อาจารย์ที่ใช้เวลาในการอภิปรายหลังการทดลองน้อย ๆ มักจะเป็นผู้สรุปผลการทดลองเสียเองและบรรยากาศในการสอนจะเป็นแบบครูพูดคนเดียว คำถามที่ใช้มักเป็นคำถามประเภทใช่ - ไม่ใช่ ถูก - ไม่ถูก จริง - ไม่จริง ไม่ค่อยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตอบหรือซักถามปัญหามากนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเวลาไม่พอ ผู้สอนเห็นว่าเวลาจะหมดเลยรีบสรุปหรือบอกให้เสีย หรือบางทีอาจเป็นเพราะว่ายังคุ้นเคยกับการสอนแบบเดิม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการบรรยายให้นักเรียนฟัง

ข้อที่น่าสังเกตเกี่ยวกับเรื่องเวลาก็คือ ทำไมบางคนจึงมีเวลาสำหรับการอภิปรายหลังการทดลองมาก แต่ทำไมบางคนจึงอภิปรายเพียง 3 - 4 นาที

ถามคำถามบ่อยแค่ไหน

จากการวิเคราะห์ที่พบว่ามีอัตราการถามคำถามของอาจารย์แต่ละท่านแตกต่างกันไปมาก บางท่านถามคำถามบ่อย บางท่านเกือบจะไม่ถามคำถามเลยตลอดการอภิปรายหลังการทดลอง

ท่านคิดว่าอาจารย์ผู้ถามคำถามบ่อยที่สุด จะถามคำถามกี่คำถามต่อนาทีและโดยเฉลี่ยแล้วอาจารย์ถามคำถามกี่คำถามต่อนาที เขียนคำตอบของท่านในที่ว่างต่อไปนี้

อัตราการถามคำถามของอาจารย์แต่ละท่านแตกต่างกันไป มีตั้งแต่ 1.8 คำถามต่อนาที (7 คำถามต่อ 4 นาที) ถึง 5.4 คำถามต่อนาที (54 คำถามต่อ 10 นาที) โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 3 - 4 คำถามต่อนาที

พิจารณาจากข้อเท็จจริงข้างบนนี้ท่านมีความเห็นอย่างไร จะแปลความหมายของข้อเท็จจริงนี้ได้อย่างไร จะสรุปได้หรือไม่ว่า "ยิ่งถามคำถามมาก การสอนก็น่าจะเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น"

อัตราการถามคำถามนี้สูงกว่าที่ผู้เขียนได้เคยคาดคิดเอาไว้มาก ถามกัน 3 - 4 คำถามต่อนาที หรือประมาณ 1 คำถามต่อทุก ๆ 15 หรือ 20 วินาที น่าคิดว่าจะเป็นอย่างไรร

การวิเคราะห์คำถามจากแบบ

การวิเคราะห์คำถามทั้งประเภทของคำถามและชนิดของการตอบจากการฟังแบบ
ผู้วิเคราะห์จะจำแนกความเป็นคำถามประเภทใด แล้วฟังต่อไปว่าใครเป็นผู้ตอบคำถามนั้น

ประเภทของคำถาม ในการวิเคราะห์แบ่งคำถามเป็น 4 ประเภทดังนี้

1. คำถามทั่ว ๆ ไปไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา
2. คำถามเน้นความ หรือคำถามที่ไม่ต้องการคำตอบ
3. คำถามที่มีคำตอบแน่นอน
4. คำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง

คำอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับคำถาม 4 ประเภทนี้ หาอ่านได้จากเอกสารการ
ใช้คำถามเล่มที่ 1

ชนิดของการตอบ สำหรับชนิดของการตอบได้แบ่งเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. นักเรียนตอบพร้อมกันหลายคน หรือทั้งชั้น
2. นักเรียนคนใดคนหนึ่งตอบโดยเฉพาะ ครูอาจจะเป็นผู้ระบุตัวให้ตอบ
หรือนักเรียนอาสาตอบเอง
3. ครูตอบคำถามนั้นเสียเอง หรือถามแล้วไม่สนใจให้นักเรียนตอบ พูดเรื่อง
อื่นต่อไปเลย

ความหมายของรหัส ในการวิเคราะห์จะเขียนออกมาเป็นรหัส เช่น 3 - 1, 4 - 1, 2 - 3, 3 - 2 เลขตัวหน้าจะบอกประเภทของคำถาม เลขตัวหลังจะบอกชนิดของการตอบ เช่น รหัส 3 - 1 หมายถึงคำถามประเภท 3 และการตอบเป็นแบบ 1 (ครูถามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนแล้ว นักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น) ถ้ารหัสเป็น 4 - 2 ก็แสดงว่าคำถามเป็นประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง แล้วนักเรียนคนใดคนหนึ่งเป็นผู้ตอบ โดยเฉพาะ ดังนี้ เป็นต้น

ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ พิจารณาตัวอย่างผลการวิเคราะห์การฟังเพลงการอภิปรายหลังการทดลอง จากเทป 2 ม้วน ต่อไปนี้

ม้วนที่ 1 3 - 1, 3 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 4 - 1, 2 - 3, 4 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 4 - 1, 2 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 3 - 3, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 2 - 3, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 3 - 1, 2 - 3, 3 - 1, 3 - 1, 4 - 3

เทปม้วนที่ 1 นี้ ผู้สอนใช้เวลาอภิปรายหลังการทดลอง 10 นาที ผู้สอนถามคำถามทั้งสิ้นจำนวน 54 คำถาม เป็นคำถามประเภท 2 จำนวน 18 คำถาม ประเภท 3 จำนวน 32 คำถาม คำถามประเภท 4 จำนวน 4 คำถาม ไม่มีคำถามประเภท 1 เลย ชนิดของการตอบก็เป็นแบบ 1 และแบบ 3 ทั้งหมด ไม่มีแบบ 2 เลย

จากข้อเท็จจริงนี้ ทำนายไว้ว่าบรรยากาศในการเรียนการสอนน่าจะเป็นเช่นไร ใครเป็นผู้พูด นักเรียนได้มีโอกาสพูดหรือแสดงความคิดเห็นมากสักเพียงไร ทำไมจึงถามคำถามใดมากมายเช่นนี้ การสอนจะมีระดับของความเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สักเพียงใด

ถ้าท่านได้มีโอกาสสังเกตการสอนม้วนนี้แล้วจะพบว่า ครูเป็นผู้พูดตลอดเวลา คำถามที่ใช้เกือบทั้งหมด (มากกว่า 90%) เป็นคำถามประเภท "ใช่/ไหม" "ถูก/ไหม" หรือ เป็นคำถามประเภทที่มีคำตอบแน่นอนตายตัว เป็นคำถามที่มีคำตอบแค่หนึ่งเดียว ถามแล้วนักเรียนสามารถตอบสวนได้ทันที ถามแล้วไม่เรียกให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคล บางที่ถามแล้วครูก็ตอบเสียเอง หรือสอนอย่างอื่นต่อไปเลย นักเรียนไม่มีโอกาสพูดหรือแสดงความคิดเห็นเลย นักเรียนเรียนรู้จากการสรุปของครู การสอนของท่านนี้มีลักษณะความเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ค่อนข้างต่ำ

ม้วนที่ 2 4 - 2, 4 - 2, 4 - 2, 3 - 1, 3 - 1, 4 - 2; 4 - 2, 3 - 1, 4 - 2, 3 - 2, 4 - 2, 3 - 1, 1 - 1, 3 - 1, 3 - 2, 3 - 2, 4 - 2, 4 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 2, 3 - 1, 4 - 2, 3 - 1, 4 - 2, 2 - 3, 4 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 2 - 3, 4 - 1

การอภิปรายหลังการทดลองในม้วนนี้ใช้เวลา 13 นาที มีจำนวนคำถามทั้งสิ้น 36 คำถาม (2.8 คำถามต่อนาที) ท่านคิดว่าบรรยากาศการเรียนการสอนในเทปม้วนนี้จะแตกต่างไปจากม้วนที่แล้วอย่างไร

ในจำนวน 36 คำถาม เป็นคำถามประเภท 1 เสีย 1 คำถาม คำถามประเภท 2 เสีย 5 คำถาม ประเภท 3 เสีย 17 คำถาม และประเภท 4 เสีย 13 คำถาม ส่วนชนิดของการตอบมีการตอบแบบ 2 คือนักเรียนตอบเป็นรายบุคคลถึง 21 คำตอบ ที่เหลืออีกเป็นการตอบแบบ 1 และ 3.

จากการฟังเทปเวลานี้พบว่า ครูให้นักเรียนพูดและแสดงความคิดเห็นมากกว่าม้วนที่แล้ว เมื่อครูถามแล้วจะระบุให้นักเรียนคนเดียวคนหนึ่งเป็นผู้ตอบโดยเฉพาะ ครูมักให้นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบของตน ครูถามคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่างจำนวนมาก (เกือบ 30% ของคำถามทั้งหมด) นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้การชี้แนะของครู การสอนของท่านมีลักษณะของความเป็นการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าท่านที่แล้ว

ถามคำถามประเภทใดบ้างถามแล้วใครเป็นผู้ตอบ

ข้อเท็จจริงที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งที่ได้จากการวิเคราะห์เทปคือปริมาณคำถามและการตอบแต่ละประเภท ลองท่านายวิชาโดยทั่ว ๆ ไปอาจารย์ผู้สอนจะถามคำถามประเภทต่าง ๆ ในสัดส่วนเท่าใด นั่นคืออาจารย์ถามคำถามที่มีคำตอบได้หลายอย่าง ถามคำถามที่มีคำตอบแน่นอนตายตัว ถามคำถามประเภทที่ไม่ต้องการคำตอบ และถามคำถามทั่ว ๆ ไปที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเป็นปริมาณร้อยละเท่าใดของปริมาณคำถามทั้งหมด เขียนคำทำนายของท่านในตารางต่อไปนี้

.....

.....

.....

เป็นการลำบากที่จะกำหนดให้แน่นอนลงไปว่าในการสอนแต่ละครั้งครูควรถามคำถามประเภทต่าง ๆ ในสัดส่วนเท่าใด สัดส่วนของการถามคำถามแต่ละประเภทจะแปรเปลี่ยนไป นอกจากจะขึ้นกับตัวครูผู้สอนแล้ว ยังขึ้นอยู่กับนักเรียน บทเรียน และสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามในการสอนทั่ว ๆ ไป ครูควรถามคำถามประเภทที่มีคำตอบได้หลายอย่าง มากกว่า 20% ของคำถามทั้งหมด

กลับมาพิจารณาประเภทของคำถามที่เป็นที่น่าสนใจกว่ามีครูจำนวนไม่น้อยที่เคียวที่มีคำถามคำถามแล้วตอบคำถามนั้นเสียเอง หรือบางที่เมื่อถามคำถามแล้วก็ไม่ได้สนใจที่จะได้คำตอบอย่างจริงจัง และนอกจากนั้นเนื่องจากคำถามส่วนใหญ่เป็นคำถามสั้น ๆ ง่าย ๆ เป็นคำถามประเภท ใช่ - ไม่ใช่ ถูก - ไม่ถูก หรือเป็นคำถามที่มีคำตอบเด่นชัด ดังนั้นเมื่อครูถามคำถามประเภทนี้ออกไป นักเรียนมักจะแย่งกันตอบหรือตอบพร้อมกันทั้งชั้น มีครูจำนวนไม่น้อยที่เมื่อถามคำถามแล้วเรียกให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคล ลองทำนายชีวจากการบันทึกเสียงการสอน สัดส่วนของคำตอบประเภทต่าง ๆ เป็นอย่างไร ครูถามเองตอบเองสักกี่เปอร์เซ็นต์ ถามแล้วนักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้นสักกี่เปอร์เซ็นต์ ถามแล้วเรียกให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคลสักกี่เปอร์เซ็นต์ เขียนคำทำนายของท่านในที่ว่างต่อไปนี้

จากการวิเคราะห์ที่เพิ่งครั้งนี้พบว่าประมาณ 40 - 45% ของการตอบทั้งหมดเป็นการตอบพร้อมกันทั้งชั้น ประมาณ 25 - 30% เป็นการตอบของครู คือครูถามเองตอบเองที่เหลือเป็นการตอบแบบนักเรียนตอบเป็นรายบุคคล ซึ่งมีน้อยมาก ในการสอนทั่ว ๆ ไปครูน่าจะเรียกนักเรียนให้ตอบคำถามเป็นรายบุคคลมาก ๆ แทนที่จะให้ตอบพร้อมกันทั้งชั้นหรือถามเองตอบเอง

ขั้นตอนการถามคำถาม

ขั้นตอนการถามคำถาม 4 แบบต่อไปนี้ เป็นขั้นตอนที่ปรากฏบ่อย ๆ ในเทพบันทึก
เสียงการสอนที่ได้เปิดฟัง

แบบที่ 1 "ครูถาม - นักเรียนตอบถูก - ครูสอนต่อ"

ขั้นตอนการถามคำถามแบบนี้ เมื่อครูถามคำถาม ถ้ามีนักเรียนคนใดคนหนึ่งหรือ
หลายคนตอบ และบังเอิญเป็นคำตอบที่ถูกต้อง ครูก็ยอมรับทันทีว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แล้ว
สอนต่อไปเรื่องอื่นต่อไป โดยไม่คอยย้อนกลับไปว่า "ทำไมจึงตอบเช่นนั้น" หรือ "เธอมี
เหตุผลอะไรที่ตอบเช่นนั้น"

แบบที่ 2 "ครูถาม - นักเรียนตอบผิด - ครูเฉลยหรือแนะนำคำตอบ - นักเรียน
เปลี่ยนคำตอบ - ครูสอนต่อ"

ขั้นตอนของคำถามแบบนี้ เมื่อครูถาม นักเรียนตอบผิด บังเอิญถ้าคำตอบนั้นเป็น
ประเภท ไม่สูงชันก็ต่ำลง จริง ไม่จริง เมื่อครูแสดงหรือพูดอย่างผิดหวังนึก ๆ หรือ
แสดงท่าทางให้นักเรียนรู้ นักเรียนก็จะรู้ได้ทันทีว่าเป็นคำตอบผิด ก็จะเปลี่ยนคำตอบไปใน
ทางตรงกันข้าม และเป็นคำตอบที่ถูกต้องครูก็พอใจว่านักเรียนตอบถูกแล้ว จึงสอนเรื่องอื่น
ต่อไป ไม่ได้ถามเหตุผลอีกเช่นเคย

แบบที่ 3 "ครูถาม - นักเรียนตอบขัดแย้งกัน - ครูเฉลย ครูสอนต่อ"

ขั้นตอนการถามคำถามแบบนี้ เมื่อครูถามคำถาม มีนักเรียน 2 กลุ่มตอบขัดแย้งกัน
ในกรณีเช่นนี้ครูมักจะตัดสินใจทันทีว่ากลุ่มใดตอบถูกกลุ่มใดตอบผิด โดยไม่เปิดโอกาสให้นักเรียน
หาเหตุผลมาสนับสนุนคำตอบของตน อันที่จริงเป็นโอกาสที่ครูจะสนับสนุนให้นักเรียนหา
เหตุผลมาตอบโต้ซึ่งกันและกัน

ในการถามคำถาม ผู้ถามไม่ควรเฉยทันที หลังการตอบของนักเรียนควรรี้นักเรียนแสดงเหตุผลประกอบเสียก่อน นอกจากนั้นยังควรสนับสนุนให้นักเรียนผู้ออกความเห็น ตอบเพิ่มเติม หรือโต้แย้งคำตอบของเพื่อนนักเรียนที่ใดตอบไปแล้วด้วย การทำเช่นนี้จะช่วยให้บรรยากาศการเรียนการสอนมีลักษณะการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สูงขึ้น และการทำเช่นนี้บ่อย ๆ ก็จะทำให้นักเรียนคุ้น กล้าแสดงออก กล้าพูด กล้าแสดงความคิดเห็น

ข้อสรุปอีกอย่างหนึ่งที่จะกล่าวในตอนนี้คือ จำนวนคำถามไม่อาจใช้เป็นดัชนีบอกถึงลักษณะของการสอนว่าเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้เพียงใด ดังนั้น ข้อความที่ว่า "ยิ่งถามคำถามมากเท่าไร การสอนก็ยิ่งเป็นแบบสืบเสาะหาความรู้มากขึ้นเท่านั้น" จึงไม่เป็นความจริง เราจำเป็นต้องคำนึงถึงประเภทของคำถามและการตอบโต้ของนักเรียนด้วย

คอยกันนานเท่าไร

ข้อสังเกตที่ได้จากการฟังเพลงครั้งนี้ก็อีกอย่างก็คือ ครูมักไม่สนใจการตอบของนักเรียนอย่างจริงจังและครูให้เวลานักเรียนน้อยมาก ส่วนใหญ่เมื่อถามแล้วต้องการให้นักเรียนตอบสวนออกไปทันที ถ้าไม่มีนักเรียนตอบครูก็จะตอบเสียเอง หรืออธิบายอย่างอื่นต่อไปเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามนั้น เมื่อวิเคราะห์จึงพบว่ากระบวนการถาม-ตอบมักอยู่ในรูป 3 - 1 และ 2 - 3 เสียส่วนมาก กระบวนการถาม-ตอบแบบนี้ไม่ค่อยจะมีประโยชน์เท่าใดนัก ในการสอนเราต้องการกระบวนการถาม-ตอบแบบ 3 - 2 หรือ 4 - 2 โดยเฉพาะกระบวนการถามตอบแบบ 4 - 2 เราต้องการมาก ๆ

เมื่อพิจารณาเรื่องการคอยหลังคำถาม ท่านายครูวิชาครูของเราให้เวลานักเรียนคิดหลังการถามคำถามโดยเฉลี่ยประมาณกี่วินาที และการคอยหลังคำถามของคำถามแบบ 2, 3 และ 4 จะต่างกันหรือไม่ อย่างไร เขียนคำตอบของท่านลงในที่ว่างต่อไปนี้

ผู้เขียนได้พยายามวัดว่าหลังการถามคำถามแล้ว ครูให้เวลานักเรียนคิดนานเท่าใดพบว่าถ้าเป็นคำถามแบบ 2 หรือ 3 แล้วจะไม่สามารถวัดเวลาที่ครูคอยหลังคำถามได้เลย เพราะเมื่อถามเสร็จนักเรียนก็จะตอบพร้อมกันสวนออกมาทันที แต่สำหรับคำถามแบบ 4 วัดไควว่าครูจะคอยประมาณ 1 - 2 วินาที

ครูส่วนใหญ่ทำอะไรเมื่อถามแล้วนักเรียนไม่ตอบส่วนมาทันทีทันใด

ในกรณีที่เมื่อถามแล้วไม่มีนักเรียนตอบส่วนมาทันทีทันใด พฤติกรรมของครูชั้นต่อไป อาจแบ่งได้เป็น 2 แบบดังนี้คือ

ครูกลุ่มหนึ่งจะรอให้นักเรียนตอบโดยไม่ระบุให้คนใดคนหนึ่งตอบ ใครตอบก็ได้บางทีก็ตอบพร้อมกันหลาย ๆ คน เท่าที่วัดได้ครูจะรออยู่ประมาณ 1 - 2 วินาที ถ้ายังไม่มีการตอบครูก็จะตอบเสียเอง หรือบอกใบ้เพื่อให้นักเรียนตอบได้ การสอนของครูกลุ่มนี้มักไม่ชี้หรือเรียกให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคล และเมื่อถามคำถามแล้วส่วนใหญ่นักเรียนจะตอบพร้อม ๆ กันทั้งชั้น

ครูอีกกลุ่มหนึ่งจะเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนคิด ซึ่งวัดได้เป็นเวลาประมาณ 2 - 5 วินาที ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของคำถาม แล้วจึงเรียกชี้ให้นักเรียนตอบเป็นรายบุคคล การสอนของครูกลุ่มนี้จะมีการตอบพร้อม ๆ กันทั้งชั้น น้อยกว่ากลุ่มแรก นักเรียนจะคอยให้ครูเป็นผู้ชี้ให้ตอบ

ท่านมีความเห็นอย่างไรต่อการคอยหลังคำถามที่วัดได้และท่านคิดว่าพฤติกรรมของครู 2 กลุ่มข้างต้น กลุ่มใดดีไม่ใช่อะไร เขียนความเห็นของท่านในที่ว่างต่อไปนี้

.....

.....

.....

.....

ตามความเห็นของผู้เขียน ครูควรเรียกให้นักเรียนตอบ ไม่ควรให้ตอบพร้อมกัน ทั้งชั้นบอยนัก ถ้าใครอาสาจะตอบก็ให้ยกมือหรือยื่นชั้นตอบก่อนที่ครูจะชี้หรือเรียกให้นักเรียนตอบควรให้เวลานักเรียนคิดที่เหมาะสม เช่น 2 - 3 วินาที สำหรับคำถามง่าย ๆ 3 - 5 วินาทีถ้าเป็นคำถามยากขึ้น แต่ก็ไม่ควรคอยนานเกิน 10 วินาที การคอยนานเกินไปจะเป็นผลเสียมากกว่าผลดี นอกจากเสียเวลามากแล้ว ยังทำให้นักเรียนเบนความสนใจไปสู่เรื่องอื่นได้ ถ้าเห็นว่าคำถามนั้นยากไป นักเรียนตอบไม่ได้ ครูควรแตกเป็นคำถามย่อย ๆ แล้วถามเพื่อนำไปสู่การตอบคำถามยาก ๆ นั้น

ข้อสังเกตอื่น ๆ

ข้อสังเกตอื่น ๆ ที่ได้จากการฟังเทปการสอนมีดังนี้

1. การถามคำถามของครูบางครั้งกว้างเกินไปจนนักเรียนไม่ทราบจะตอบอย่างไร บางครั้งก็มีคำตอบเกินชัด จนนักเรียนตอบพร้อมกันทั้งชั้น
2. ไม่คอยกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถาม
3. ครูชอบพูดเสียคนเดียว (80 - 90% ของเวลาสอนทั้งหมด)
4. บางท่านพูดเร็วเกินไป
5. บางท่านถามคำถามแล้วเร่งเร้าให้นักเรียนตอบอยู่ตลอดเวลาจนนักเรียนไม่มีสมาธิจะคิด เช่น เมื่อจบคำถามแล้วจะตามด้วยคำว่าว่า - ว่า - ว่า - ว่า

ท้ายที่สุดนี้ผู้เขียนเชื่อว่าข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์เทปบันทึกเสียงการสอนครั้งนี้ จะช่วยเตือนใจให้ท่านระมัดระวังตัวเพิ่มขึ้นในการสอนและหวังว่าผู้อ่านคงไม่คิดว่าผู้เขียนพยายามจับผิดผู้อื่น ทุกอย่างที่ทำไปก็เพื่อช่วยกัน ร่วมมือกันหาทางทำให้การเรียนการสอนโดยเฉพาะวิชาวิทยาศาสตร์ได้ดำเนินไปอย่างมีหลักเกณฑ์และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

มันเป็นการยากที่จะสรุปว่าครูควรตามคำถามประเภทความคิดลึกที่เปอร์เซ็นต์ของจำนวนคำถามทั้งหมด ทั้งนี้เพราะมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อการถามคำถามของครู เช่น นักเรียน สถานการณ์ที่กำลังสอนและเนื้อเรื่องที่สอน อย่างไรก็ตามนักการศึกษาโดยทั่วไปไปเห็นว่าครูควรตามคำถามประเภทความคิดได้มากกว่า 20% ของจำนวนคำถามทั้งหมด ท่านเห็นด้วยหรือไม่ ท่านเคยสำรวจหรือไม่ว่าตัวท่านเองถามคำถามประเภทความคิดลึกที่เปอร์เซ็นต์

โครงการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ทั่วโลกรวมทั้งสถาบันของเราได้เน้นการสอนแบบให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำแนวทาง แทนที่จะเป็นการสอนแบบถ่ายทอดความรู้จากครูไปสู่ผู้เรียน (การสอนแบบบอกให้นักเรียนจำ) ทางหนึ่งที่จะช่วยให้ครูสามารถสอนให้นักเรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองคือครูจะต้องรู้จักใช้คำถาม โดยเฉพาะคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนรู้จักคิด อย่างไรก็ตามบางครั้งบางคราวครูอาจจำเป็นต้องถามคำถามประเภทความจำด้วยเหมือนกัน แต่จะต้องระลึกไว้ว่าคำถามประเภทความจำเป็นเพียงหนึ่งของคำถามหลายประเภท และไม่ใช่เป็นส่วนที่สำคัญด้วย เพราะจุดมุ่งหมายของการศึกษาไม่ได้เน้นอยู่ที่การฝึกให้นักเรียนเป็นคนจำเก่ง

แบบตัวอย่างการสอน เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันบรรยากาศและความหนาแน่น
สอนโดยอาจารย์โรงเรียนนาวิญกุล จ. อุบลราชธานี

แบบบันทึกเสียงที่ท่านกำลังรับฟังอยู่ขณะนี้ จัดทำโดยสาขาวิจัยและประเมินผล เป็นส่วนหนึ่งของ
ของการวิจัยและติดตามผลการสอนวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของสถาบัน ตามที่ทางสาขาวิจัย
และประเมินผลได้เชิญท่านไปประชุมเมื่อวันที่ 15 พฤษภาคม 2522 และได้เรียนท่านว่าใน
ระหว่างภาคเรียน ทางสาขาจะจัดส่งแบบบันทึกการสอนมาให้ท่านซึ่งแล้วขอให้ท่านวิจารณ์
และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเรื่องการใช้คำถามที่ปรากฏในแบบนี้ การสอนครั้งนี้เป็นเรื่อง
ความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศและความหนาแน่น สอนโดย อาจารย์เลิศลักษณ์ วัฒนุทธ
ทำการสอนกับนักเรียนชั้น ม.1 โรงเรียนนาวิญกุล จ. อุบลราชธานี การบันทึกก็ทำในห้อง
เรียนจริง ๆ จึงอาจมีเสียงรบกวนอยู่บ้าง การสอนแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายหลังการทดลอง

การบันทึกเสียงบันทึกเฉพาะการอภิปรายก่อนการทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลอง
เท่านั้น ในการฟังแบบการสอนครั้งนี้ ทางสาขาขอให้ท่านมุ่งใจไปยังการใช้คำถามและการ
โต้ตอบของนักเรียน โปรดฟังอย่างระมัดระวังและเมื่อฟังเสร็จแล้วโปรดกรุณาเขียนข้อคิด
เห็นและข้อวิจารณ์ลงในแบบฟอร์มที่ส่งมาให้พร้อมกับแบบนี้ แล้วส่งแบบฟอร์มพร้อมแบบบันทึก
เสียงคืนไปยังสถาบันทางไปรษณีย์ สาขาวิจัยและประเมินผลขอแสดงความขอบคุณต่อท่านที่
ได้ให้ความร่วมมือด้วยดีตลอดมา ต่อไปนี้โปรดฟังแบบบันทึกเสียงได้แล้วครับ

- ครู บทเรียนที่ 3 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศและความหนาแน่น ในบทเรียนนี้เราได้พูดถึงการสัมพันธ์ระหว่างความดันอากาศและความหนาแน่น นักเรียนเคยเรียนมาแล้วจากบทที่ 1 ในเรื่องความหนาแน่น ความหนาแน่น หมายถึงอะไร เรามาทวนกันก่อน ความหนาแน่น หมายถึงอะไร
- นักเรียน มวลของสาร 1 หน่วยปริมาตร
- ครู มีหน่วยเป็นอะไรคะ
- นักเรียน กรัม/ลบ.ซม.
- ครู จากบทที่ 2 นักเรียนก็ทราบมาอีกแล้วว่า เรื่องของความหนาแน่นเราจะพูดถึงอีกในบทที่ 2 ว่า น้ำในสถานะต่าง ๆ กัน คำว่า สถานะต่าง ๆ กัน หมายความว่าอะไรคะ มีวิธีค้น ทอบดี
- นักเรียน เป็น ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
- ครู น้ำในสถานะที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ จะมีความหนาแน่นเป็นอย่างไร วิจิตรพร
- นักเรียน ไม่เท่ากัน
- ครู ไม่เท่ากัน ที่นี้เรามาดลองพิจารณาอากาศข้าง ในการทดลองครั้งที่แล้วจากตารางที่ 3.1 นักเรียนเปิดคูตารางที่ 3.1 นักเรียนทราบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับความดันของบรรยากาศ ที่นี้เรามาทวนจากตาราง 3.1 ถ้าความสูงเพิ่มขึ้น ความดันบรรยากาศจะเป็นอย่างไร ผลการรวม
- นักเรียน ความดันบรรยากาศจะลดน้อยลง
- ครู ความดันบรรยากาศจะลดลง ถ้าความสูงน้อยลง ความดันบรรยากาศเป็นอย่างไร มาดี
- นักเรียน ความดันบรรยากาศจะเพิ่มขึ้น
- ครู ความดันบรรยากาศเพิ่มขึ้น เพราะฉะนั้นจากบทที่แล้ว เราจะได้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับความดันของบรรยากาศแล้ว ที่นี้เราจะมาพิจารณาต่อไปอีกว่า ปริมาตรของอากาศมันจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้าเผื่อว่าความดันมันเปลี่ยน ที่นี้ถ้าเผื่อว่าความดันมีผลต่อความหนาแน่นหรือไม่ ถ้าความดันเปลี่ยน

นักเรียน
ครู

แปลง ความหนาแน่นจะเปลี่ยนไปไหม นักเรียนคิดว่าจะเปลี่ยนไปไหม
เปลี่ยน ไม่เปลี่ยน

ครู

บางคนบอกว่าเปลี่ยน บางคนบอกว่าไม่เปลี่ยน เพราะฉะนั้นถ้าเราอยากจะ
ทราบแน่นอนเราก็ต้องทำการทดลอง เอาเช่น การทดลองที่ 3.4 เรื่องปริมาตร
ของอากาศกับความดัน สำหรับการทดลองนี้เราจะต้องมีวัตถุประสงค์การทดลอง
เมื่อนักเรียนทำการทดลองแล้ว นักเรียนจะต้องสามารถ

1. บอกได้ว่าเมื่อเพิ่มความดันอากาศจะมีปริมาตรลดลง
2. อธิบายได้ว่า เมื่อมวลของอากาศคงที่ แต่ปริมาตรลดลง อากาศจะมีความหนาแน่นมากขึ้น
3. จะต้องสรุปได้ว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะมากขึ้น และเมื่อความดันน้อยลงความหนาแน่นของอากาศก็จะน้อยลงด้วย
4. นำความรู้ที่ได้จากการทดลองมาอธิบายเรื่องความดันอากาศในระเคียบต่าง ๆ กันได้

สำหรับการทดลองนี้ ครูได้ให้นักเรียนไปอ่านมาล่วงหน้าแล้ว เรามีอุปกรณ์เพียง
ชิ้นเดียวเท่านั้น คืออะไรคะ

นักเรียน

หลอดฉีดยาขนาด 10 ลบ.ซม.

ครู

ขอควรระวัง เวล่านักเรียนทดลอง เมื่อนักเรียนไขน๊วมีออกปลายหลอด นักเรียน
จะต้องอุ้มให้แน่น อย่าปล่อยออกมาเป็นอันขาด ที่นี้พอทดลองแล้วก็เปลี่ยนให้
เพื่อนในกลุ่มได้ทดลองทุกคน แล้วแต่ละกลุ่มก็มาเขียนผลทดลองบนกระดานคำ
เขาจะลงมือทดลองทำได้ เครื่องมือครูเตรียมไว้เรียบร้อยแล้วบนโต๊ะ ทดลอง
ได้

อภิปรายผลหลังการทดลอง

ครู

ผลจากการทดลองทั้ง 9 กลุ่มที่มาเขียนบนกระดานคำ ปรากฏว่าทั้ง 9 กลุ่มได้
ผลออกมาต่าง ๆ กัน ที่นี้นักเรียนลองมาพิจารณาว่าผลการทดลองของแต่ละ
กลุ่มแตกต่างกันนั้นเพราะอะไร คุณผลการทดลองของเราแล้วมาตอบคำถาม

เพื่อสรุปผลการทดลองของเรา คำถามข้อที่ 1 เมื่อยกกานหลอดเข้าไป
อากาศภายในหลอดเปลี่ยนแปลงอย่างไร

นักเรียน

ลดลง

ครู

อะไรลดลงคะ

นักเรียน

ปริมาตรลดลง

ครู

ปริมาตรมันจะลดลง หรือเราจะพูดอีกอย่างหนึ่งก็ได้ว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้น
หรือเราเพิ่มความดันขึ้น ปริมาตรของอากาศจะลดลง ต่อไป เมื่อปล่อยมือ
ปริมาตรอากาศเท่าเดิม หมายความว่าอย่างไร ลักษณะ

นักเรียน

อากาศภายในหลอดไม่หนีไปไหน

ครู

ลักษณะบอกว่า อากาศภายในหลอดไม่หนีไปไหน เมื่อเราใช้หัวแม่มืออุดปลาย
หลอดไว้ให้แน่น ถึงแม้ว่าเราจะกดปลายหลอดไว้ก็ตาม แต่เมื่อเราปล่อยมือจาก
กานหลอด อากาศก็จะทำให้อากาศกลับที่เดิม เพราะฉะนั้นปริมาตรของอากาศ
ควรจะเท่าเดิมไหม

นักเรียน

เท่าเดิมคะ (ทั้งชั้น)

ครู

ควรจะเท่าเดิม ทั้งนี้จากการทดลองจะมีบางกลุ่มจะได้ปริมาตรของอากาศไม่เท่า
เดิม เพราะอะไร เอากลุ่มของพรรณ ไม่ได้เท่าเดิมเพราะอะไร ของพรรณ

นักเรียน

เพราะกานหลอดอาจจะฝืดและแรงดันของอากาศอาจจะน้อยจึงดันได้ไม่เต็มที่

ครู

ของพรรณบอกว่า หลอดของเราอาจจะฝืดและแรงดันของอากาศอาจจะไม่มีพอ
ดันกานหลอดออกไปได้อีก นักเรียนว่าเป็นไปได้ไหม

นักเรียน

เป็นไปได้ (ทั้งชั้น)

ครู

นี่ ถ้าเพื่อว่ากานหลอดของเราไม่ฝืดละ อาจจะพูดว่าอยู่อย่างหลวม ๆ เชน
หลอดฉีดยาที่ทำควยแก้วอย่างเช่นอันนี้ ถ้าปริมาตรของอากาศกลับไม่เท่าเดิมอีก
แสดงว่าอะไร ฤชณา

นักเรียน

อากาศอาจจะออกนอกหลอดได้

ครู

อากาศอาจจะออกนอกหลอดได้ สาเหตุหนึ่ง อีกสาเหตุหนึ่งเพราะหลอดของ
เราอาจจะฝืด เพราะแรงดันอากาศอาจมีน้อย เพราะฉะนั้นจึงไม่สามารถดัน

กานหลุดออกไปได้ ที่นี้คำถามต่อไป ถ้าอากาศภายในหลอดไม่ได้หนีไปไหน มวลของอากาศภายในจะคงที่หรือไม่ เมตตา

นักเรียน จะคงที่

ครู เมตตามอกจะคงที่ เช่น สมมุติว่า นักเรียนเอาข้าวมาทานโรงเรียน กลองข้าวของเราเล็ก ถ้าเราต้องการที่จะใส่ธัญด้วย ก็ใส่ไม่ได้ นักเรียนก็เอามืออัดข้าวเข้าไปรวมกัน ข้าวนักเรียนก็จะเหลือน้อยลง ก็มีที่ว่างพอที่จะใส่ธัญได้ ถ้าเอาข้าวตอนที่อัดกับที่อัดแล้วมาหามวล ควรจะเท่าเดิมไหมคะ

นักเรียน เท่าเดิมคะ (ทั้งชั้น)

ครู ทำไมถึงเท่าเดิม บุญมา

นักเรียน ถ้าไม่หนีไปไหนหรือตักออกก็เท่าเดิม

ครู บุญมาบอกว่า ถ้ามันไม่หนีไปไหน ถ้าเราไม่ตักข้าวออกก็เท่าเดิม เมื่อนักเรียนกดกานหลอดเข้าไป จะทำให้ความดันและความหนาแน่นเปลี่ยนแปลงอย่างไรคะ
นพมาศ

นักเรียน ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นและความดันเพิ่มขึ้นด้วยคะ

ครู ความดันเพิ่มขึ้นและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้วย เอาที่นี้ เพราะฉะนั้นเราพูดความหมายของความหนาแน่นอีกอย่างหนึ่งว่า ความหนาแน่นของอากาศก็จะมีค่าเท่ากับมวลต่อปริมาตรได้ นักเรียนคูณนกระดานดำ เช่น ความหนาแน่นของอากาศที่มีปริมาตร 6 ลบ.ซม. จะเท่ากับมวลอากาศต่อปริมาตร ถ้าเราแทนคามวลของอากาศเท่ากับ 6 เมื่อเรากดกานหลอด อากาศภายในหลอดลดลงเหลือ 3 ลบ.ซม. มาหาความหนาแน่นของอากาศที่มีปริมาตร 3 ลบ. ซม. จะเท่ากับมวลของอากาศหารด้วยปริมาตร ปริมาตรมีค่า 3 นักเรียนได้ตอบครุมาแล้วว่า ปริมาตรเดิมเราใช้ปริมาตร 6 ลบ.ซม. ที่นี้เรากดกานหลอดเข้าไปให้เหลือ 3 ลบ.ซม. เพราะฉะนั้นมวลของอากาศทั้งสองครั้งเท่ากันไหม เท่าเดิมไหมคะ มวลของอากาศเท่าเดิมไหม

นักเรียน เท่าเดิมคะ (ทั้งชั้น)

- ครู มวลของอากาศจะเท่าเดิม เมื่อมวลของอากาศเท่าเดิม ปริมาตรของมันเปลี่ยนแปลงไป เดิมปริมาตร 6 ตอนนี้ลดลงเหลือ 3 นักเรียนคะเมื่อตัวตั้งเท่ากัน แต่ตัวหารไม่เท่า ตัวหารมากกับตัวหารน้อย อันไหนจะมีความมากกว่ากัน
- นักเรียน ตัวหารน้อย (ทั้งชั้น)
- ครู ตัวหารน้อยมีความมากกว่า แต่ตัวหารมากจะมีค่าน้อยกว่า (ทั้งชั้น)
- นักเรียน น้อยกว่า (ทั้งชั้น)
- ครู น้อยกว่า ที่นี้เรามาสรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับความหนาแน่นดูสิ เมื่อปริมาตรของอากาศเป็นอย่างไรคะ
- นักเรียน ลดลง ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น (ทั้งชั้น)
- ครู เมื่อปริมาตรลดลงความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น ที่นี้มาดูคำถามอันต่อไป นักเรียนสรุปได้หรือไม่ว่า ความดันกับความหนาแน่นกับความสัมพันธ์กันอย่างไร ลองให้ความสัมพันธ์สิ ทิพาพร
- นักเรียน ถ้าความดันเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น ถ้าความดันลดลง ความหนาแน่นก็จะลดลงด้วย
- ครู ถ้าความดันเพิ่มขึ้นความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น ถ้าความดันลดลง ความหนาแน่นก็จะลดลงด้วย ที่นี้ต่อไปที่ระดับพื้นดินกับยอดเขา ที่ไหนมีความดันอากาศมากกว่ากัน วัชชிரภรณ์
- นักเรียน ที่พื้นดินมีมากกว่ายอดเขา
- ครู ที่พื้นดินมีมากกว่าบนยอดเขา ทำไมที่พื้นดินมีมากกว่ายอดเขา ยุทธ
- นักเรียน เพราะพื้นดินมีแรงกดดันโลก
- ครู เพราะพื้นดินมีแรงกดดันโลก เพราะบนพื้นดินมีความกดอากาศมากหรือน้อย
- นักเรียน มาก
- ครู มาก บนพื้นดินมีความกดมาก ความหนาแน่นของอากาศมากด้วย เอาละที่นี้นักเรียนมาสรุปผลการทดลองทั้งหมดของเราเพื่อที่จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรและความหนาแน่น เอา มาสรุปพร้อมกันสิ พร้อมกันทุกคน

- นักเรียน เมื่อปริมาตรลดลง ความดันและความหนาแน่นจะเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันและความหนาแน่นจะลดลง
- ครู จากการทดลองนี้ เราใช้อากาศจำนวนหนึ่งและอากาศจำนวนนี้ไม่ได้หายไปไหน เราจึงถือว่ามวลของอากาศคงที่ เมื่อปริมาตรเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากเรา ออกแรงกดก้านหลอดเข้าไป จึงทำให้ค่าความหนาแน่นของอากาศจำนวนนี้ เปลี่ยนแปลงไปด้วย ทั้งนี้ เมื่อเราสามารถวัดความหนาแน่นได้ พบว่าอากาศมีความหนาแน่นประมาณ 0.0013 กรัม/ลบ.ซม. ที่ระดับน้ำทะเล หรือที่ระดับผิวโลก ที่ระดับนี้จะมีค่าความหนาแน่นมากที่สุด ที่นี่ยิ่งสูงขึ้นไปอากาศยิ่งมีความหนาแน่นน้อยลงทุกที หรือเราจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่า ที่ระดับค่าความหนาแน่นจะมาก ที่ระดับสูง ความหนาแน่นของอากาศจะน้อยลง
- แก่นักเรียนมาดูข้อมูลตาราง 3.2 ความหนาแน่นของอากาศที่จุดต่าง ๆ กัน นักเรียนดูข้อมูลอันนี้ ระดับความสูงยิ่งสูงขึ้นไป ความหนาแน่นของอากาศยิ่งเป็นไฉนคะ
- นักเรียน ลดลงคะ (ทั้งชั้น)
- ครู ลดลงเรื่อย ๆ จากข้อมูลอันนี้ นักเรียนต้องนำข้อมูลอันนี้มาเขียนกราฟ โดยให้ ความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นแกนนอน ความหนาแน่นอยู่บนแกนนอน นักเรียน เปิดไปหน้า 76 รูป 3.8 กราฟนี้ครูจะให้ให้นักเรียนลองทำดู นักเรียนลองทำ กราฟนี้ดูโดยเขียนแบบกราฟในรูป 3.8 ให้เวลาทำ
- ครู ที่นี้ดูกราฟจากการทำ เสร็จแล้วหรือยังคะ
- นักเรียน เสร็จแล้วคะ
- ครู เสร็จแล้ว ที่นี้นักเรียนลองมาดูจากกราฟของนักเรียน มาตอบคำถามดู จากกราฟนักเรียนได้กราฟมีลักษณะเป็นอย่างไร สุรัสวดี
- นักเรียน เส้นกราฟจะโค้งลง
- ครู เส้นกราฟจะโค้งลง ต่อไปเมื่อระดับสูงขึ้นไป ความหนาแน่นของอากาศจะเป็น อย่างไรคะ พรทิพย์
- นักเรียน ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง

- ครู ความหนาแน่นของอากาศจะลดลง ต่อไป ถ้าความแตกต่างของความหนาแน่น
 ต่อความสูงที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 4 ก.ม. เท่ากันหรือแตกต่างกัน เอานักเรียนลอง
 มาทำ เอาเบ็ดไปผูกหน้า 75 คูตาราง 3.2 คูความสูงที่ 0 ก.ม. จะมีความ
 หนาแน่นเท่าไร ตอบพร้อมกัน
- นักเรียน 0.00130 กรัม/ลบ.ซม.
- ครู ความสูงที่ 4 ก.ม. จะมีความหนาแน่นเท่าไร
- นักเรียน 0.00082 กรัม/ลบ.ซม. (ทั้งชั้น)
- ครู ที่นี้ ลองเอามาลบกัน เอา 0 ก.ม. ตั้ง แล้วเอาความหนาแน่น 4 ก.ม. มาลบ
 กัน ได้เท่าไรคะ ได้เท่าไร ใครได้ตอบ
- นักเรียน 0.00048 กรัม/ลบ.ซม.
- ครู 0.00048 กรัม/ลบ.ซม. ที่นี้อีกอันหนึ่ง เอา 4 ก.ม. ที่ 4 ลบจาก 8 ก.ม.
 8 ก.ม. มีความหนาแน่นเท่าไร
- นักเรียน 0.00052 กรัม/ลบ.ซม. (ทั้งชั้น)
- ครู จับลบกันดี ลบกันซี ได้หรือยัง วิลาวัลย์
- นักเรียน 0.00031
- ครู 0.00031 เพราะฉะนั้นจะเห็นว่าถ้าความแตกต่างของความหนาแน่นต่อความสูง
 ที่เพิ่มขึ้นทุก ๆ 4 ก.ม. เท่ากันหรือเปล่า รัตนภรณ์ เท่ากันหรือต่างกัน
- นักเรียน ต่างกัน
- ครู จะต่างกัน ทุกความสูง 4 ก.ม. มันจะน้อยลงเรื่อย ๆ ที่นี้จอกไปเมื่อเปรียบ
 เทียบกราฟซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสูงกับความดัน และความสูงกับ
 ความหนาแน่นมีส่วนคล้ายคลึงหรือแตกต่างกัน นักเรียนไปดูกราฟหน้า 73 เปรียบ
 เทียบกับกราฟหน้า 76 ว่ามันแตกต่างหรือคล้ายคลึงกัน รัชดาภรณ์ แยกต่าง
 กันหรือคล้ายกัน
- นักเรียน คล้ายคลึงกัน
- ครู คล้ายคลึงกัน คล้ายคลึงกันเพราะเส้นกราฟจะมีลักษณะ เป็นเส้น
 โค้งลง

- ครู กราฟมีลักษณะเป็นโค้งลง นักเรียนจะสรุปความสัมพันธ์ระหว่างความสูง ความชัน และความหนาแน่น สรุปได้ ความสูง ความชัน และความหนาแน่น สัมพันธ์กัน
อย่างไร พหุรี สรุปได้คะ
- นักเรียน ความสูงเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นและความชันจะลดลง เมื่อความสูงลดลง ความ
หนาแน่นและความชันจะเพิ่มขึ้น
- ครู พหุรี สรุปแล้ว ทุกคนลองสรุปได้
- นักเรียน ความสูงเพิ่มขึ้น ความชันและความหนาแน่นจะลดลง เมื่อความสูงลดลง ความชัน
และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
- ครู ที่นี้ ทั้งหมดนี้ เราสรุปได้แล้ว เกี่ยวกับความสูง ความชัน ความหนาแน่น แล้วก็
ปริมาตร มีใครสงสัยไหมคะ ถ้ามียกมือ มีไหม
- นักเรียน ไม่มี (ทั้งหมด)
- ครู แสดงว่าเข้าใจกันดีแล้ว เวลาหมดพอดี แบบฝึกหัดให้ทำเป็นการบ้าน

แบบบันทึกความคิดเห็นของครูหลังจากฟังเทปตัวอย่างการสอน

คำชี้แจง

หลังจากที่ท่านฟังเทปตัวอย่างการสอนที่ทางสาขาวิจัยและประเมินผลส่งมาให้ท่าน
โปรดบันทึกความคิดเห็นของท่านเกี่ยวกับเทคนิคการใช้คำถาม การตอบคำถามของนักเรียน
ที่ปรากฏในเทปบันทึกเสียงนี้

โปรดส่งแบบบันทึกนี้พร้อมด้วยเทปบันทึกเสียงไปยัง สสวท. ภายในวันที่ 15

กันยายน 2522

ชื่อ

โรงเรียน

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ อนันต์ จันทร์ทวี

วัน เดือน ปี เกิด 11 กุมภาพันธ์ 2485

สถานที่เกิด 86 ถนนอินใจมี ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์
การศึกษา

ประถมศึกษา (ป.4) โรงเรียนเปี่ยมเมธีวิทยาลัย จ.อุตรดิตถ์	2496
มัธยมศึกษา (ม.6) โรงเรียนเปี่ยมเมธีวิทยาลัย จ.อุตรดิตถ์	2502
ประโยคเตรียมอุดมศึกษา (ม.8) โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา จ.พระนคร	2502 - 2503
ปริญญาการศึกษาบัณฑิต (กศ.บ.) วิทยาลัยวิชาการศึกษา ปทุมวัน	2504 - 2507
ประโยคพิเศษมัธยม (พ.ม.) สัมครสอบ กระทรวงศึกษาธิการ	2506
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาผลการศึกษา วิทยาลัยวิชาการศึกษา ประสานมิตร	2512 - 2513
ปริญญาการศึกษาคุณภูมิบัณฑิต (กศ.ค.) สาขาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร	2519 - 2522

หน้าที่การงาน

ครูโรงเรียนบ้านในเมือง อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์	2509
ครูโรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อ.เมือง จ.ลพบุรี	2510
อาจารย์วิทยาลัยครูพระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	2516
ช่วยราชการในตำแหน่งผู้อำนวยการวิทยาลัยการศึกษา หน่วยทดสอบและประเมินผล สสวท.	2516 - 2520
ช่วยราชการในตำแหน่งหัวหน้าผู้อำนวยการสาขาวิจัยและประเมินผล สสวท.	2520 - ปัจจุบัน

ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้นมศ. 2 และม. 2

บทคัดย่อ

ของ

อนันต์ จันทร์ทวี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษาคุณวุฒิปริญญาตรี
กุมภาพันธ์ 2523

บทคัดย่อ

จุดมุ่งหมายของการสอนวิชาวิทยาศาสตร์คือการสอนนักเรียนให้ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์ที่ตลอดจน เกิดทัศนคติที่ดีทั้งทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์และทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามสภาพการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันยังทำให้ขาดสิ่งที่ต้องการเหล่านี้ มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเสนอแนะว่าการใช้คำถามของครูในห้องเรียนมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับผลการเรียนของนักเรียน อีกประการหนึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอต่อกระทรวงศึกษาธิการให้นักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 ใช้หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ฉบับเดียวกัน นักเรียนชั้น มศ. 2 มีอายุและประสบการณ์การเรียนสูงกว่านักเรียนชั้น ม. 2 หนึ่งปี การวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาว่าการใช้คำถามของครูมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนหรือไม่ และมุ่งที่จะศึกษานักเรียนชั้น มศ. 2 ซึ่งมีอายุและประสบการณ์การเรียนสูงกว่านักเรียนชั้น ม. 2 หนึ่งปีจะมีผลการเรียนแตกต่างกันหรือไม่

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 ในปีการศึกษา 2522 ระดับชั้นละ 16 ห้องเรียน จากโรงเรียนมัธยมศึกษาในส่วนกลางจำนวน 32 โรงเรียน ซึ่งสุ่มเลือกจากโรงเรียนทั้งหมด 97 โรงเรียน ได้สุ่มห้องเรียนระดับชั้นละ 8 ห้องเป็นกลุ่มทดลอง ส่วนที่เหลือเป็นกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองได้เชิญครูที่สอนห้องที่เป็นกลุ่มทดลองมาประชุมปฏิบัติการเพื่อเพิ่มพูนทักษะการใช้คำถาม ขณะที่ครูกำลังสอนระหว่างเดือนมิถุนายน - กันยายนได้ส่งเอกสารการใช้คำถามในห้องเรียนไปให้ครูอ่าน 3 เล่มโดยส่งไปให้ทางไปรษณีย์เดือนละหนึ่งเล่ม และได้ส่งแบบตัวอย่างการสอนไปให้ครูฟังและวิจารณ์เกี่ยวกับการใช้คำถามอีกครั้ง ส่วนครูที่สอนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับสิ่งเหล่านี้ ผลจากการประชุมปฏิบัติการพบว่าครูที่สอนกลุ่มทดลองมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้คำถามในห้องเรียนและสามารถจำแนกประเภทของคำถามได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ผลจากการวิเคราะห์แบบบันทึกเสียงการสอนปรากฏว่าครูที่สอนกลุ่มทดลองใช้คำถามประเภทที่มีค่าตอบหลายอย่างสูงกว่าครูที่สอนกลุ่มควบคุม ได้ใช้แบบทดสอบและแบบวัดทัศนคติ 3 ฉบับวัดผลการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง แบบทดสอบและแบบวัดทัศนคติ คือ 1. ทักษะกระบวนการทาง

วิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ทักษะย่อย ดังนี้ ทักษะในการจัดกระทำกับข้อมูล
ทักษะในการแปลความหมายของข้อมูลและการสรุป ทักษะในการสร้างสมมุติฐาน ทักษะ
ในการออกแบบและดำเนินการทดลอง 2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์
ได้ออกข้อสอบครอบคลุมเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรของ สสวท. จำนวน 3 บท คือ
พลังงานและการเปลี่ยนแปลง อาหารและพลังงาน และการลำเลียงในสิ่งมีชีวิต แบบ
ทดสอบผลสัมฤทธิ์วัดพฤติกรรม 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และการนำไปใช้
3. แบบวัดทัศนคติ แบ่งเป็น 2 ฉบับ คือทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ และทัศนคติที่มีต่อวิชา
วิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์ได้แยกวิเคราะห์เป็น 11 ตัวแปร

ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (รวมทุกทักษะ)
จากการทดสอบหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับทักษะในการจัดกระทำกับขอ
มูลปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับระดับชั้นและการทดสอบ จากการทดสอบนัยสำคัญของ
อัตราการเพิ่มพูนนักเรียนชั้น มศ. 2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการ
ใช้คำถามและนักเรียนชั้น ม. 2 ที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถาม
มีอัตราการเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่อีกสองกลุ่มมีอัตราการเพิ่มอย่างไม่มีนัยสำคัญ
ทางสถิติ สำหรับทักษะในการออกแบบและดำเนินการทดลองปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่าง
ครูกับการทดสอบ และระดับชั้นกับการทดสอบ กล่าวคือนักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้
รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น .12 ส่วนนักเรียนที่ได้รับการสอน
จากครูที่ไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีคะแนนเฉลี่ยลดลง .31 เท่านั้นเกี่ยวกับ
คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น มศ. 2 จากการทดสอบก่อนสอนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการ
สอนเล็กน้อย แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนชั้น ม. 2 จากการทดสอบก่อนสอนสูงกว่าคะแนน
เฉลี่ยหลังการสอน ผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์จากการทดสอบหลังสอนสูงกว่าก่อนสอนอย่าง
มีนัยสำคัญ สำหรับทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์ปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับชั้นกับการ
ทดสอบ นักเรียนชั้น มศ. 2 มีทัศนคติเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนชั้น ม. 2
ในทำนองเดียวกับทัศนคติที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มศ. 2 สูงกว่านักเรียนชั้น
ม. 2

ผลการวิจัยได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการสอนจากครูที่ได้รับการฝึกและไม่ได้รับการฝึกเกี่ยวกับการใช้คำถามมีผลการเรียนไม่แตกต่างกัน ส่วนค่านักทัศนคติพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชั้น มศ. 2 และ ม. 2 สาเหตุที่ทำให้ผลการเรียนของนักเรียนไม่แตกต่างกันอาจเป็นเพราะว่าครูไม่ได้ใช้คำถามเพื่อเพิ่มพูนทักษะแต่ละด้าน โดยเฉพาะและอาจเป็นไปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีจำนวนน้อยเกินไป ข้อเสนอแนะว่าในการวิจัยต่อไปควรศึกษาว่าจำนวนคำถามที่ครูใช้ในแต่ละคาบและการให้เวลานักเรียนเพื่อคิดก่อนตอบคำถามมีผลต่อผลการเรียนของนักเรียนหรือไม่มากนักเพียงใด

THE EFFECTS OF TEACHERS' QUESTIONING ON SCIENCE PROCESS SKILLS,
ACHIEVEMENT AND ATTITUDES OF MS. 2 AND M. 2 STUDENTS

ABSTRACT

BY

ANAN CHANKAWEE

Presented in partial fulfillment of requirements

for the Doctor of Education degree

at Srinakharinwirot University

February 1980

ABSTRACT

The aim of science education is to inculcate in students, in addition to achievement, science process skills, scientific attitude and attitude toward sciences. However, the current practice in teaching has left out these desirable outcomes. It has been suggested in various literatures that teachers' questions in class are highly related with these learning outcomes.

Therefore, an investigation should be conducted to proof whether teachers' utilization of questions in class affects the gain of achievement, science process skills, scientific attitude and attitude toward sciences. Moreover, IPST has recommended the same set of content and teaching for both the MS. 2 students in the previous curriculum and the M. 2 students in the new curriculum. The MS. 2 students in general are one year older than the M. 2 students and also have one more year of learning experience. It is the purpose of this study to determine whether the difference of one year of experience and age has any effect on the learning outcomes.

The study employed an experimental procedure by randomly selecting from 97 schools in Bangkok 16 MS. 2 classes and 16 M. 2 classes in total of 32 schools. Eight classes in each group were randomly assigned to the experimental and an other eight classes to the control group. The 2 x 2 factorial design with pretest and post - test was employed with eight classes in each cells. The experimental classes were those that were taught by teachers

who had gone through intensive specially designed training in questioning skills. The training was done prior to the experiment. In addition, these teachers would received more training during the experiment through instructional pamphlet and tape model sent to them every month during June and September 1979. The three sets of learning outcomes, Science Process Skills, Science Achievement, and Attitude, were evaluated at both the begining and the end of the experiment. The Science Process Skills had four sub - tests: Data Treatment Skill, Data Interpretation Skill, Formulating Hypothesis Skill, and Skill in Designing and Conducting Experiments. Both total score and the four subtest scores were used in the data analysis. The Achievement test covered the content of three chapters from the IPST text - book in the experiment. The topics of these three chapters were Energy and Changes, Food and Energy, and Digesting System in Living Things. The Achievement Test had three subscores: Knowledge, Understanding and Application. Again, total score and the three subtest scores were used in the analysis. The Attitude was divided into two separate parts: the Scientific Attitude and Attitude Toward Sciences. The combined scores were excluded. The eleven variables were analyzed by the 2 x 2 Factorial Design with 2 levels of repeated measures.

The analysis indicated that there was the only significant gain of the Science Process Skills. For Data Treatment Skill, there was a group by grade by measure interaction. The pairwise comparision was made and it was found that the gains

of MS. 2 classes taught by controlled teachers, and of M. 2 classes taught by trained teachers were significant, while other two groups did not show the significant gains. The analysis of Skill in Designing and Conducting Experiments scores showed significant group by measure and grade by measure interaction. Disordinal interaction were found in both cases. While the gain score of the classes taught by trained teachers was group averaged at .12, the average score of the classes taught by controlled teachers was decreased by .31. Similarly, the average of pretest scores of MS. 2 classes was slightly lower than that of the post - test scores, but the pretest mean of the M. 2 classes was slightly higher than the post - test mean. There were significant gains in both the total achievement test score and all three sub - test scores. The Attitude Toward Sciences scores of the MS. 2 classes were significantly higher than that of the M. 2 classes. The grade by measure interaction was significant for the Scientific Attitude. For both the main effects and gain scores, it was found that the means of the MS. 2 classes were higher than the M. 2 classes.

The results of the experiment indicated that the marginal comparison between the classes taught by trained teachers and by controlled teachers showed no differences. The differences between the MS. 2 and M. 2 classes were found only on the attitude aspect. Sources of these indifferences stemmed from the detailed training that did not encourage the teachers to equally utilize

questions in each of the Science Process Skill component and the low power of the design due to small number of experimental units. It was also suggested that the optimum number of questions per period of teaching and wait - time should be investigated.