



รายงานการวิจัย

เรื่อง

ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์
ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ

โดย

อาจารย์ ดร.พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์

สนับสนุนโดย

เงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะครุศาสตร์

ปี 2552

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2561

พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์: ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ (EFFECTS OF USING OPEN-ENDED PROBLEMS IN SCIENCE PROJECT INSTRUCTION ON RATIONAL THINKING AND CREATIVE THINKING ABILITIES OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN NATIONAL UNIVERSITY DEMONSTRATION SCHOOL)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ระหว่างกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 68 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล 2) แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบค่าที (t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ได้คะแนนไม่แตกต่างกัน
4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนแตกต่างกัน โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ

PORNTHAP CHANTRAKRIT: EFFECTS OF USING OPEN-ENDED PROBLEMS IN SCIENCE PROJECT INSTRUCTION ON RATIONAL THINKING AND CREATIVE THINKING ABILITIES OF LOWER SECONDARY SCHOOL STUDENTS IN NATIONAL UNIVERSITY DEMONSTRATION SCHOOL

The purposes of this research were to 1) compare the rational thinking abilities and the creative thinking abilities of students, before and after learning through the open-ended problems, 2) compare the rational thinking and creative thinking abilities of students between the groups that learning through the open-ended problems, and the groups that learning through the conventional teaching methods, and 3) compare the rational thinking and creative thinking abilities of students that learning through the open-ended problems with different learning achievement levels (high, medium, and low levels). The subjects were 68 eighth grade students of Chulalongkorn University Demonstration Secondary School, during the second semester of Academic Year 2014. They were assigned to be an experimental group and a control group. The research instruments were 1) rational thinking abilities test, and 2) creative thinking abilities test. The collected data were then analyzed using arithmetic means, standard deviation, t-test and the One-Way Analysis of Variance (One-way ANOVA).

The research findings were summarized as follows:

1. After the experiment, The mean score of rational thinking abilities of students learned through the open-ended problems did not significantly differ from the initial at the .05 level, whereas the mean score of creativity thinking abilities higher than before the experiment at the .05 level of significance

2. The students learned through the open-ended problems had rational thinking abilities mean score did not significantly differ from conventional teaching method at the .05 level. On the other hand, the students learned through the open-ended problems had creative thinking abilities mean score higher than those conventional teaching method at the .05 level of significance.

3. The students with different levels of learning achievements within the open-ended problems group had a post-test mean score significance difference at the .05 level of rational thinking abilities; those with high learning achievement levels scored higher on rational thinking compared to the middle and low learning achievement groups. Nevertheless, no statistically significant differences were observed between the mean scores for rational thinking abilities between the middle and low learning achievement groups.

4. The students with different levels of learning achievements within the open-ended problems group had a post-test mean score significance difference at the .05 level of creative thinking abilities; those with high and middle learning achievement levels scored higher on creative thinking compared to those in the low learning achievement group. Nevertheless, no statistically significant differences were observed between the mean scores for creative thinking abilities between the high and middle learning achievement groups.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนโครงการวิจัยเงินทุนเพื่อการวิจัย กองทุนคณะกรรมการ ปิงปองประมาณ 2552 หลังจากที่ได้รับการอนุมัติทุนสนับสนุน ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือวิจัย และเก็บข้อมูลในเบื้องต้น แต่ในปีเดียวกันนั้นผู้วิจัยได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาเอก สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทำให้งานวิจัยหยุดพักไประยะหนึ่ง หลังจบการศึกษาจึงได้กลับมาเก็บข้อมูลอีกครั้งในปีการศึกษา 2557 แต่ด้วยภารกิจต่างๆ จึงทำให้ดำเนินการเขียนรายงานการวิจัยเสร็จในปีการศึกษา 2561 ซึ่งงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณคณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ และบุคลากร ในการพัฒนาผลงานวิชาการ ขอขอบคุณคณาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และคณะผู้บริหารโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ให้การสนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระชัย ปุณณโชติ รองศาสตราจารย์เพชรวิทย์ ยินดีสุข รองศาสตราจารย์ลัดดา ภูเกียรติ รองศาสตราจารย์ศิลป์ชัย บุรณพานิช ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้สละเวลา ในการตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับแก้รายงานการวิจัยฉบับนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่เป็นอย่างสูงที่คอยห่วงใย ดูแล ให้กำลังใจและส่งเสริมสนับสนุนผู้วิจัยตลอดมา รวมทั้งขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ทุกๆ คนที่คอยเป็นกำลังใจ สนับสนุน และให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

นายพรเทพ จันทราอุกฤษณ์
ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญแผนภาพ.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามของการวิจัย.....	3
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
สมมติฐานของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความในการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. การคิดอย่างมีเหตุผล.....	9
1.1 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล.....	9
1.2 ประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล.....	11
1.3 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	11
2. ความคิดสร้างสรรค์.....	15
2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์.....	15
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์.....	17
2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	21
2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	22
2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์.....	23

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3. ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์.....	27
3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด.....	28
3.2 ลักษณะของปัญหาปลายเปิด.....	29
3.3 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์.....	30
3.4 ความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์.....	32
3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงการ วิทยาศาสตร์.....	33
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	33
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลกับการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาปลายเปิด.....	35
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนการสอน โดยใช้ปัญหาปลายเปิด.....	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	42
1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42
2. การกำหนดรูปแบบการวิจัย.....	42
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	43
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	45
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	49
6. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	49
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	50
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....	51
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	51
ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์.....	55

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....	58
สรุปผลการวิจัย.....	59
อภิปรายผลการวิจัย.....	60
ข้อเสนอแนะ.....	64
รายการอ้างอิง.....	65
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	73
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	75
ภาคผนวก ค แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	80
ภาคผนวก ง แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์.....	95
ประวัติผู้วิจัย.....	100

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบค่าที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ก่อนทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม.....	40
2	จำนวนคาบจำแนกตามหัวข้อเรื่องในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้.....	41
3	จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียน.....	48
4	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	48
5	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	49
6	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	49
7	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ.....	50
8	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ.....	50
9	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	51
10	ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม.....	52
12	ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ.....	52
13	ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ.....	53
14	ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล.....	91

สารบัญแผนภาพ

แผนภาพ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	37
2 รูปแบบการวิจัย.....	39

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การให้นักเรียนทำโครงงานวิทยาศาสตร์ จะช่วยส่งเสริมให้จุดมุ่งหมายของหลักสูตรสัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะในการทำโครงงานนั้น นักเรียนจะมีโอกาสวางแผนและดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ออกแบบการทดลองหรือวิธีการศึกษาด้วยตนเอง ลงมือทดลองเพื่อตรวจสอบสมมุติฐานตลอดจนสรุปผลของการศึกษาด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษาและชี้แนะ (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2544: 71) ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะให้ได้ผลดีมีคุณภาพจะต้องเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และทักษะในการเสาะแสวงหาความรู้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของผู้ทำโครงงาน (ธีระชัย ปุณณโชติ, 2541: 136) แต่จากงานวิจัยเรื่อง “ผลของการเรียนการสอนบนเว็บที่มีต่อความรู้และความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต สังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร” พบว่า โครงงานที่นักเรียนทำเป็นโครงงานที่มีลักษณะไม่แตกต่างจากโครงงานทั่วไป นักเรียนจึงได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์น้อย (พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์, 2546: 69) ดังนั้นความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จึงควรได้รับการพัฒนาให้สูงขึ้น

การพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากเน้นที่การเรียนรู้เนื้อหา หลักการ และทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์แล้ว ยังมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียนด้วย ดังที่ ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา (2545: 12-13) ได้กล่าวถึงการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สรุปได้ดังนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นผลผลิตจากการคิด จึงจำเป็นที่ประเทศต้องมุ่งพัฒนาคุณภาพในการคิดด้วย และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความคิดสร้างสรรค์ เพราะถือได้ว่าเป็นกำลังสำคัญต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้งนี้ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการคิดที่จะนำไปสู่กระบวนการคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่ รวมถึงการค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาด้วย (Guilford, 1950: 10-11) ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ดังปรากฏในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ในหมวด 4 ว่าด้วยแนวการจัดการศึกษา มาตรา 24 ว่าด้วยการจัดกระบวนการเรียนรู้ต้องมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545: 13) และข้อกำหนดนี้ได้ถูกถ่ายทอดลงในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในเรื่องแนวทางจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ความคิด

สร้างสรรค์ยังเป็นความคิดประเภทหนึ่งในมาตรฐานด้านคุณภาพของผู้เรียน ในมาตราที่ 4 ที่ระบุว่า ผู้เรียนต้องมีความคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ คิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรอง และมีวิสัยทัศน์ โดยมีตัวบ่งชี้คือ นักเรียนสามารถมีความคิดริเริ่ม มีจินตนาการ สามารถคาดการณ์และ กำหนดเป้าหมายได้ (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, 2547: 5)

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ฝึกให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย สร้างโอกาสให้นักเรียน ที่มีความสามารถและความต้องการต่างกันได้เข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนได้ กิจกรรมดังกล่าวนี้ได้แก่ วิธีการแบบเปิด ซึ่งใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นขั้นตอนสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนดึงหรือ เลือกรูปแบบที่ตนเองถนัดออกมาใช้ แต่ละคนสามารถใช้ความรู้ที่ตนเองมี มาช่วยแก้ปัญหาเหล่านั้น (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ซึ่งตามแนวคิดของ Inprasitha (2010) ได้กล่าวถึงการจัดการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นที่ครูนำเสนอ ปัญหาแบบปลายเปิดให้กับนักเรียน และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง 2) ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเอง ของนักเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย 3) ชั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และ 4) ชั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้สรุปทเรียน ในชั่วโมงและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ Nohda (2000 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้กล่าวถึงการใช้ปัญหาปลายเปิด ว่า เป็นวิธีการที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา เป็นสื่อในการพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะการคิด ของนักเรียน โดยมุ่งให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ด้วยพลังและความสามารถของตนเอง เช่นเดียวกับ นภาพร วรเนตรสุตาทิพย์ (2552) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนด้วยปัญหาปลายเปิด คือทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เกิดทักษะกระบวนการคิด มีความคิดที่ หลากหลาย คิดเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ และคิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหา มีระบบ การทำงานกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความสุขในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ ปานจิต รัตนพล (2547) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีการต่างๆ ที่หลากหลายในการหาคำตอบ และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ ผู้เรียนจึงมีอิสระในการคิด การ สร้างแนวทางแก้ปัญหาของตนเอง” เช่นเดียวกับงานวิจัยของไพโรจิตร์ บ้านเหล่า (2551) ที่ทำการ พัฒนาทักษะกระบวนการคิด โดยใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการ คิดหลังเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด อยู่ที่ร้อยละ 76.67 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ถึงร้อยละ 80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chorney (1998: 1) ซึ่งได้ศึกษากระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียน เกรด 10 โดยใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น หลังจากทีนักเรียนได้เรียนด้วยปัญหาปลายเปิด นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของ Oppen (1971: 25-26) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนนั้น สามารถพัฒนาได้ดีกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 12-13 ปี

ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เด็กสามารถปรับเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจากงานวิจัยของ Pehkonen (1997) พบว่าการใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในการพัฒนาทั้งการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมๆ กัน ซึ่งสอดคล้องกับ Foong (2000) ที่กล่าวถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารได้

โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนอยู่เสมอ เพื่อมุ่งหวังให้นักเรียนทุกคนมีความเจริญงอกงาม มีความสมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต นอกจากนี้ยังมุ่งหวังให้นักเรียนทุกคนเป็นผลิตผลที่มีคุณภาพของโรงเรียน ได้รับการยอมรับจากสถาบันการศึกษาต่างๆ ในการรับเข้าศึกษาต่อและดำรงชีวิตอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีคุณค่าและมีความสุข โรงเรียนจึงได้กำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ไว้อีก 2 ด้าน ได้แก่ 1) มีภาวะผู้นำ และ 2) คิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ (โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม, 2557: 6) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังที่ปรากฏอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระบุไว้ว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 94)

จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้รูปแบบต่างๆ พบว่าการใช้ปัญหาปลายเปิด เป็นวิธีที่มีลักษณะเด่น ช่วยเสริมประสิทธิภาพการเรียนการสอนหลายประการ สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ได้

คำถามของการวิจัย

1. การใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลอย่างไร
2. การใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ มีผลต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
6. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

สมมุติฐานของการวิจัย

จากผลการวิจัยของ Chorney (1998: 1) ได้ศึกษากระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนเกรด 10 โดยใช้ปัญหาปลายเปิด พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาเพิ่มมากขึ้น หลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยปัญหาปลายเปิด ซึ่งสอดคล้องกับ นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ (2552) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนในการเรียนด้วยปัญหาปลายเปิด คือทำให้นักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบด้วยตนเอง เกิดทักษะกระบวนการคิด มีความคิดที่หลากหลาย คิดเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ และคิดวิเคราะห์ อย่างมีเหตุผล รู้จักการแก้ปัญหา มีระบบการทำงานกลุ่ม ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความสุขในการทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ ปานจิต รัตนพล (2547) กล่าวว่า “การแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้วิธีการต่างๆ ที่หลากหลายในการหาคำตอบ และมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ ผู้เรียนจึงมีอิสระในการคิด การสร้างแนวทางแก้ปัญหาของตนเอง” เช่นเดียวกับงานวิจัยของไพโรจิตร บ้านเหล่า (2551) ที่ทำการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด โดยใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีทักษะการคิดหลังเรียนด้วยวิธีการแบบเปิด อยู่ที่ร้อยละ 76.67 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ถึงร้อยละ 80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chorney (1998: 1) ซึ่งได้ศึกษากระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนเกรด 10 โดยใช้โจทย์ปัญหาปลายเปิด พบว่าความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้รับการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยโจทย์ปัญหาปลายเปิด นอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยของ Oppen (1971: 25-26) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนนั้น สามารถพัฒนาได้ดีกับเด็กที่มีอายุระหว่าง 12-13 ปี ซึ่งเป็นช่วงอายุที่เด็กสามารถปรับเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และจาก

งานวิจัยของ Pehkonen (1997) พบว่าการใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในการพัฒนาทั้งการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมๆ กัน ซึ่งสอดคล้องกับ Foong (2000) ที่กล่าวถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารได้

ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานว่า

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
5. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
6. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ
2. ตัวแปรที่ศึกษามีดังนี้
 - 2.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และ การเรียนการสอนแบบทั่วไป
 - 2.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์

คำจำกัดความในการวิจัย

การใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด** เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน นำเสนอประเด็นปัญหาที่จะศึกษา ซึ่งเป็นปัญหาปลายเปิดให้กับนักเรียน แล้วให้นักเรียนคาดคะเนคำตอบหรือ คิดวิธีการแก้ปัญหาให้หลากหลายวิธีมากที่สุด
2. **ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน** เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีนิรนัย และอุปนัย ค้นหาความรู้ และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีเป้าหมาย
3. **ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน** เป็นขั้นที่ครูนำอภิปราย โดยให้นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเอง มีการใช้เหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัยหน้าชั้นเรียน นำเสนอผลการศึกษาเพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน
4. **ขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด** เป็นขั้นที่ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมงและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนได้ทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น

การเรียนการสอนแบบทั่วไป หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในการเรียน หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่จะศึกษา
2. **ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้** ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นหาความรู้ด้วยตนเอง ให้ผู้เรียนนำเสนอผลการศึกษาและร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้
3. **ขั้นสรุป** ผู้สอนนำอภิปรายโดยใช้คำถามเพื่อชักนำไปสู่ข้อสรุปและมโนทัศน์ที่สำคัญของเนื้อหาสาระ

ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง และพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง โดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก

ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการคิดโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดความรู้ที่แตกต่างจากเดิม โดยประกอบด้วยลักษณะการคิด 3 ด้าน คือ ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และคิดริเริ่ม ซึ่งวัดโดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบเขียนตอบ

ระดับผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง ต่ำ หมายถึง ระดับความรู้ของนักเรียนในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งวัดจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูง

นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ระหว่างร้อยละ 60-69 เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ปานกลาง

นักเรียนที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ต่ำกว่าร้อยละ 60 เป็นนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่ำ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ที่มุ่งพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์ของนักเรียน
2. เป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าและทำวิจัยในเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์
3. เป็นแนวทางสำหรับนักเรียนในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและสร้างสรรค์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ” ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากเอกสาร ตำรา บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐาน ดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผล
 - 1.1 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 1.2 ประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล
 - 1.3 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล
2. ความคิดสร้างสรรค์
 - 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์
 - 2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
 - 2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
 - 2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์
3. ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด
 - 3.2 ลักษณะของปัญหาปลายเปิด
 - 3.3 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.4 ความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์
 - 3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลกับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
 - 4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

1. การคิดอย่างมีเหตุผล

การคิดอย่างมีเหตุผล มีการใช้คำที่แตกต่างกันไป เช่น การคิดเชิงเหตุผล การคิดเชิงอุปนัย-นิรนัย การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นต้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้คำว่า การคิดอย่างมีเหตุผล มีประเด็นที่จะนำเสนอ 3 ประเด็น คือ 1.1 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล 1.2 ประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล และ 1.3 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผล ไว้ดังนี้

Good (1945: 332) ได้ให้ความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า หมายถึง การกระทำหรือกระบวนการทางสมองในอันที่จะลงความเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติได้

Lawson (1985: 571) อธิบายการคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการคิดแบบนามธรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่บุคคลใช้ในการค้นหาและประเมินหลักฐานต่างๆ เพื่อสนับสนุนหรือปฏิเสธสมมติฐาน

NCTM (1989: 81) กล่าวถึง การคิดอย่างมีเหตุผลว่า เป็นการสร้างข้อคาดเดาและตรวจสอบข้อคาดเดาจากสถานการณ์ที่กำหนด จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย

Friedler and other (1990: 173) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นความสามารถที่บุคคลใช้เพื่อบ่งชี้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ กำหนดสมมติฐาน ออกแบบการทดลอง สังเกตรวบรวม วิเคราะห์และตีความหมายข้อมูล นำผลที่ได้ไปประยุกต์ และนำไปใช้เพื่อทำนายผลในสถานการณ์อื่นต่อไป

Pretage (2002: 26) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า เป็นการที่ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบและตัดสินใจถูกต้องได้ รวมถึงการพัฒนาแนวคิดเป็นข้อสรุปทั่วไป การโต้แย้ง และการพิสูจน์

Leighton and Sternberg (2004: 11) กล่าวว่า การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นกระบวนการในการสร้างข้อสรุป ทุกสิ่งที่ทำและคิด จะเกี่ยวข้องกับการสร้างข้อสรุป นั่นคือ เมื่อเราเรียนรู้ วิเคราะห์ตัดสิน สรุปอ้างอิง ประเมิน จะต้องมีการสร้างข้อสรุปจากข้อมูลและความเชื่อเสมอ

Sery and Nuccetelli (2008: 4) ได้กล่าวถึงความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลที่อาศัยความเชื่อหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่ง ในการสนับสนุนอีกความเชื่อหนึ่ง

Bradford (2015) ได้กล่าวถึง การคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งข้อสรุป และต้องอาศัยทั้งการคิดแบบอุปนัยและนิรนัยประกอบกัน การให้เหตุผลเชิงอุปนัยใช้ในการพิสูจน์ทฤษฎีหรือสมมติฐาน ส่วนการให้เหตุผลเชิงนิรนัยใช้ในการเชื่อมโยงข้อความรู้ทั่วไปกับข้อความรู้ที่เฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตามการลงข้อสรุปจะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น เมื่อใช้การคิดทั้งอุปนัยและนิรนัยประกอบกันอย่างสมเหตุสมผล

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นวิธีคิดหาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ปรากฏอยู่กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการจะรู้ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นการสรุปความรู้ใหม่จากสิ่งที่รู้อยู่ โดยใช้เหตุใช้ผล ใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่

ทศนา แคมมณี (2542: 144) ได้กล่าวถึงการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ว่า เป็นการคิดที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อเข้าใจความคิดที่สามารถอธิบายได้ด้วยหลักเหตุผล โดยสามารถจำแนกข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง และพิจารณาเรื่องที่คิดบนพื้นฐานของข้อเท็จจริง โดยใช้หลักเหตุผลแบบนิรนัย และอุปนัย ซึ่งประกอบด้วยทักษะย่อยๆ ดังนี้

1. สามารถแยกข้อเท็จจริงและความคิดเห็นออกจากกันได้
2. สามารถใช้เหตุผลแบบนิรนัยหรืออุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้
3. สามารถใช้เหตุผลทั้งแบบนิรนัยและอุปนัย พิจารณาข้อเท็จจริงได้

จากการศึกษาความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลที่นักการศึกษาท่านต่างๆ ได้ให้ไว้ สามารถสรุปความหมายของการคิดอย่างมีเหตุผลได้ว่า เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้หลักอุปนัยและนิรนัย เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่อย่างสมเหตุสมผล

1.2 ประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล

นักการศึกษาได้จำแนกประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล ไว้ดังนี้

Lawson (1995: 60-61) ได้จำแนกประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผลไว้ 3 ระดับ คือ 1) การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยเชิงประจักษ์ (empirical-inductive level) 2) การคิดอย่างมีเหตุผลแบบกึ่งนิรนัย (transitional) และ 3) การคิดอย่างมีเหตุผลแบบสมมติฐานนิรนัย (hypothetical-deductive level)

จันทรเพ็ญ เชื้อพานิช (2542: 71-75) ได้จำแนกประเภทของการคิดอย่างมีเหตุผล ออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะของความรู้ที่ปรากฏและลักษณะของความรู้ใหม่ที่มนุษย์ต้องการศึกษาดังนี้

1. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย (inductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยง เพื่อหาข้อสรุปที่เป็นหลักการทั่วไป จากความจริงที่รวบรวมได้จากการสังเกตโดยตรง นั่นก็คือ การสรุปอ้างอิงจากเหตุการณ์เฉพาะหน่วย เพื่อให้ได้หลักการทั่วไป ซึ่งเป็นกระบวนการที่สลับกันกับการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย

2. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย (deductive reasoning) เป็นกระบวนการคิดเชื่อมโยงจากความรู้ทั่วไป ไปสู่เรื่องที่เฉพาะเจาะจงหรือความรู้เฉพาะหน่วย โดยใช้หลักการทางตรรก นั่นก็คือ การใช้แนวคิด หลักการ ทฤษฎีหรือกฎ อธิบายสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือหาข้อสรุป ซึ่งเป็นเรื่องเฉพาะหน่วย คำอธิบาย หรือข้อสรุปที่ได้รับคือความรู้ใหม่

3. การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย-นิรนัย (inductive-deductive reasoning) หรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (scientific method) เป็นกระบวนการคิดเพื่อหาข้อสรุปที่เริ่มจากการสังเกต แล้วสรุปความรู้จากการสังเกต นั่นก็คือ การคิดหรือให้เหตุผลเชิงอุปนัยแล้วตั้งสมมติฐานตามข้อสรุปที่อุปนัยได้ แล้วทำการทดสอบสมมติฐานโดยการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อพิจารณาว่าข้อมูลที่ได้จะสนับสนุนสมมติฐานหรือไม่ นั่นก็คือถ้าสมมติฐานเป็นจริงเราจะพบอะไร เป็นการลงความเห็นโดยพิจารณาจากหลักการทั่วไปสู่เรื่องเฉพาะ สมมติฐานคือหลักการทั่วไปที่จะต้องทดสอบว่าจริงหรือไม่ ข้อมูลที่รวบรวมไว้เพื่อทดสอบสมมติฐานคือ ข้อสรุปเฉพาะหน่วย นั่นก็คือ การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย

1.3 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นความสามารถในการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้หลักอุปนัยและนิรนัย เพื่อสรุปเป็นความรู้ใหม่อย่างสมเหตุสมผล ในการวัดความสามารถในการ

คิดอย่างมีเหตุผลจึงแบ่งออกเป็น 1.3.1 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย และ 1.3.2 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนินัย

1.3.1 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย

การคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย เป็นการคิดที่ให้เหตุผลจากประโยคอ้างที่เป็นจริงเฉพาะกรณี ไปยังข้อสรุปซึ่งเป็นความจริงสากล การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยจะอาศัยหลักการสรุปรวบยอด ซึ่ง Mill (1872) ได้กล่าวถึงหลักการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัยไว้ว่า เป็นความสามารถในการใช้เหตุการณ์หรือข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วยเหตุใหญ่และเหตุย่อย แล้วสรุปผลตามเหตุการณ์หรือข้อมูลนั้น ซึ่งจะต้องพิจารณาให้รอบคอบและสรุปอย่างสมเหตุสมผล

Mill ได้รวบรวมวิธีการสรุปผลแบบอุปนัยไว้สำหรับตรวจสอบความสัมพันธ์ของกรณี วิธีดังกล่าวเรียกว่า วิธีอุปนัยของมิลล์ ประกอบด้วย 4 วิธี ได้แก่ (1) วิธีหาความสอดคล้อง (Method of Agreement) (2) วิธีหาความแตกต่าง (Method of Difference) (3) วิธีหาส่วนที่เหลือ (Method of Residues) และ (4) วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ (Method of Concomitant Variation)

(1) **วิธีหาความสอดคล้อง** เป็นวิธีหาข้อสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นซ้ำๆ โดยหาความสอดคล้องของประสบการณ์หลายๆ ครั้ง กล่าวคือ ในประสบการณ์หลายๆ ครั้งถ้ามีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งและเกิดผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ก็สรุปได้ว่าเป็นสาเหตุของผลนั้นเสมอ เช่น ทุกครั้งที่วางขนมปังไว้บริเวณที่มีความชื้นจะเกิดเชื้อราขึ้นบนแผ่นขนมปัง จึงสรุปได้ว่า ความชื้นจะช่วยให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดี

(2) **วิธีหาความแตกต่าง** เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นแตกต่างออกไปจากเดิม โดยการหาความแตกต่างของประสบการณ์หลายๆ ครั้ง กล่าวคือ ในประสบการณ์หลายๆ ครั้งที่มีสาเหตุเดียวกันทุกครั้งจะมีผลอย่างเดียวกันทุกครั้ง ต่อมาเมื่อมีสาเหตุอื่นเข้ามาแทรกเพิ่มเข้ามาและเกิดผลแตกต่างออกไป ก็สรุปว่าสาเหตุที่แทรกเพิ่มเข้ามานั้นเป็นสาเหตุของผลที่แตกต่างออกไป เช่น ทุกครั้งที่ทานส้มตำไทยไม่เคยท้องเสีย แต่เมื่อทานส้มตำไทยใส่ปูแล้วท้องเสีย จึงสรุปได้ว่า ปูที่ใส่ลงไปนในส้มตำเป็นสาเหตุที่ทำให้ท้องเสีย

(3) **วิธีหาส่วนที่เหลือ** เป็นวิธีการสรุปสาเหตุของผลที่เหลือที่เกิดขึ้นในประสบการณ์ใดประสบการณ์หนึ่ง กล่าวคือ ในประสบการณ์เดียวกัน ถ้ามีหลายสาเหตุเกิดผลหลาย

อย่างร่วมกัน ถ้าทราบสาเหตุใดทำให้เกิดผล สามารถแยกสาเหตุนั้นออกไปได้และสาเหตุที่เหลือก็จะ เป็นสาเหตุของผลที่เหลือ

(4) **วิธีหาเหตุผลของสาเหตุต่างระดับ** เป็นวิธีการสรุปหาเหตุผลเมื่อ ระดับความเข้มข้นของสาเหตุแตกต่างกันไปจากเดิม กล่าวคือ ในการศึกษาสถานการณ์บางอย่าง ระดับ หรือความเข้มข้นของสาเหตุเดียวกันทำให้เกิดผลที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการสรุปผลจะต้องคำนึงถึง ความแตกต่างของระดับ หรือความเข้มข้นของสาเหตุด้วย เช่น การรับประทานยาพาราเซตามอล พบว่าเด็กวัย 3-6 ปี รับประทานครั้งละ $\frac{1}{2}$ เม็ด เด็กวัย 6-12 ปี รับประทานครั้งละ 1 เม็ด และวัย ผู้ใหญ่อายุมากกว่า 12 ปี รับประทานครั้งละ 2 เม็ด

1.3.2 การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย

การวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยนั้นอาศัยหลัก ใหญ่ๆ 2 ประการ คือ (1) หลักเกี่ยวกับตัวปฏิบัติการ 16 ตัว (The Sixteen Binary Operations) และ (2) หลักการให้เหตุผลแบบตรรกบท (Syllogism) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) **หลักเกี่ยวกับตัวปฏิบัติการ 16 ตัว** Inhelder and Piaget (1958) ได้กล่าวถึงตัวปฏิบัติการ 16 ตัว ที่ใช้เชื่อมประพจน์ 2 ประพจน์เข้าด้วยกัน ผลของการเชื่อมประพจน์ จะได้ประพจน์ใหม่ที่ต้องตามหลักตรรกศาสตร์ ตัวปฏิบัติการคิดเหล่านี้มี 16 ตัว ดังนี้

(1.1) การเลือกโดยใช้เหตุผล (Disjunction) ให้สันธาน “หรือ” เป็นตัวเชื่อม เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ว่า $p \vee q$ การเชื่อมประโยคในลักษณะที่ว่า ถ้าประพจน์ใด ประพจน์หนึ่งเป็นจริงหรือเป็นเท็จทั้งสองประพจน์ การเชื่อมด้วยตัวปฏิบัติการการเลือกโดยใช้เหตุผล ก็จะเป็นจริง

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p \vee q = (\bar{p} \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (p \cdot q)$

เมื่อ p แทนประพจน์ p เป็นจริง และ \bar{p} แทนประพจน์ p เป็นเท็จ

เมื่อ q แทนประพจน์ q เป็นจริง และ \bar{q} แทนประพจน์ q เป็นเท็จ

(1.2) รูปนิเสธของการเลือกโดยใช้เหตุผล (Negation of Disjunction) รูปนิเสธของ $(p \vee q)$ กล่าวคือ $\sim(p \vee q)$ เป็นเท็จเมื่อ p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \vee q) = (\bar{p} \cdot \bar{q})$

(1.3) การรวมโดยใช้เหตุผล (Conjunction) หมายถึง p เป็นจริง และ q เป็นจริง มีความหมายตรงกับคำว่า “และ”

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p \cdot q$

- (1.4) รูปนิเสธของการรวมโดยใช้เหตุผล (Negation of Conjunction) หมายถึง สัญลักษณ์ $(p \cdot q)$ ไม่เป็นจริง แสดงว่า p หรือ q เป็นเท็จ หรือเป็นเท็จทั้งสองประพจน์
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \cdot q) = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- (1.5) การเป็นเหตุเป็นผลหรือตัวเงื่อนไข (Implication) ใช้สันธาน “ถ้า...แล้ว...” เป็นตัวเชื่อมประพจน์ หมายความว่า ถ้าประพจน์หนึ่งเป็นจริงอีกประพจน์หนึ่งเป็นจริงด้วย
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(p \supset q) = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- (1.6) รูปนิเสธของตัวเงื่อนไข (Negation of Implication) เป็นการบอกกล่าวเงื่อนไขเป็นเท็จ หมายความว่า p เป็นจริง แต่ q เป็นเท็จ
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \supset q) = (p \cdot \bar{q})$
- (1.7) รูปกลับของตัวเงื่อนไข (Converse Implication)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(p \supset q) = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- (1.8) รูปนิเสธของรูปกลับของตัวเงื่อนไข (Negation of Converse Implication)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p \supset q) = (\bar{p} \cdot q)$
- (1.9) การเท่ากัน (Equivalence) ใช้สันธาน “...ก็ต่อเมื่อ...” เชื่อมประพจน์ หมายถึง p เป็นจริง และ q เป็นจริง หรือ p เป็นเท็จ และ q เป็นเท็จ
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $(p = q) = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- (1.10) รูปนิเสธของการเท่ากัน (Negation of Equivalence)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim(p = q) = (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q)$
- (1.11) รูปความสัมพันธ์โดยอิสระ p ต่อ q (Independence of p to q)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $p [q] = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q})$
- (1.12) รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระ p ต่อ q (Negation of Independence of p to q)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $\sim p [q] = (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$
- (1.13) รูปความสัมพันธ์โดยอิสระ q ต่อ p (Independence of q to p)
เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ $q [p] = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q)$

(1.14) รูปนิเสธของความสัมพันธ์โดยอิสระ q ต่อ p (Negation of Independence of q to p)

$$\text{เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ } \sim q [p] = (p \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot q)$$

(1.15) สัจนิรันดร์ (Tautology)

$$\text{เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ } p * q = (p \cdot q) \vee (p \cdot \bar{q}) \vee (\bar{p} \cdot q) \vee (\bar{p} \cdot \bar{q})$$

(1.16) ความเท็จโดยรูปแบบ (Contradiction) หมายความว่า ไม่มีอะไรเลย

$$\text{เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ } \sim(p * q) = 0$$

(2) **หลักการใช้เหตุผลแบบตรรกบท** เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยตามแนวคิดของ Aristotle (Smiley, 1973) เป็นการคิดให้เหตุผลจากประโยคข้างต้นไปยังข้อสรุป เป็นการอ้างเหตุผลที่มีโครงสร้างหรือแบบแผนตายตัว ประกอบด้วยประโยคตรรกศาสตร์ 3 ประโยค โดยสองประโยคแรกเป็นส่วนอ้าง ส่วนประโยคที่สามเป็นข้อสรุปหรือสิ่งที่ต้องการทดสอบ

2. ความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ มีประเด็นที่จะนำเสนอ 5 ประเด็น คือ 2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ 2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

2.1 ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Guilford (1950) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ๆ ขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ได้ ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดหลายแง่มุม หลายทิศทางหรือเรียกว่า การคิดแบบอบเนกนัย (divergent thinking) ซึ่งตรงข้ามกับความคิดแบบเอกนัย (convergent thinking)

Torrance (1962) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถของบุคคลในการรู้สึกไวต่อการแก้ปัญหาหรือสิ่งที่บกพร่องขาดหายไป มีความไวต่อการคาดเดาหรือตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับสิ่งที่ขาดหาย แล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

Osborn (1963) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ จินตนาการที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายปัญหาที่มนุษย์ประสบอยู่ ความคิดในการจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งนำไปสู่การประดิษฐ์คิดค้นหรือการผลิตสิ่งแปลกใหม่

Taylor (1964) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถที่จะคิดย้อนกลับโดยการนำเอาสิ่งของหรือความรู้ต่างๆ ซึ่งดูเหมือนไม่สัมพันธ์กันมารวมกัน เพื่อการแก้ปัญหาในแนวทางใหม่

Wallach and Kogan (1965) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการคิดสิ่งที่ต่อเนื่องสัมพันธ์เป็นลูกโซ่ เรียกว่า ความคิดโยงสัมพันธ์ กล่าวคือ เมื่อระลึกถึงสิ่งใดสิ่งหนึ่ง สิ่งนั้นจะเป็นสะพานช่วยเชื่อมโยงให้ระลึกถึงสิ่งอื่นๆ ที่สัมพันธ์กันต่อไปเรื่อยๆ

Anderson and Others (1970) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง พฤติกรรมของบุคคล ซึ่งแสดงความคิดใหม่ๆ อันเป็นการกระทำที่บุคคลเลือกจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบใหม่ๆ ความคิดใหม่ๆ หรือผลิตผลงานใหม่ๆ

De Bono (1982) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถในการมองหาทางเลือกหลายทิศทาง โดยการคิดอย่างรอบด้าน ครอบคลุมทั้งความคิดนอกกรอบและความคิดในกรอบ ตลอดจนสามารถสร้างแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากแนวคิดเดิมบ้างเล็กน้อย หรือแปลกไปจนไม่คงแนวคิดเดิมไว้เลย

อารี รังสินันท์ (2532) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ คือ ความคิดจินตนาการประยุกต์ที่สามารถนำไปสู่สิ่งประดิษฐ์ คิดค้นพบเทคโนโลยีใหม่ๆ ซึ่งเป็นความคิดในลักษณะที่คนอื่นคาดไม่ถึงหรือมองข้าม เป็นความคิดหลากหลาย คิดได้กว้างไกล เน้นทั้งปริมาณและคุณภาพ อาจเกิดจากการคิดผสมผสานเชื่อมโยงระหว่างความคิดใหม่ๆ ที่แก้ปัญหาและเอื้ออำนวยประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2545) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ประการ คือ

1. ความคิดแง่บวก (positive thinking) คือ การคิดโดยไม่ได้มีนัยที่เกี่ยวข้องกับความแตกต่างหรือแปลกใหม่ ทั้งนี้ความคิดแง่บวกเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับลักษณะนิสัย ซึ่งตรงข้ามกับการคิดแง่ลบ (negative thinking) ซึ่งหมายถึง ความคิดที่ไม่ดีงาม คิดไม่ดีต่อผู้อื่นหรือตนเอง คิดบั่นทอนกำลังใจ

2. การกระทำที่ไม่ทำร้ายใคร (constructive thinking) ใช้ในความคิดที่ไม่ทำลายล้าง การคิดและการกระทำในเชิงลบที่มุ่งทำลาย เป็นลักษณะการเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ และสามารถเอาไปใช้ได้

3. การคิดสร้างสิ่งใหม่ๆ (creative thinking) ซึ่งเป็นความหมายเกี่ยวกับความหมายทั่วไปในภาษาอังกฤษ เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม

อารี พันธุ์ณี (2546) ได้ให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นกระบวนการทางสมองที่คิดในลักษณะอเนกนัย อันนำไปสู่การค้นพบสิ่งแปลกใหม่ด้วยการคิดดัดแปลง ประยุกต์ความคิดเดิมผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่ ซึ่งรวมทั้งการประดิษฐ์ ค้นพบสิ่งต่างๆ ตลอดจนวิธีการคิด ทฤษฎี หลักการได้สำเร็จ ความคิดสร้างสรรค์จะเกิดขึ้นได้ไม่มีอะไรเพียงแต่คิดในสิ่งที่เป็นไปได้หรือสิ่งที่เป็เหตุเป็นผลเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่ความคิดจินตนาการก็เป็สิ่งสำคัญยิ่งที่จะก่อให้เกิดความแปลกใหม่ แต่ต้องควบคู่กันไปกับความพยายามที่จะสร้างความคิดฝันหรือจินตนาการให้เป็ไปได้หรือที่เรียกว่า จินตนาการประยุกต์ จึงจะทำให้เกิดผลงานจากความคิดสร้างสรรค์ขึ้น

จากการศึกษาความหมายของความคิดสร้างสรรค์ สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหา หรือการคิดเพื่อก่อให้เกิดสิ่งที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำหลากหลาย กว้างไกลในแนวทางที่มีประโยชน์และมีคุณค่าต่อตนเองและสังคม ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นในบุคคลได้

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์มีมากมายหลายทฤษฎี แต่ทฤษฎีที่ได้รับการกล่าวถึงอยู่เสมอคือ ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ Guilford และ ทฤษฎีการคิดสร้างสรรค์ของ Torrance โดยมีรายละเอียดดังนี้

ทฤษฎีโครงสร้างทางสมองของ Guilford

Guilford (1954) เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้อธิบายลักษณะของความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ ได้เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของสมอง เป็นลักษณะของความคิดอเนกนัย (divergent thinking) ที่เป็นความสามารถในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้ในหลายรูปแบบและหลายแง่มุม

Guilford (1967 อ้างถึงใน ประสาท อิศรปรีดา, 2538) ได้อธิบายโครงสร้างของสมรรถภาพทางสมองในลักษณะ 3 มิติ คือ มิติเนื้อหา (content) มิติวิธีการคิด (operation) และ มิติผลของการคิด (product) ดังนี้

มิติที่ 1 เนื้อหา (content) หมายถึง สิ่งเร้าในรูปแบบต่างๆ ซึ่งมี 5 ลักษณะ คือ

- 1.1 ภาพ (visual) เป็นสิ่งเร้าที่สามารถรับรู้ได้ด้วยตา เช่น รูปทรง แผนภาพ เป็นต้น
- 1.2 เสียง (auditory) เป็นสิ่งเร้าประเภทที่สามารถรับรู้ได้โดยหู
- 1.3 สัญลักษณ์ (symbolic) เป็นสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น ตัวอักษร ตัวเลข ตัวโน้ต

ดนตรี หรือรหัสต่างๆ

- 1.4 ภาษา (semantic) เป็นภาษาหรือถ้อยคำที่มีความหมาย

1.5 พฤติกรรม (behavioral) เป็นสิ่งเร้าในรูปของเจตคติ ความต้องการ อารมณ์ ความเอาใจใส่หรือความคิด เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลหรือการมีส่วนเกี่ยวพันทางสังคมกับผู้อื่น

มิติที่ 2 วิธีการคิด (operation) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติงานหรือการคิดแบบต่างๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 แบบ คือ

2.1 การรู้และความเข้าใจ เป็นการรู้และเข้าใจในสิ่งที่ประสบ เช่น เมื่อเห็นภาพนก ก็รู้ว่าภาพนก เป็นต้น

2.2 การจำชั่วคราว เป็นการจำในสิ่งที่ประสบเพื่อใช้งานในขณะนั้น โดยไม่เก็บสาระข้อมูลนั้นเป็นเวลานาน เช่น จำเลขในสมุดโทรศัพท์เพื่อโทรศัพท์ หรือจำรหัสหมายเลขจากสมุดธนาคาร เพื่อนำมาเขียนในแบบฟอร์มการถอนเงินเมื่อเขียนแล้วก็ลืมและไม่ใส่ใจจดจำไว้

2.3 การจำถาวร เป็นการจดจำสิ่งต่างๆ ไว้เป็นเวลานาน อาจเป็นหลายวันหลายเดือน เช่น จดจำชื่อเพื่อนสนิท จำเหตุการณ์วันปีใหม่ที่ผ่านมานี้ เป็นต้น

2.4 การคิดแบบอเนกนัย เป็นการคิดหาคำตอบให้มากที่สุด คิดหลายทิศหลายทางเป็นการคิดในลักษณะกว้างออก ซึ่งจะทำให้ได้ความคิดที่แปลกใหม่ เช่น คิดหาสิ่งที่ขึ้นต้นด้วย “น้ำ” มาให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

2.5 การคิดแบบเอนกนัย เป็นการสรุปหรือตัดสินใจเลือกสิ่งที่ดีที่สุดจากตัวเลือกที่กำหนดให้ เช่น การตัดสินใจเลือกสบูยาก็จัดสิวที่มีอยู่ทั้งหมด 10 ชนิด หรือตัดสินการประกวดร้องเพลงเพื่อหาผู้ชนะเลิศ เป็นต้น

2.6 การประเมินค่า เป็นการพิสูจน์คุณค่าหรือความเหมาะสมในสิ่งที่ประสบการณ์ปฏิบัติงานในลักษณะนี้ต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจ ความจำ การคิดอเนกนัย และการคิดแบบเอนกนัยเป็นพื้นฐานเพื่อการตัดสินใจอย่างดีที่สุด

มิติที่ 3 มิติผลการคิด (product) หมายถึง ผลของการปฏิบัติการหรือการคิดของสมอง ผลการคิดนี้จะมีรูปแบบแตกต่างกัน 6 แบบ คือ

3.1 หน่วย เป็นส่วนย่อยที่มีความสมบูรณ์ในตนเอง มีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างจากสิ่งอื่น เช่น นกแต่ละตัว เลขสาม เป็นต้น

3.2 จำพวก เป็นกลุ่มของสิ่งของหรือกลุ่มของหน่วยต่างๆ ที่มีลักษณะร่วมกัน เช่น สัตว์ปีก (ประกอบด้วยนกต่างๆ) อาวุธ (เป็นกลุ่มของสิ่งที่ใช้ทำร้ายผู้อื่น) เป็นต้น

3.3 ความสัมพันธ์ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างหน่วยหรือกลุ่มของสิ่งต่างๆ โดยอาศัยลักษณะบางอย่างเป็นเกณฑ์ ตัวอย่างความสัมพันธ์ ได้แก่ คำที่มีความหมายตรงกันข้ามกับคำที่กำหนดให้ การอุปมาอุปไมย ฯลฯ

3.4 ระบบ เป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของผลการคิดหลายๆ คู่เข้าด้วยกันเป็นระเบียบแบบแผนอย่างใดอย่างหนึ่ง

3.5 การแปลงรูป เป็นการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบใหม่ ซึ่งอาจเป็นการปรับขยาย การจัดระเบียบข้อมูลใหม่ หรือให้ความหมายใหม่

3.6 การประยุกต์ เป็นการคิดพัฒนาสิ่งที่ปรากฏให้อยู่ในรูปแบบใหม่ที่แตกต่างจากเดิม หรือเป็นการคาดการณ์ หรือทำนายผลบางอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้

นอกจากนี้ Guilford ได้แบ่งการคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ลักษณะ คือ

1. ความคิดคล่องแคล่ว (fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่คิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีคำตอบที่มากในระยะเวลาจำกัด แบ่งออกเป็น 4 ด้าน

1.1 ความคล่องแคล่วด้านถ้อยคำ เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคล่องแคล่วด้านการโยงสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายกันให้ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคล่องแคล่วด้านการแสดงออก เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค โดยการนำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถในการคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหรือหลายทิศทาง แบ่งเป็น

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถที่คิดได้อย่างอิสระและหลากหลาย

2.2 ความคิดยืดหยุ่นด้านการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลงความรู้ให้เกิดประโยชน์เป็นหลายๆ สิ่งได้ ซึ่งคนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน

3. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความสามารถในการคิดในสิ่งที่แปลกใหม่ แตกต่างจากบุคคลอื่น

4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความสามารถในการคิดถึงรายละเอียดที่ใช้ในการตกแต่งเพื่อให้เกิดเป็นภาพที่ชัดเจนและมีความหมาย

ทฤษฎีการคิดสร้างสรรค์ของ Torrance

Torrance (1962) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์จะแสดงออกมาตลอดกระบวนการของความรู้สึกหรือการเห็นปัญหา การรวบรวมความคิดเพื่อใช้เป็นข้อสมมติฐาน การทดสอบและการดัดแปลงสมมติฐาน ตลอดจนวิธีการเผยแพร่ผลสรุปที่ได้รับ ซึ่งทฤษฎีของ Torrance อาจขยายได้ความว่า ผู้ที่มีความสร้างสรรค์เพื่อแสวงหาวิธีใหม่ในการเผชิญหรือแก้ปัญหา

กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ตามทฤษฎีของ Torrance (1965 อ้างถึงใน ทิพวัลย์ ปัญจมะวัต, 2548) แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

1. การค้นหาข้อเท็จจริง (fact-finding) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่เกิดความรู้สึกกังวลใจ สับสน วุ่นวายเกิดขึ้นในจิตใจ ไม่สามารถหาปัญหาได้ว่าเกิดจากอะไร จากจุดนี้ให้พยายามตั้งสติและพิจารณาดูว่า ความยุ่งยาก วุ่นวาย สับสนหรือสิ่งทำให้เกิดความกังวลใจนั้นคืออะไร

2. การค้นพบปัญหา (problem-finding) ขั้นนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 1 เมื่อได้พิจารณาโดยรอบคอบแล้ว จึงสรุปได้ว่า ความสับสนวุ่นวายใจนั้น คือการมีปัญหาเกิดขึ้นนั่นเอง

3. การตั้งสมมติฐาน (idea-finding) ขั้นตอนนี้เกิดต่อจากขั้นที่ 2 เมื่อรู้ว่ามีปัญหาเกิดขึ้น ก็พยายามคิดและตั้งสมมติฐาน ตลอดจนรวบรวมข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป
4. การค้นพบคำตอบ (solution-finding) พบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐาน
5. การยอมรับผลจากการค้นพบ (acceptance-finding) ยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์และคิดต่อไปว่าการแก้ปัญหาหรือค้นพบนี้จะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ต่อไป เรียกว่า new challenges

2.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นลักษณะที่ซับซ้อนของมนุษย์ เป็นความสามารถทางสมองที่ไม่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน นักจิตวิทยาและนักการศึกษาจึงได้อธิบายลักษณะที่บุคคลแสดงออกมาจัดเป็นองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

Guilford (1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดอเนกนัย (divergent thinking) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างรวดเร็ว มีปริมาณมากในเวลาจำกัด และไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน ความคิดคล่องมีความสำคัญในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า เพราะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้านั้นต้องการความรวดเร็วและคิดหาวิธีแก้ไขได้หลายวิธี
2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง เป็นการคิดที่สามารถดัดแปลงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างทันทีทันใด
3. ความคิดริเริ่ม (originality) หมายถึง ความคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ หรือความคิดที่ไม่ซ้ำกับความคิดคนอื่น ความคิดริเริ่มเกิดจากการนำความรู้เดิมมาดัดแปลงและประยุกต์ให้เป็นสิ่งใหม่
4. ความคิดละเอียดลออ (elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เป็นภาพได้ชัดเจน ซึ่งความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่งหรือขยายความคิดเพื่อให้เกิดความสมบูรณ์มากขึ้น

Torrance (1973) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งได้ศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ใน 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคิดคล่อง (fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดได้หลากหลายเพื่อตอบต่อคำถามปลายเปิดและคำถามอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็ความคิดทางภาษาหรือท่าทาง
2. ความคิดยืดหยุ่น (flexibility) หมายถึง ความสามารถในการกระทำต่อปัญหาและคิดได้หลากหลาย สามารถแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์ได้หลายด้าน
3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแสดงที่แปลกใหม่ โดยไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

2.4 การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สมาคมส่งเสริมความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The American Association for the Advancement of Science: AAAS) ได้ริเริ่มให้มีโครงการ Project 2061 ขึ้น ในปี ค.ศ.1985 ซึ่งเป็นโครงการปฏิรูประบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายให้ประชาชนชาวอเมริกาทุกคนมีความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (Science for all Americans) โดยความรู้ความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์นี้ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริงทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมไปถึงผลกระทบทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อบุคคลและสังคม จากข้อกำหนดดังกล่าว สภาวิจัยแห่งชาติ จึงได้กำหนดมาตรฐานความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ (Benchmarks for Science Literacy) และมาตรฐานวิทยาศาสตร์ศึกษาแห่งชาติ (National Science Education Standards) ขึ้น เพื่อใช้เป็นเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับนักเรียนระดับ K-12 โดยเน้นการพัฒนาให้นักเรียนให้มีทักษะที่จำเป็นในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร อันได้แก่ ความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และการใช้เทคโนโลยี (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543) ส่วนมาตรฐานความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ได้กำหนดให้เรื่องของความคิดสร้างสรรค์จัดอยู่ในมาตรฐานด้านจิตวิทยาศาสตร์ อันประกอบด้วย 1) คุณค่าและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ 2) การคำนวณและการประเมินค่า 3) การจัดการและการสังเกต 4) การสื่อสาร และ 5) ทักษะการตอบสนองอย่างมีวิจารณญาณ

สำหรับประเทศไทย พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 หมวดที่ 4 แนวการจัดการศึกษา มาตราที่ 24 ระบุไว้อย่างชัดเจนว่าการจัดกระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา (คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545)

และข้อกำหนดนี้ ได้ถูกถ่ายทอดเป็นแนวการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ที่มุ่งพัฒนาการคิดของผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กรมวิชาการ, 2545) และต่อเนืองมายังหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ระบุไว้ในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คือ ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) นอกจากนี้ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้ระบุไว้ว่า วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิดที่ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สำหรับมาตรฐานการเรียนรู้ได้มีการกล่าวถึงไว้ในสาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐาน ว 8.1 ไว้ว่า “ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน” (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, 2551)

จากการศึกษาข้างต้นจะเห็นได้ว่า เป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ของประเทศ ไทยมีความสอดคล้องกับเป้าหมายการศึกษาวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ กล่าวคือ มีเป้าหมายเพื่อมุ่งพัฒนาผู้เรียน 3 ด้าน คือ ความรู้ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต

2.5 แนวทางการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

2.5.1 การวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของ Guilford and Christensen (Anastasi, 1988) เป็นนักจิตวิทยาคนแรกที่ได้ริเริ่มการพัฒนาแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน โดยแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยแบบสอบย่อย 11 ฉบับ โดยแบ่งออกเป็นทางด้านภาษาเขียน 7 ฉบับ ด้านรูปภาพ 3 ฉบับ และเป็นโจทย์ปัญหา 1 ฉบับ แบบทดสอบนี้เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาและผู้ใหญ่ โดยแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์แต่ละฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

1) **ความคล่องในการใช้คำ (word fluency)** เป็นการเขียนคำที่ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรที่กำหนดให้

2) **ความคล่องทางความคิด (ideational fluency)** เป็นการเขียนชื่อสิ่งของที่มีสมบัติตามลักษณะที่กำหนดให้ เช่น ให้ออกชื่อสิ่งของซึ่งกลมและขาว

3) **ความคล่องด้านการเชื่อมโยง (associational fluency)** เป็นการเขียนคำต่างๆ ที่มีความหมายคล้ายคลึงกับคำที่กำหนดให้

4) **ความคล่องในการแสดงออก (expressional fluency)** เป็นการสร้างประโยคจากคำที่กำหนดให้ โดยกำหนดอักษรตัวแรกของแต่ละคำให้ และห้ามใช้คำซ้ำ

5) **การใช้ประโยชน์อย่างอื่น (alternate uses)** เป็นการบอกประโยชน์อย่างอื่นของสิ่งเฉพาะที่ กำหนดให้ในลักษณะที่แตกต่างจากการใช้ประโยชน์โดยทั่วไป เช่น หนังสือพิมพ์ใช้ทำประโยชน์อื่นอย่างไรบ้าง เป็นต้น

6) **การสรุปผล (consequence)** เป็นการบอกเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น อันเป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์สมมุติฐานที่กำหนดให้ เช่น ถ้าคนไม่จำเป็นต้องนอนจะเกิดอะไรขึ้น เป็นต้น

7) **ประเภทอาชีพ (possible jobs)** เป็นการบอกอาชีพต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคำที่กำหนดให้ เช่น กำหนดคำว่า “หลอดไฟ” อาชีพที่เกี่ยวข้องคือ วิศวกรไฟฟ้า เจ้าของโรงงานทำหลอดไฟ เป็นต้น

8) **การวาดรูป (making objects)** เป็นการวาดรูปของสิ่งของจากสิ่งที่กำหนดให้ เช่น วงกลม และรูปสามเหลี่ยม เป็นต้น ในการวาดรูปสิ่งของรูปหนึ่ง อาจใช้รูปที่กำหนดให้ซ้ำกันได้ และเปลี่ยนแปลงขนาดได้ แต่จะต้องไม่ต่อเติมรูปหรือเส้นอื่นๆ เพิ่มขึ้นอีก

9) **การร่างรูป (sketches)** เป็นการต่อเติมให้เป็นรูปจากภาพร่างที่กำหนดให้ เช่น วงกลม สามเหลี่ยม และต่อเติมภาพให้สมบูรณ์และแตกต่างกันมากที่สุด

10) **การตกแต่ง (decoration)** เป็นการตกแต่งรูปร่างเกี่ยวกับสิ่งของทั่วไป ที่ร่างเอาไว้แล้วด้วยแบบที่แตกต่างกัน

11) **การแก้ปัญหา (match problem)** เป็นการแก้ปัญหาจากโจทย์ที่กำหนดให้ เช่น ให้เอาจำนวนก้อนไม้ขีดไปจำนวนหนึ่งออก โดยให้ก้อนไม้ขีดไฟที่เหลือประกอบกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือรูปสามเหลี่ยมที่มีจำนวนรูปตามต้องการ

2.5.2 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (Anastasi, 1988) มีชื่อว่า MTCT (Minnesota test of creative thinking) ต่อมาใช้ชื่อว่า TTCT (Torrance test of creative thinking) ใช้วัดความคิดสร้างสรรค์ได้หลายระดับอายุ ได้แก่ 1) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (thinking creatively with picture) และ 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (thinking creatively with words)

1) **แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ (thinking creatively with picture)** แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ มี 2 แบบ คือ แบบ A และ แบบ B เป็นแบบวัดคู่ขนาน ซึ่ง Torrance ได้กำหนดสิ่งเร้าให้มีลักษณะคล้ายกัน มีจุดมุ่งหมายเดียวกัน แตกต่างกันในสิ่งเร้าที่กำหนด แบบวัดทั้งสองฉบับสามารถใช้ในระดับชั้นอนุบาลศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ลักษณะของแบบวัด

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพประกอบด้วย แบบวัดย่อย 3 ชุด ซึ่ง Torrance เรียกแบบวัดย่อยนี้ว่ากิจกรรม แบบวัดย่อยนี้ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การวาดภาพ (picture construction)

เป็นการต่อเติมรูปภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ ซึ่งสิ่งเร้านี้มีลักษณะเป็นกระดาษสติ๊กเกอร์สีเขียว รูปไข่ โดยให้ต่อเติมภาพให้แปลกใหม่ น่าตื่นเต้น และน่าสนใจที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นตั้งชื่อภาพที่วาดให้แปลกที่สุด

กิจกรรมที่ 2 การต่อเติมรูปภาพให้สมบูรณ์ (picture completion)

เป็นการต่อเติมภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดให้ เป็นรูปเส้นในลักษณะต่างๆ มีจำนวน 10 ภาพ ต่อเติมภาพให้แปลก น่าสนใจ และน่าตื่นเต้นมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ จากนั้นตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมเสร็จแล้วให้แปลกและน่าสนใจด้วย

กิจกรรมที่ 3 การใช้เส้นคู่ขนาน (parallel line)

เป็นการต่อเติมภาพจากเส้นคู่ขนาน จำนวน 30 คู่ เน้นการประกอบภาพโดยใช้เส้นคู่ขนานเป็นส่วนสำคัญของภาพให้แปลก แตกต่าง ไม่ซ้ำกัน จากนั้นให้ตั้งชื่อภาพที่ต่อเติมด้วย

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยรูปภาพ Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 4 ด้าน คือ

1. ความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคนตามวิธีการคิดที่แตกต่างกัน ต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ 1 คะแนน

3. ความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากคำตอบทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0-1.99	ให้ 2 คะแนน
จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2-4.99	ให้ 1 คะแนน
จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป	ให้ 0 คะแนน

4. ความละเอียดลออ

พิจารณาจากรายละเอียดของภาพที่นำมาตกแต่งความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ แล้วทำภาพชัดเจนและได้ความหมายสมบูรณ์ โดยให้คะแนนรายละเอียดส่วนละ 1 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อ คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น คะแนนความคิดริเริ่ม และคะแนนความละเอียดลออ สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมของนักเรียน คิดได้จากการนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อมาบวกกัน

2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา (thinking creatively with words)

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษา มี 2 แบบ คือ แบบ A และแบบ B เป็นแบบวัดคู่ขนาน แบบวัดนี้เหมาะสมสำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษา

ลักษณะของแบบวัด

แบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษาประกอบด้วยกิจกรรมย่อย 7 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตั้งคำถาม

เป็นการตั้งคำถามจากภาพที่กำหนดให้มากที่สุด เพื่อให้รู้ว่าเกิดอะไรขึ้นมากที่สุด และคำถามที่ตั้งขึ้นนั้น ต้องไม่เป็นคำถามที่สามารถตอบได้เพียงแต่เหลือบดูรูปภาพเท่านั้น แต่จะต้องตอบจากการใช้ความคิด

กิจกรรมที่ 2 การเดาสาเหตุ

เป็นการเขียนสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นของรูปภาพในกิจกรรมที่ 1 ให้มากที่สุด

กิจกรรมที่ 3 การเดาผลที่จะเกิดตามมา

เป็นการเขียนผลที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากเหตุการณ์ในภาพที่กำหนดให้ในรูปภาพของกิจกรรมที่ 1

กิจกรรมที่ 4 ปรับปรุงผลผลิตให้ดีขึ้น

เป็นการดัดแปลงสิ่งของในภาพที่กำหนดให้ และให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

กิจกรรมที่ 5 ประโยชน์ของสิ่งของ

เป็นการเขียนรายชื่อหรือบอกรายการของสิ่งของที่น่าสนใจและแปลกที่นำมาจากสิ่งของที่กำหนดให้

กิจกรรมที่ 6 ตั้งคำถามแปลกๆ

เป็นการตั้งคำถามแปลกๆ เกี่ยวกับสิ่งของต่างๆ ที่กำหนดให้

กิจกรรมที่ 7 การสมมุติอย่างมีเหตุผล

เป็นการเขียนสิ่งที่คิดหรือคาดเดา ถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ที่ไม่น่าเป็นไปได้ที่กำหนดให้

การตรวจให้คะแนน

การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยอาศัยภาษานั้น Torrance ได้แบ่งการให้คะแนนออกเป็น 3 ด้าน คือ

1. ความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. ความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่ม หรือประเภทละ 1 คะแนน

3. ความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0-1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2-4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อ คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมของนักเรียน คิดได้จากการนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อมาบวกกัน

3. ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์

ปัญหาปลายเปิด มีประเด็นที่จะนำเสนอ 3 ประเด็น คือ 3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด 3.2 ลักษณะของปัญหาปลายเปิด 3.3 ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ 3.4 ความสำคัญของการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ 3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์

3.1 ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิด

นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิดไว้ต่าง ๆ กันดังนี้

Orton and Frobisher (1996) ให้แนวคิดเกี่ยวกับปัญหาปลายเปิดว่า ปัญหาจะ “เปิด” เมื่อไม่มีเป้าหมายเฉพาะเจาะจง แต่เป็นการตัดสินใจที่เปิดกว้าง เป็นปัญหาไม่มีปลายสุด ปัญหาที่มีกระบวนการที่หลากหลายก็จัดว่าเป็นปัญหาปลายเปิด

Becker and Shimada (1997) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่แตกต่างจากปัญหาที่พบทั่วไปในห้องเรียนที่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่สร้างขึ้นให้มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ และมีความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

Boaler (1997) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการค้นหาแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างกันออกไปในการหาวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการเดียวกันในการหาคำตอบนั้น

Sheffield and Cruikshank (2000) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการหาคำตอบ เนื่องจากปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีคำตอบหลากหลายขึ้นอยู่กับแนวคิด มุมมองของนักเรียนที่มีต่อปัญหานั้น ดังนั้น เมื่อนักเรียนหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนจะต้องแสดงเหตุผลอธิบายแนวคิดที่มาจากคำตอบนั้นๆ เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของคำตอบ ดังนั้นในการหาคำตอบนั้น นักเรียนจึงต้องใช้ทั้งกระบวนการคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า และการให้เหตุผล

Colgan (2000) กล่าวว่า การแก้ปัญหาปลายเปิดนั้นเป็นการแก้ปัญหาตามแนวคิดของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คือ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และสร้างเหตุผลหรือหาเหตุผลมาอภิปรายเพื่อสนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง และต้องทำการพิสูจน์ว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

McIntosh (2000) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดควรเป็นปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียนหรือปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ไม่ควรเป็นปัญหาที่นักเรียนสามารถตอบได้ทันที

ลัดดา ศิลาน้อย (2548) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด โดยกำหนดสถานการณ์ไว้ 3 แนวทาง คือ สถานการณ์ A เป็นเรื่องของการกำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา สถานการณ์ B เป็นช่วงของการสืบสอบหาข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยอาศัยประสบการณ์ที่มีอยู่ และสถานการณ์ C เป็นการเน้นสถานการณ์ใหม่ que พัฒนา มากกว่าที่มีอยู่เดิม

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547) กล่าวว่า ปัญหาปลายเปิดเป็นขั้นตอนแรกในการสอนของวิธีการแบบเปิด เป็นการสอนที่มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นได้

โดยสรุป ปัญหาหลายเปิด หมายถึง ปัญหาที่มีคำตอบหลากหลาย นักเรียนจะได้ฝึกกระบวนการคิดที่หลากหลาย และสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้มากกว่าหนึ่งวิธี โดยการแก้ปัญหา นั้นจะให้นักเรียนเป็นผู้ตัดสินใจเลือก ใช้วิธีการหาคำตอบด้วยตนเอง พร้อมทั้งอธิบายที่มาของคำตอบ หรือให้เหตุผลได้

3.2 ลักษณะของปัญหาปลายเปิด

ปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีโครงสร้าง แตกต่างไปจากปัญหาที่พบในแบบเรียนทั่วไป เป็นปัญหาที่เน้นกระบวนการคิดแก้ปัญหา มากกว่าการพิจารณาเฉพาะคำตอบที่ได้ จึงมีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดไว้ต่างๆ ดังนี้

Becker and Shimada (1997) ได้เสนอลักษณะของคำถามที่ใช้ในปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

1. จงอธิบายวิธีการที่นักเรียนใช้ในการหาคำตอบ
2. จากสถานการณ์ที่กำหนด นักเรียนคิดว่าสามารถใช้วิธีการใดในการหาคำตอบ เพราะเหตุใด และมีวิธีการที่เป็นไปได้ทั้งหมดกี่วิธี
3. นักเรียนคิดว่า จะเกิดอะไรขึ้นถ้า.....
4. นักเรียนคิดว่ามีคำตอบอื่นที่เป็นไปได้หรือไม่
5. จงยกตัวอย่างสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง ที่สามารถใช้ความรู้เรื่อง.....ในการแก้ปัญหา

Hassard (1999) กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ใช้ในปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

1. มีวิธีตอบคำถามได้หลากหลาย
2. มีคำตอบกว้าง
3. คำถามมีลักษณะเป็นการแก้ปัญหาซึ่งจะต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์
4. มีวิธีตอบคำถามได้หลากหลาย เช่น เขียนสั้นๆ ใช้แผนภาพหรือตารางข้อมูล หรือใช้กราฟ
5. เนื่องจากการตอบคำถามเป็นการเปิดกว้าง ดังนั้นการประเมินผลจึงสามารถยืดหยุ่นได้

Foong (2000) กล่าวถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดไว้ ดังนี้

1. เป็นปัญหาที่ไม่กำหนดวิธีการในการหาคำตอบ
2. เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้จำนวนมากกว่าหนึ่งคำตอบ
3. เป็นปัญหาที่สามารถใช้วิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี โดยที่แต่ละวิธีที่มีความยากง่ายแตกต่างกัน
4. เป็นปัญหาที่ให้นักเรียนได้ตัดสินใจหาคำตอบด้วยวิธีการของตนเอง
5. เป็นปัญหาที่พัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสาร
6. เป็นปัญหาที่กระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

3.3 ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้

Fowler (1964) ได้ให้ความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า เป็นการศึกษาโครงสร้างและวิธีการแก้ปัญหาใดปัญหาหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยจัดเขียนเป็นโครงการเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต่อ และมีการปฏิบัติตามแนวที่วางไว้หรือให้โครงการนี้สัมฤทธิ์ผลตามวัตถุประสงค์

Gupta (1981) ได้ให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการศึกษาเกี่ยวกับความจริง หรือประสบการณ์ต่างๆ ของนักเรียนที่มีโอกาสได้แสดงออกขณะทำงานกลุ่มร่วมกัน เพื่อพัฒนาศักยภาพของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541) ได้เสนอความหมายของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปลงได้ดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. นักเรียนเป็นผู้ริเริ่ม และเลือกเรื่องที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ตามความสนใจ และระดับความรู้ความสามารถ
3. เป็นกิจกรรมที่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปช่วยในการศึกษาค้นคว้าเพื่อตอบปัญหาที่สงสัย
4. นักเรียนเป็นผู้วางแผนในการศึกษาค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการปฏิบัติการทดลอง หรือประดิษฐ์คิดค้น รวมทั้งการแปลผล สรุปผล และเสนอผลการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยมีครูอาจารย์ หรือผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2544) ได้อธิบายความหมายของกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นกิจกรรมสำหรับนักเรียนในการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งด้วยตนเองโดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ภายใต้คำแนะนำปรึกษาของครู หรือผู้เชี่ยวชาญ กิจกรรมนี้อาจทำเป็นกลุ่ม หรือรายบุคคลก็ได้ และจะกระทำในเวลาเรียน หรือนอกเวลาเรียนก็ได้ โดยไม่จำกัดสถานที่

ลัดดา ภูเกียรติ (2544) ได้อธิบายความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ว่า เป็นรูปแบบหนึ่งของการทำวิจัยโดยเด็กๆ เพราะเด็กนักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเพื่อที่จะพัฒนาความรู้ โดยใช้ระเบียบวิธีการทำงานที่เป็นระบบ และใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษา ค้นคว้าความรู้ ความจริง จนได้ข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ หรือความรู้ใหม่ด้วยตัวเอง

พิมพ์นธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548) ได้อธิบายความหมายของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ว่า เป็นการศึกษาเพื่อค้นพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการเป็นผู้มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ แล้วเสนอผลการศึกษาในรูปแบบการเขียนโครงการวิทยาศาสตร์ โดยมีครู อาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

โดยสรุป โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการศึกษาค้นคว้าหาคำตอบ สรุปลงเป็นองค์ความรู้หรือความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยมีครู อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ให้คำปรึกษา

3.4 ความสำคัญของการทำโครงการวิทยาศาสตร์

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2531) ได้กล่าวถึงความสำคัญ และประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ดังนี้

1. ช่วยส่งเสริมให้วัตถุประสงค์ของหลักสูตร และการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สัมฤทธิ์ผลโดยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
2. ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์
3. ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ยิ่งขึ้นกว่า กิจกรรมการเรียนการสอนทั่วไป
4. ช่วยพัฒนาเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และความสนใจในวิชาวิทยาศาสตร์
5. ช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะและธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ดียิ่งขึ้น
6. ช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความเป็นผู้มีวิจรรย์ญาณ
7. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเอง
8. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้ที่คิดเป็น ทำเป็น และมีความสามารถในการแก้ปัญหา
9. ช่วยพัฒนาความรับผิดชอบและสร้างวินัยในตนเอง ให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
10. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์และมีคุณค่า

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2541) ได้เสนอความสำคัญ และประโยชน์ของการทำโครงการวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สร้างความสำนึก และความรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ต่างๆ ด้วยตนเอง
2. เปิดโอกาสให้กับนักเรียนทุกคนได้พัฒนา และแสดงความสามารถตามศักยภาพของตนเอง
3. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และเรียนรู้ในเรื่องที่ตนเอง สนใจได้ลึกซึ้งไปกว่าการเรียนในหลักสูตรปกติ
4. ทำให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษได้มีโอกาสแสดงความสามารถของตนเอง
5. ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และมีความสนใจที่จะประกอบอาชีพทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น
6. ช่วยให้นักเรียนได้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์ในทางสร้างสรรค์

7. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และระหว่างนักเรียนด้วยกัน ให้มีโอกาสทำงานใกล้ชิดกันมากขึ้น

8. ช่วยสร้างความสัมพันธ์ระหว่างชุมชนกับโรงเรียน ทำให้โรงเรียนได้มีโอกาสเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่ชุมชน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ชุมชนสนใจวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมากขึ้น

โดยสรุป การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีโอกาสพัฒนาระดับสติปัญญาทางอารมณ์ และเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

3.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

Inprasitha (2010) ได้กล่าวถึงการจัดการจัดการเรียนรู้ด้วยปัญหาปลายเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด** เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาแบบปลายเปิดให้นักเรียน และให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่มีการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนร่วมกันหาคำตอบของปัญหา เพราะเมื่อตั้งปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน นักเรียนจะเกิดข้อสงสัยในปัญหาดังกล่าว เช่น กฎ สูตรต่างๆ ดังนั้นคำถามหรือปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนในตอนแรก ซึ่งปัญหาที่ใช้เป็นปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ทั้ง กฎ สูตร วิธีการและอื่นๆ ของการตอบปัญหา และยิ่งไปกว่านั้น ไม่สามารถเข้าใจสิ่งที่นักเรียนจะกระทำ ซึ่งการที่จะช่วยเหลือให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพมีดังนี้

1) ให้กำลังใจนักเรียน โดยมุ่งไปที่ประเด็นปัญหาที่คล้ายกันด้วยการฉายโปรเจคเตอร์ให้ดู

2) เปลี่ยนข้อมูลให้เป็นแบบทั่วไป ตัวอย่างเช่น การแนะนำการแก้ปัญหาที่หลากหลาย หรือการแสดงข้อมูลที่เป็นรูปธรรมที่มากกว่าการให้ปัญหาที่เป็นคำพูด

3) ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดความคิดของนักเรียน

4) หารูปแบบที่ดีที่สุดในการใช้เนื้อหาที่เป็นรูปธรรม

2. ชั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นชั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย รวมถึงการใช้วิธีการต่างๆ ในการคิดเพื่อหาคำตอบและสร้างแนวคิดที่แก้ปัญหาอย่างมีเป้าหมาย นักเรียนใช้การปฏิบัติกับสื่ออุปกรณ์และการคิดในเชิงสัญลักษณ์เพื่อการคำนวณและนำไปสู่การสร้างแนวคิดของตนเองอย่างสำคัญ เพราะปัญหาปลายเปิดเป็นปัญหาที่มีความสำคัญเป็นพิเศษในการคิดของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งครูไม่ควรไปกำหนดปัญหาให้กับนักเรียนทั้งหมด สิ่งที่ครูควรทำคือการปรับความคิดเห็นของนักเรียนให้เข้ากัน การสอนในรูปแบบนี้คล้ายกับการสอนแบบทั่วไป โดยได้รวบรวมเอาองค์ประกอบทั้ง 2 อย่างคือ ผลงานส่วนบุคคลและการอภิปรายบทเรียนทั้งชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม เราไม่สามารถค้นหาการแก้ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนได้ แต่จะปรากฏในช่วงดำเนินการเรียนรู้ของแต่ละคนเพื่อนำมาอภิปรายบทเรียน ซึ่งความคิดของนักเรียนแต่ละบุคคลมีความสำคัญมากในการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม

3. ชั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน เป็นชั้นที่นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน เพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งเป็นช่วงที่มีความสำคัญมากในการจดบันทึกคำตอบ วิธีการหรือการแก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนได้ทำในกลุ่ม ดังนั้นการใช้สมุดบันทึกคำตอบหรือใบงานทำการจดบันทึกวิธีการคิดหรือการให้ข้อมูลข่าวสารของนักเรียน โดยทำการบันทึกแบบย่อยๆ ในใบงานหลังจากจบบทเรียน ซึ่งครูสามารถประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นกลุ่มและเป็นรายบุคคลได้ เพราะกิจกรรมของนักเรียนในช่วงนี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาบทเรียน โดยครูต้องพยายามแนะนำนักเรียนคนที่ไม่เข้าใจปัญหา และให้ตัวอย่างหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นนักเรียนให้คิดเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวซึ่งเรื่องนี้อาจเกิดขึ้นในขณะที่ครูเดินรอบๆ เพื่อตรวจดูการทำงานของนักเรียน

4. ชั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด เป็นชั้นที่ครูเป็นผู้สรุปบทเรียนในชั่วโมงและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ทำให้นักเรียนทบทวนแนวคิดที่เกิดขึ้น ซึ่งในช่วงนี้ครูหรือนักเรียนจะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มบนกระดาน เพื่อแสดงให้เห็นคนอื่นเห็น ซึ่งครูจะรวบรวมความคิดที่คล้ายกันของนักเรียนที่ได้นำเสนอ หรือบันทึกความคิดเห็นอื่นๆ ของนักเรียน นักเรียนจะยืนยันความคิดของตนเอง โดยมองว่างานของตนเองมีส่วนที่คล้ายกับงานของคนอื่นหรือไม่อย่างไร เมื่อนักเรียนนำเสนอคล้ายกัน ครูจะทำการสรุปแบบย่อยๆ โดยที่ครูให้ความสนใจไปที่ประเด็นใดประเด็นหนึ่งแล้วสรุป ครูจะรวบรวมความคิดที่นักเรียนนำเสนอมาและรวมกับสิ่งที่ครูได้เตรียมการมาแล้วล่วงหน้า นำมาสรุปรวมกันให้มีความลงตัวพอดี และมีการเชื่อมโยงไปในบทเรียนถัดไป

ปัญหาปลายเปิดแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ กระบวนการเปิด (Process is open) ผลลัพธ์เปิด (End product are open) และแนวทางพัฒนาปัญหาเปิด (Ways to develop are open) ซึ่งแต่ละชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. กระบวนการเปิด ปัญหาชนิดนี้มีแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นปัญหาคำถามที่กำหนดให้ได้อย่างหลากหลาย แน่นนอนว่าปัญหาที่นำมาใช้ในการเรียนต่างก็เป็นปัญหาแบบปลายเปิดโดยนัยนี้ อย่างไรก็ตามประเด็นที่น่าสนใจก็คือ โดยทั่วไปปัญหาที่ใช้ในโรงเรียน จะเน้นการพิจารณาคำตอบเพียงคำตอบเดียว รวมทั้งไม่ได้เน้นแง่มุมเชิงกระบวนการของปัญหา
2. ผลลัพธ์เปิด ปัญหาปลายเปิดชนิดนี้มีคำตอบที่ถูกต้องหลากหลาย โดยชิมะตะ และเพื่อนร่วมงานของเขาได้พัฒนารูปแบบของปัญหานี้ขึ้น
3. แนวทางการพัฒนาปัญหาเปิด หลังจากที่นักเรียนได้แก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ด้วยการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไข หรือองค์ประกอบของปัญหาเดิม การเน้นแง่มุมนี้เรียกว่า “จากปัญหาสู่ปัญหา” (Takuchi & Sawada, 1984 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ถือได้ว่าเป็นแนวทางการพัฒนาปัญหา

ดังนั้น การใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงในกระบวนการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ช่วยพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ มีโอกาสพัฒนาระดับสติปัญญาทางอารมณ์ และเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผลกับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

Lawson and Worsnop (1992) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการเกิดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างจำนวน 107 คน ในวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการและการคัดเลือกโดยธรรมชาติ พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลกับการเกิดมโนทัศน์ของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

Cavallo (1996) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความเข้าใจในการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์ของนักเรียนเกรด 10 พบว่า ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางพันธุศาสตร์ได้ในระดับสูง นั่น

คือ นักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลในระดับสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางพันธุศาสตร์ในระดับสูงด้วย

Johnson and Lawson (1998) ศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนวิธีบรรยายกับวิธีสืบสอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ไม่ใช่วิชาเอกชีววิทยา จำนวน 66 คน พบว่า 1) ความสามารถในการให้เหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสืบสอบสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย และ 2) ความสามารถในการให้เหตุผลกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Oliva (2003) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังของนักเรียนกับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ในสาขาวิชากลศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 155 คน โดยทดสอบเรื่องแนวคิดกลศาสตร์ทั้งก่อนและหลังเรียน และทดสอบความคิดเชิงตรรกะ (Test of Logical Thinking: TOLT) เพื่อประเมินความสามารถในการให้เหตุผลที่เป็นทางการ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีเหตุผลสามารถเปลี่ยนแนวคิดได้ง่าย นักเรียนแสดงเหตุผลที่เป็นรูปธรรมทำได้ง่ายขึ้นเมื่อแนวคิดมีโครงสร้างน้อยลง

Sungur and Tekkaya (2003) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเพศและความสามารถในการให้เหตุผลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โมโนทัศน์ เรื่อง ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์ และเจตคติทางชีววิทยา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 10 จำนวน 47 คน พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติทางชีววิทยาระหว่างเด็กชายและเด็กหญิงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติทางชีววิทยามีความสัมพันธ์กับการให้เหตุผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

BouJaoude, Salloum, and Abd-El-Khalick (2004) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่อปัญหาเคมี และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวการเรียน การให้เหตุผลอย่างเป็นทางการ และสมรรถภาพทางจิตใจของนักเรียนเกรด 11 พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงจะมีความสามารถทางการเรียนในวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลต่ำ

Yenilmez et al. (2006) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงและการหายใจของพืช ที่มีความสัมพันธ์กับการให้เหตุผล ความรู้เดิม และเพศ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 8 จำนวน 117 คน มีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ตัวแปรอิสระ

คือ ความสามารถในการให้เหตุผลแบ่งเป็นกลุ่มสูง ปานกลาง และต่ำ ตัวแปรตามคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ตัวแปรร่วมคือ คะแนนของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ในปีที่ผ่านมา พบว่าความสามารถในการให้เหตุผล ความรู้เดิม และเพศ เป็นตัวพยากรณ์ที่สำคัญในความสำเร็จของนักเรียน และความสามารถในการให้เหตุผลมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถในการเรียนรู้

ชุตินา รอดสุด (2550) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนตามแนวสรรคินิยมที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 47 คน กลุ่มทดลองเรียนโดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวสรรคินิยม กลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ชีววิทยา และ 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัย ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวสรรคินิยมมีคะแนนชีววิทยาเฉลี่ยร้อยละ 71.81 และมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยเฉลี่ยร้อยละ 74.79 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปิยะมาศ บุญประกอบ (2554) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชันที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 39 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบวัดมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และ 2) แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคอกนิชันมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรุฒิ บ่อคำ (2555) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ร่วมกับคำถามปลายเปิดเรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์และผลงานของนักเรียน โดยกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนแสดงการคิดวิเคราะห์ 3 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์องค์ประกอบที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานหรือวิธีทำ และการวิเคราะห์สาเหตุหรือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ และการคิดสังเคราะห์ 2 ลักษณะ คือ การตั้งองค์ประกอบต่างๆ มาถกทอหรือหลอมรวมกัน และการลงมือปฏิบัติจนได้ชิ้นงานออกมา นักเรียนสามารถนำการวิเคราะห์และประสบการณ์ของตนมาสร้างงานของกลุ่ม เพื่อตอบคำถามปลายเปิดได้

โดยสรุปการจัดการเรียนการสอนตามแนวสตรคินิยม ด้วยวิธีการสืบสอบร่วมกับ คำถามปลายเปิด สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ โดยนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในระดับสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูงด้วย และสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยายหรือวิธีสอนแบบทั่วไป กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่ผ่านมา มีทั้งระดับในมัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย และอุดมศึกษา

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

Forter and Penick (1985) ได้ร่วมกันศึกษาการทำงานเป็นกลุ่มที่มีผลกระทบทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ โดยทดลองกับนักเรียนเกรด 5-6 จำนวน 111 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองทำกิจกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 5 คน กลุ่มควบคุมทำกิจกรรมอย่างเดียวกันแต่เป็นรายบุคคล กิจกรรมที่ฝึกเป็นการสร้างวงจรไฟฟ้า จากอุปกรณ์ที่กำหนดให้ ประกอบด้วย สายไฟ หลอดไฟ แหล่งกำเนิดไฟฟ้า ให้ได้วงจรรูปแบบต่างๆ ที่แปลกๆ และเป็นไปได้ และประเมินผลการทำงานทั้งทางด้านความคิดสร้างสรรค์และด้านเนื้อหา คือใช้แบบวัดความคิดสร้างสรรค์เกี่ยวกับการใช้ภาษา (verbal form A) ของ Torrance และวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่นักเรียนสร้างขึ้น และแบบสอบการทำนายวงจรไฟฟ้าที่กำหนดตำแหน่งของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ทำงานเป็นกลุ่มมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ทำงานตามลำพัง

Boaler (1998) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดและการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน กับโรงเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแบบทั่วไป ในประเทศอังกฤษ งานวิจัยเป็นแบบติดตามผลระยะยาว ซึ่งใช้เวลาในการติดตามผลและเก็บข้อมูลเป็นเวลา 3 ปี โดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้ การสัมภาษณ์ การสังเกตการสอน การตอบแบบสอบถาม การให้เขียนรายงานความคิด ซึ่งนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนที่จัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดและการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จะแบ่งการทดลองเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ 1 เป็นการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดแทนแบบฝึกหัดในแบบเรียนทั้งหมด เพื่อให้ นักเรียนมีความคุ้นเคยกับการอภิปรายเพื่อหาแนวทางการเข้าสู่คำตอบ และระยะที่ 2 เป็นการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งผลการศึกษาพบว่า นักเรียนทั้งสองโรงเรียนได้รับความรู้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อต้องเผชิญกับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยนอกเหนือจากในบทเรียน พบว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีความสามารถในการแก้ปัญหาได้ดีกว่า

Chorney (1998) ได้ศึกษากระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 10 ศึกษาเป็นเวลา 4 เดือน พบว่าปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์เพิ่มมากขึ้น โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและกระตุ้นการอภิปราย

Fidelman (2008) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาแตกต่างกัน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 9-10 ปี จำนวนทั้งสิ้น 59 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูง (IQ เท่ากับหรือมากกว่า 130) 24 คน และนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง (IQ อยู่ระหว่าง 100-129) 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance ด้วยรูปแบบภาพ A แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford และแบบสอบถามสำหรับครู ผู้ปกครอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปสูงกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลาง รวมถึงนักเรียนที่มีความสามารถในการเผชิญความยากลำบากสูงจะมีความคิดสร้างสรรค์สูงด้วย

ณัฐพงศ์ ฉลาดแย้ม และ สถาพร ชันโต (2547) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนในอำเภอศรีบุญเรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู เขต 1 โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีคะแนนประเมินความเหมาะสม 4.40 แปลความหมายว่า เหมาะสมมาก และกิจกรรมนี้เป็นกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่เป็นอิสระ กล้าแสดงความคิดเห็น การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน สามารถแก้ปัญหาต่างๆ ได้ อย่างเป็นระบบและมีแนวทางในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ใช้รูปแบบวิธีระดมสมอง กระบวนการกลุ่ม การตั้งคำถามกระตุ้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นวิธีฝึกผู้เรียนให้เพิ่มพูนคุณลักษณะด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ 2) ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปานจิต รัตนพล (2547) ได้ศึกษาผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 110 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ หลังทดลองมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าก่อน

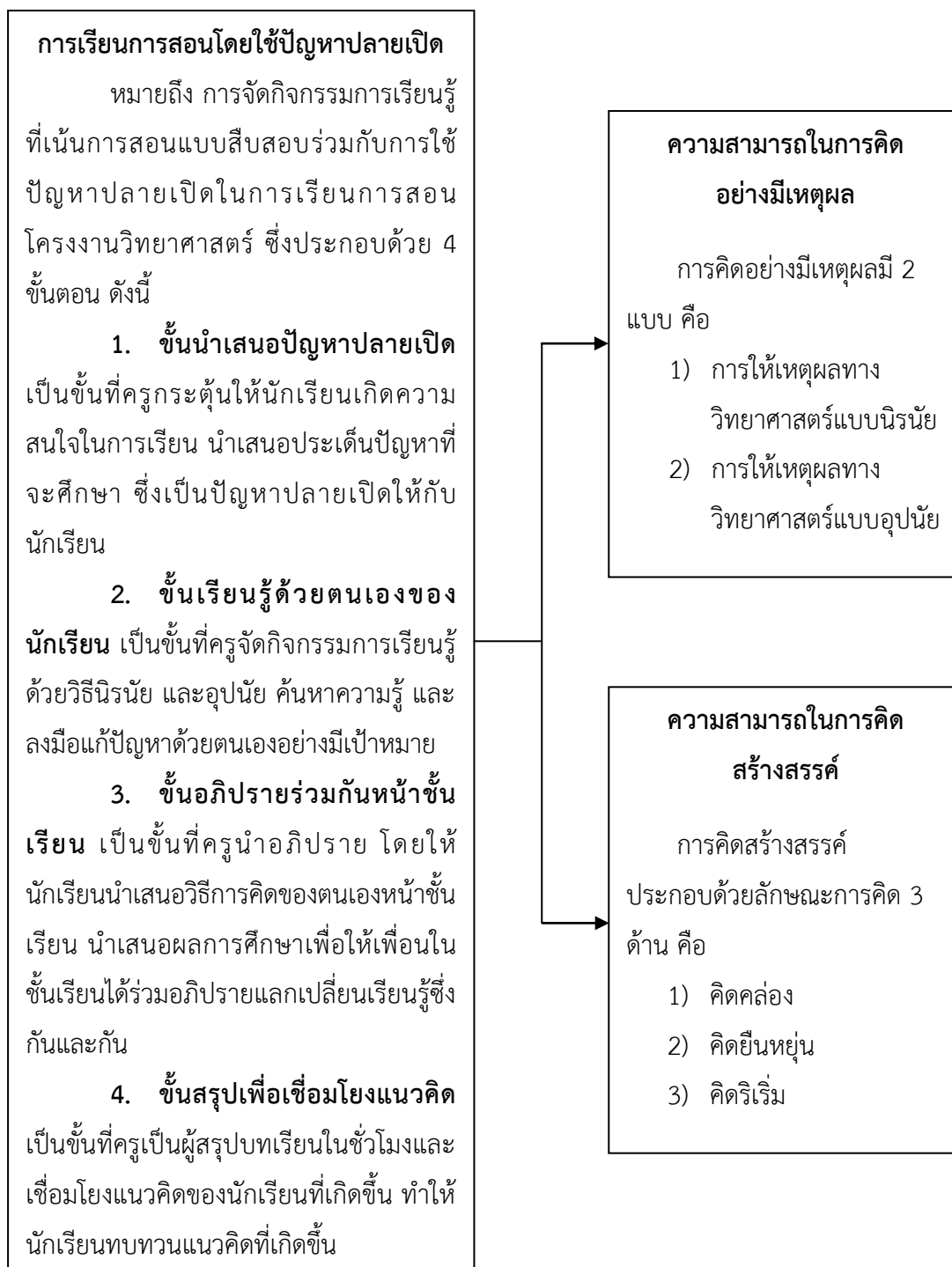
ทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังทดลองนักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์สูง มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่นักเรียนที่มีผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนทางคณิตศาสตร์ต่ำ

สมพาน พรหมโสภณ (2548) ได้ทำการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอำนาจเจริญ โดยกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 410 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับความคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 0.835 แสดงว่าตัวแปรพยากรณ์ชุดนี้ร่วมกัน สามารถพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 69.7 โดยที่เพศและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์พยากรณ์ได้มากที่สุด 2) ตัวแปรพยากรณ์ที่ดีของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์มี 4 ตัว เรียงตามลำดับความสำคัญ ดังนี้ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพศ การแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งตัวแปรพยากรณ์ชุดนี้ร่วมกัน สามารถพยากรณ์ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ได้ร้อยละ 69.4

ยุพา กุมภาว์ และ วิมล สำราญวานิช (2550) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ (inquiry cycle) โดยกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 30 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดชัยภูมิ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของนักเรียนทั้งหมด 2) นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกัน เนื่องจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูง และนักเรียนมีความสามารถในการคิดด้านคิดคล่องสูงกว่าด้านความคิดริเริ่ม และความคิดยืดหยุ่นตามลำดับ

โดยสรุปการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และรูปแบบการสืบสอบ สามารถพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ โดยนักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีผลการเรียนทางปานกลางมีความคิดสร้างสรรค์ไม่สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนต่ำ การทำงานเป็นกลุ่มมีผลกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์มากกว่าการทำงานตามลำพัง กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยที่ผ่านมา มีทั้งระดับในประถมศึกษาดอนปลาย และมัธยมศึกษาตอนต้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ” ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การกำหนดรูปแบบการวิจัย
3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาปลายเปิด จากหนังสือ วารสาร รายงานการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ
2. ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ จากหนังสือแบบเรียน คู่มือ และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง
3. ศึกษาตำราและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด

2. การกำหนดรูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (quasi-experimental research) มีกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบทั่วไป มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง (two groups pretest-posttest design)

แผนภาพที่ 2 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มทดลอง	O ₁	X ₁	O ₂
กลุ่มควบคุม	O ₁	X ₂	O ₂

O ₁	แทน	การเก็บข้อมูลก่อนทดลอง
X ₁	แทน	การสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
X ₂	แทน	การสอนแบบทั่วไป
O ₂	แทน	การเก็บข้อมูลหลังการทดลอง

3. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยมที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 วิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การเลือกโรงเรียน ผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์ในการคัดเลือกโรงเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม เป็นโรงเรียนที่นักเรียนมีระดับความสามารถและองค์ประกอบต่างๆ ไม่แตกต่างจากโรงเรียนสาธิตทั่วไปในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ

1.2 กลุ่มตัวอย่างมีทั้งนักเรียนที่เป็นเพศชายและเพศหญิงในอัตราส่วนใกล้เคียงกัน

1.3 ผู้บริหารและครูในโรงเรียนให้การสนับสนุนและให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

2. ผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นตัวแทนนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น เพราะเป็นระดับชั้นที่รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม มีการเรียนการสอนโครงการวิทยาศาสตร์

3. การสุ่มเลือกห้องเรียนเพื่อเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยได้นำคะแนนสอบปลายภาคเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 7 ห้องเรียน คะแนนเต็ม 20 คะแนน มาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นรายห้อง แล้วเลือก 2 ห้องเรียนที่มีค่าใกล้เคียงกัน ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7

4. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนสอบปลายภาคเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ของนักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) พบว่านักเรียนทั้ง 2 ห้องเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบปลายภาคเรียน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มมีความเท่าเทียมกัน และเหมาะสมที่จะเป็นกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติทดสอบค่าที ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ก่อนทดลองของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม

ห้องเรียน	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	t-test	Sig
ม.2/4	35	10.60	2.06	.113	.692
ม.2/7	33	10.79	1.82		

5. ทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก เพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/7 เป็นกลุ่มควบคุม

6. แบ่งนักเรียนตามระดับความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์โดยใช้คะแนนสอบปลายภาคเรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

ระดับผลการเรียนสูง คือ นักเรียนที่มีคะแนนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

ระดับผลการเรียนปานกลาง คือ นักเรียนที่มีคะแนนระหว่างร้อยละ 60-69

ระดับผลการเรียนต่ำ คือ นักเรียนที่มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 60

ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง มีความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 21 8 และ 4 คน ตามลำดับ นักเรียนกลุ่มควบคุมมีความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 20 9 และ 6 คน ตามลำดับ

4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

4.1.1 ศึกษาตำรา หนังสือ เอกสาร วารสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในเรื่องของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการจัดการเรียนการสอน

4.1.2 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มเติม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โครงงานวิทยาศาสตร์

4.1.3 กำหนดเนื้อหาและจำนวนคาบเรียน เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งแบ่งได้เป็น 12 แผน จำนวน 16 คาบเรียน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนคาบจำแนกตามหัวข้อเรื่องในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
1	ความหมายและประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์	2
2	กระบวนการทางวิทยาศาสตร์	1
3	ลำดับขั้นตอนในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์	1
4	วิธีคิดเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์	1
5	การวิเคราะห์โครงงานวิทยาศาสตร์	1
6	การเลือกเรื่องที่จะทำโครงงานวิทยาศาสตร์	1
7	การตั้งชื่อโครงงานและกำหนดวัตถุประสงค์	1
8	การวางแผนและการออกแบบการทดลอง	1
9	เค้าโครงของโครงงานวิทยาศาสตร์	1
10	การลงมือทำโครงงานวิทยาศาสตร์	2
11	การเขียนรายงานโครงงานวิทยาศาสตร์	2
12	การนำเสนอโครงงานวิทยาศาสตร์	2
	รวม	16

4.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 12 แผน ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาสาระที่ใช้ในการจัดกิจกรรม ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม และการประเมินผล ซึ่งข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีรายละเอียด ดังนี้

- 1) วัตถุประสงค์ควรกำหนดให้ครบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านกระบวนการ และด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 2) แก้ไขเนื้อหาบางส่วนและให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนมากขึ้น
- 3) ปรับปรุงภาษาให้เข้าใจง่ายและชัดเจนมากขึ้น

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และ 4.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดการพัฒนาเครื่องมือแต่ละฉบับ ดังนี้

4.2.1 แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นข้อสอบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 กำหนดวัตถุประสงค์ในการสร้างแบบวัด แบบวัดที่ใช้สำหรับวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัยและอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งแบบวัดดังกล่าวจะใช้สำหรับทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการทดลอง

1.2 กำหนดกรอบเนื้อหาสาระของแบบวัด

2.1) ศึกษาความหมาย แนวคิดเกี่ยวกับการคิดอย่างมีเหตุผล หลักการ และลักษณะของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การคิดอย่างมีเหตุผลแบบนิรนัย และการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย

2.2) กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของการคิดอย่างมีเหตุผลทั้ง 2 แบบ และกำหนดสัดส่วนจำนวนข้อสอบแบบละ 20 ข้อ รวมจำนวนข้อสอบทั้งฉบับ 40 ข้อ

2.3) สร้างข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยนักเรียนต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว โดยเกณฑ์การให้คะแนนแต่ละข้อคือ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิด หรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 ข้อ ให้ 0 คะแนน

2.4) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง ความชัดเจนของภาษา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแบบวัด

2.5) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ที่แก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวน 35 คน แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัด เพื่อหาความเที่ยงของแบบวัด โดยเลือกใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) และกำหนดเกณฑ์คุณภาพของแบบวัด ดังนี้ ค่าความเที่ยง มีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป ค่าความยากที่อยู่ในช่วง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จากนั้นแก้ไขปรับปรุงข้อสอบที่มีค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกไม่เป็นไปตามเกณฑ์ โดยปรับข้อคำถามและตัวลวงให้เหมาะสม

2.6) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว จำนวน 40 ข้อ ไปทดลองใช้ครั้งที่ 2 แล้วนำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพ ซึ่งผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัด เป็นดังนี้

ค่าความเที่ยง	มีค่า	0.88
ค่าความยาก	มีค่า	0.20-0.80
ค่าอำนาจจำแนก	มีค่า	0.20-0.64

2.7) นำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล จำนวน 40 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.2.2 แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เป็นแบบอัตนัย ซึ่งดัดแปลงมาจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance จำนวน 3 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ตามขั้นตอนดังนี้

1) ศึกษาตำรา เอกสาร งานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ และวิธีการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัด จากการศึกษาผู้วิจัยใช้แนวทางของ Torrance ในการสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

- 1.1) องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ
 - 1.1.1) ความคิดคล่อง หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบให้ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณการตอบได้มากในเวลาจำกัด
 - 1.1.2) ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบ
 - 1.1.3) ความคิดริเริ่ม หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดสิ่งแปลกใหม่ ไม่ซ้ำกับผู้อื่น
- 1.2) การตรวจให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

4. ความคิดคล่อง

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

5. ความคิดยืดหยุ่น

พิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งจะจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของนักเรียนแต่ละคน ตามวิธีการคิดที่แตกต่างกันต่อสิ่งเร้าหรือเงื่อนไขที่กำหนดให้ โดยให้คะแนนคำตอบเป็นกลุ่มหรือประเภทละ 1 คะแนน

6. ความคิดริเริ่ม

พิจารณาจากความถี่ของคำตอบของนักเรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกแตกต่างไปจากธรรมดาในการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คะแนนคำตอบตามความถี่ ดังนี้

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 0-1.99 ให้ 2 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 2-4.99 ให้ 1 คะแนน

จำนวนของคำตอบซ้ำคิดเป็นร้อยละ 5 ขึ้นไป ให้ 0 คะแนน

คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อ คิดได้จากผลบวกของคะแนนความคิดคล่อง คะแนนความคิดยืดหยุ่น และคะแนนความคิดริเริ่ม สำหรับคะแนนความคิดสร้างสรรค์รวมของนักเรียน คิดได้จากการนำคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนแต่ละข้อมาบวกกัน

2) สร้างแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ให้สอดคล้องตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ จำนวน 3 ข้อ แล้วนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความตรงเชิงโครงสร้าง ตลอดจนความชัดเจนของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้ครั้งที่ 1 กับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2557 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 35 คน แล้วนำมาให้คะแนน และวิเคราะห์โดยหาค่าความเที่ยงของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ Cronbach

5. การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1 **ขั้นเตรียมนักเรียนก่อนจะดำเนินการสอน** ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

5.2 **ขั้นดำเนินการสอน** ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เวลาในการเรียนทั้งสิ้น 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

5.3 **ขั้นหลังการสอน** เมื่อดำเนินการสอนครบตามที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

6.1 หาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน

6.2 วิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียน

7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

7.1 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล โดยหาค่าความเที่ยงของแบบวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และผลการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก

7.2 วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ โดยหาค่าความเที่ยงของแบบวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7.3 ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังเรียนด้วยสถิติทดสอบค่าทีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ” ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ประกอบด้วย

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

2.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

3.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

3.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ปรากฏตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 จำนวนของกลุ่มตัวอย่าง จำแนกตามระดับความสามารถทางการเรียน

ระดับความสามารถ ทางการเรียน	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สูง	21	63.64	20	57.14
ปานกลาง	8	24.24	9	25.72
ต่ำ	4	12.12	6	17.14
รวม	33	100.00	35	100.00

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด มีความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 21 8 และ 4 คน คิดเป็นร้อยละ 63.64 24.24 และ 12.12 ตามลำดับ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปมีความสามารถทางการเรียน สูง ปานกลาง และต่ำ จำนวน 20 9 และ 6 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 25.72 และ 17.14 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	t-test	Sig.
กลุ่มทดลอง	33	28.55	5.76	.524	.602
กลุ่มควบคุม	35	29.20	4.50		

จากตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig.
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
กลุ่มทดลอง	33	28.55	5.76	29.06	5.38	.375	.709
กลุ่มควบคุม	35	29.20	4.50	30.29	4.71	.985	.328

จากตารางที่ 5 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียน (คะแนนเต็ม 40 คะแนน) ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	t-test	Sig.
กลุ่มทดลอง	33	29.06	5.38	1.00	.321
กลุ่มควบคุม	35	30.29	4.71		

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ไม่แตกต่างกับ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ปรากฏตามตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	F	Sig.
สูง	20	33.00	2.58	13.878	.000*
ปานกลาง	9	27.22	4.84		
ต่ำ	6	25.83	4.26		

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ โดยภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องตรวจสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ (Post Hoc) ดังรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน	\bar{x}	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สูง	33.00		.001*	.001*
ปานกลาง	27.22			.762
ต่ำ	25.83			

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์คะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	t-test	Sig.
กลุ่มทดลอง	33	75.91	24.13	1.782	.079
กลุ่มควบคุม	35	66.66	18.45		

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t-test	Sig.
		\bar{x}	SD	\bar{x}	SD		
กลุ่มทดลอง	33	75.91	24.13	157.67	37.14	10.604	.000*
กลุ่มควบคุม	35	66.66	18.45	113.54	30.05	7.866	.000*

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไปหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ปรากฏตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสถิติทดสอบค่าที (t-test) ของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	t-test	Sig.
กลุ่มทดลอง	33	157.67	37.14	5.400	.000*
กลุ่มควบคุม	35	113.54	30.05		

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ปรากฏตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน	จำนวน (คน)	\bar{x}	SD	F	Sig.
สูง	20	114.20	25.96	3.465	.043*
ปานกลาง	9	128.22	32.23		
ต่ำ	6	89.33	28.70		

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ โดยภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงต้องตรวจสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ (Post Hoc) ดังรายละเอียดในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบรายคู่ (Post Hoc) ของค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ

ระดับความสามารถทางการเรียน	\bar{x}	สูง	ปานกลาง	ต่ำ
สูง	114.20		.470	.018*
ปานกลาง	128.22			.044*
ต่ำ	89.33			

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์หลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายคู่พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดในการเรียนการสอนโครงงานวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตในสังกัดมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ” มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
3. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด
5. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป
7. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ระหว่างกลุ่มที่มีระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ หลังเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม ที่ศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 68 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยการใช้ปัญหาปลายเปิด และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยการใช้ปัญหาปลายเปิด และแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป จำนวน 12 แผน ใช้เวลา 16 คาบเรียนเท่ากัน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ เก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ทั้งก่อนและหลังทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้อาวิเคราะห์ด้วยสถิติค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที (t-test) และวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว (One-way ANOVA)

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด และนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไป สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1

2. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

3. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำได้คะแนนไม่แตกต่างกัน

4. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4

5. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 5

6. นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 6 โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยแยกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่ 1. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล 2. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน 3. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และ 4. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน

1. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1 และ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

จากคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 28.55 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.38 ซึ่งถือว่าเป็นคะแนนในระดับค่อนข้างสูง ส่วนหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 29.06 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.65 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนและถือว่าเป็นคะแนนในระดับค่อนข้างสูงเช่นกัน แต่เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติแล้วไม่แตกต่างกัน จากคะแนนดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการเรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลได้ แต่เนื่องด้วยนักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในระดับค่อนข้างสูงอยู่แล้ว และระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลครั้งนี้ ใช้เวลาประมาณ 8 สัปดาห์ ผลของการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลจึงไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปัญหาปลายเปิดนั้นสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลได้ ดังที่ Foong (2000) ได้กล่าวถึงลักษณะของปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่สามารถพัฒนาทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารได้ นอกจากนี้ Sheffield and Cruikshank (2000) ได้กล่าวถึงปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดขั้นสูงในการหาคำตอบ ดังนั้น เมื่อนักเรียนหาคำตอบได้แล้ว นักเรียนจะต้องแสดงเหตุผลอธิบายแนวคิดที่มาของคำตอบนั้นๆ เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของคำตอบ นักเรียนจึงต้องใช้ทั้งกระบวนการคิดวิเคราะห์ การประเมินค่า และการให้เหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ Colgan (2000) ที่กล่าวว่า การแก้ปัญหาลายเปิดนั้นเป็นการแก้ปัญหตามแนวคิดของการทดลองทางวิทยาศาสตร์ คือ มีการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา และสร้างเหตุผลหรือหาเหตุผลมาอภิปรายเพื่อสนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง และต้องทำการพิสูจน์ว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ถูกต้อง

สำหรับนักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลไม่แตกต่างกับนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบทั่วไป อาจเนื่องมาจากลักษณะการเรียนการสอนแบบทั่วไป เป็นการสอนแบบสืบสอบที่มีการกระตุ้นให้นักเรียนพยายามสร้างคำถาม แล้ววางแผนเพื่อกำหนดแนวทางในการศึกษาค้นคว้า โดยการกำหนดสมมติฐาน และวิธีการตรวจสอบสมมติฐาน แล้ววิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป ดังนั้นถ้าครูสอนตามหลักการสอนแบบสืบสอบความรู้ จะสามารถช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลได้เช่นกัน อีกทั้งเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอนครั้งนี้เป็นเรื่องโครงงานวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลได้เช่นกัน ผลออกมาจึงไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังที่ ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2541) ได้กล่าวถึงการทำให้โครงงานวิทยาศาสตร์ที่จะให้ได้ผลดีมีคุณภาพจะต้องเกิดจากความคิดสร้างสรรค์ ความมีเหตุผล และทักษะในการเสาะแสวงหาความรู้โดยอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ของผู้ทำโครงงาน

2. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางและต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำได้คะแนนไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

การเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสอนแบบสืบสอบร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ชี้นำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) ชี้นำเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) ชี้นำอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน และ 4) ชี้นำสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด ซึ่งในขั้นตอนที่ 2 ชี้นำเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีนิรนัย และอุปนัย ค้นหาความรู้ และลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างมีเป้าหมาย และขั้นที่ 3 ชี้นำอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน เป็นขั้นที่ครูนำอภิปราย โดยให้นักเรียนนำเสนอวิธีการคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน นำเสนอผลการศึกษาเพื่อให้เพื่อนในชั้นเรียนได้ร่วมอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน ซึ่งใน 2 ขั้นตอนนี้สามารถพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผลได้ แต่สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนปานกลางและต่ำ จะเกิดความยุ่งยากในการใช้หลักของเหตุผล (Lawson and Renner, 1975) หรืออาจกล่าวได้ว่า การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลจะเกิดขึ้นได้ยากสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนปานกลางและต่ำ นั่นเป็น

เพราะการคิดอย่างมีเหตุผลเป็นการคิดแบบนามธรรม (Lawson, 1985) จะทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของความรู้ต่างๆ สามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่อย่างมีความหมายจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ ดังนั้นนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงย่อมมีความสามารถในการคิดอย่างเหตุผลสูงไปด้วย นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวว่าความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลมีความสัมพันธ์กับระดับความสามารถทางการเรียน เช่น Cavallo (1996) ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความเข้าใจในการเรียนเรื่องพันธุศาสตร์ของนักเรียนเกรด 10 พบว่า ความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางพันธุศาสตร์ได้ในระดับสูง นั่นคือ นักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลในระดับสูงจะมีผลสัมฤทธิ์ในการแก้ปัญหาทางพันธุศาสตร์ในระดับสูงด้วย Sungur and Tekkaya (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โมโนทศน์เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ BouJaoude, Salloum, and Abd-El-Khalick (2004) พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลสูงจะมีความสามารถทางการเรียนในวิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Lawson and Thompson (1988); Lawson and Worsnop (1992); William and Cavallo (1995); Johnson and Lawson (1998); Oliva (2003) และ Yenilmez et al. (2006) ที่พบว่าความสามารถทางการคิดอย่างมีเหตุผลและระดับความสามารถทางการเรียนมีความสัมพันธ์กัน

3. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 4 และ ข้อ 5 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

ปัญหาปลายเปิดนั้นเป็นปัญหาที่ให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างเป็นอิสระ คิดในแบบของตนเอง Boaler (1997) กล่าวว่า “การที่นักเรียนไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการเดียวกันในการหาคำตอบนั้นเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดในการค้นหาแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างกันออกไปในการหาวิธีการแก้ปัญหา” เช่นเดียวกับ Hassard (1999) ที่กล่าวถึงลักษณะของคำถามที่ใช้ในปัญหาปลายเปิดไว้ว่า เป็นปัญหาที่มีวิธีตอบคำถามได้หลากหลาย มีคำตอบกว้าง และมีวิธีตอบคำถามได้หลากหลาย ซึ่งลักษณะเช่นนี้สอดคล้องกับหลักการส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ การประเมินปัญหาปลายเปิดยังมีวิธีที่แตกต่างจากการประเมินทั่วไป คือนอกจากประเมินความถูกต้อง

ของคำตอบที่ได้แล้ว ยังประเมินโดยพิจารณาจากความคิดที่คล่องแคล่ว คิดยืดหยุ่น และ คิดริเริ่มด้วย (Becker and Shimada, 1997) ดังนั้นเมื่อนักเรียนได้เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดจึงเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมกัน ดังคำกล่าวของ Pehkonen (1997) กล่าวว่า “การใช้ปัญหาปลายเปิดเป็นวิธีการหนึ่งที่เหมาะสมในการพัฒนาทั้งการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ไปพร้อมๆ กัน” ดังนั้น หลังจากนักเรียนได้เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดแล้ว จึงทำให้มีความคิดสร้างสรรค์สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chorney (1998) ที่ทำการศึกษากระบวนการคิดระดับสูงของนักเรียนเกรด 10 โดยใช้ปัญหาปลายเปิดพบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเพิ่มมากขึ้นหลังจากที่นักเรียนได้เรียนด้วยโจทย์ปัญหาปลายเปิด

4. ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดกับการพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่างกัน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ได้คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 6 โดยนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ แต่ นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

Guilford (1950) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาของบุคคล เป็นการคิดที่ก่อให้เกิดสิ่งใหม่ๆ ขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ให้เป็นประโยชน์ได้ เช่นเดียวกับ Torrance (1962) ที่กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นความสามารถของบุคคลในการรู้สึกไวต่อการแก้ปัญหา มีความไวต่อการคาดเดาหรือตั้งสมมติฐาน แล้วทำการรวบรวมข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน ดังนั้นนักเรียนที่มีผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์สูง เมื่อได้รับการกระตุ้นจากการใช้ปัญหาปลายเปิดที่เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดหาแนวทางได้อย่างหลากหลาย ตามความสามารถและจินตนาการของนักเรียนโดยใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิมและความรู้ใหม่ประมวลเข้าด้วยกันในการหาคำตอบ ดังนั้นนักเรียนกลุ่มนี้จึงเกิดความคิดสร้างสรรค์มากกว่านักเรียนที่มีผลการเรียนทางวิทยาศาสตร์ต่ำ รวมถึงนักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงมักเป็นนักเรียนที่มีความกระตือรือร้นซึ่งตรงกับลักษณะของบุคคลที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ตามที่ Bakan (1960 อ้างถึงใน อารี รังสินันท์, 2531) ได้กล่าวว่า “นักเรียนที่มีความกระตือรือร้นในการเรียน ชอบ

แสดงออกด้วยการตั้งคำถามว่าทำไม เพราะอะไร อย่างไร นั่นจะเป็นนักเรียนที่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม”

จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ แต่นักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงกับนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนไม่แตกต่างกัน และนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนปานกลางได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gatzels and Jackson (1963 อ้างถึงในภัทรพร สิงห์ชัย, 2545) ศึกษาพบว่าบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักจะเป็นนักเรียนที่เรียนดี บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ต่ำมักจะเป็นนักเรียนที่เรียนอ่อน เนื่องจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมีความรู้เดิมค่อนข้างสูง พร้อมทั้งจะรับความรู้ใหม่อยู่เสมอ เพื่อพัฒนาปรับปรุงเข้ากับความรู้เดิมเพื่อให้ความรู้เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จึงเป็นผลให้การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนสูงมีความแตกต่างอย่างชัดเจนจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปานจิต รัตนพล (2547) ที่พบว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนสูง มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่านักเรียนที่มีระดับผลการเรียนปานกลางและต่ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fidelman (2008) ที่พบว่า นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความคิดสร้างสรรค์ทั่วไปสูงกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสร้างบรรยากาศที่ดีต่อการเรียนรู้ จึงควรนำขั้นตอน เทคนิคและวิธีการไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรจะมีการเพิ่มระยะเวลาในการทดลองให้มากขึ้น เพื่อศึกษาการพัฒนาการคิดอย่างมีเหตุผล และลองนำไปใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลต่ำ

2.2 การใช้ปัญหาปลายเปิดสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ได้ดี แต่พัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลยังไม่ชัดเจนนัก ดังนั้นถ้าต้องการพัฒนาทั้งความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล ควรหาแนวการสอน รูปแบบการสอน หรือวิธีสอนอื่นๆ มาใช้ร่วมกับปัญหาปลายเปิดด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกียรติก้องดี เจริญวงศ์ศักดิ์. (2545). **การคิดเชิงสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: บริษัทซัคเซส มีเดีย.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. (2542). แนวคิดทางวิทยาศาสตร์: กระบวนการพื้นฐานในการวิจัย ใน **จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช และสร้อยสน สกลรักษ์. ประมวลบทความการเรียนการสอนและการวิจัยระดับมัธยมศึกษา**. หน้า 69-83 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชุตินา รอดสุด. (2550). **ผลการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อมโนทัศน์ชีววิทยาและความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอุปนัยของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาหลักสูตร การสอนและเทคโนโลยีการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐพงศ์ ฉลาดแย้ม และ สถาพร ชันโต. (2547). การพัฒนากิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนในอำเภอสรีบุญเรือง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาหนองบัวลำภู เขต 1. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** ปีที่ 28 ฉบับที่ 1, 74-82.
- ทิพวัลย์ ปัญจมะวัต. (2548). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตินา แคมมณี. (2542). **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย ปุริมโชติ. (2531). **การสอนกิจกรรมโครงการวิทยาศาสตร์: คู่มือสำหรับครู**. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2541). **โมเดลเชิงสาเหตุของสมรรถภาพการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น: รายงานการวิจัย**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2544). “โครงการวิทยาศาสตร์: การวิจัยทางวิทยาศาสตร์เบื้องต้น” ใน พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ (บรรณาธิการ), **การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ: แนวคิด วิธีและเทคนิคการสอน 1**. กรุงเทพฯ: บริษัท เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป แมเนจเม้นท์ จำกัด, 70-75.
- นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์. (2552). การศึกษาชั้นเรียนและวิธีแบบเปิด กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. **วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา ปีที่ 32 ฉบับที่ 4**, 76-80.
- ประสาธ อิศรปรีดา. (2538). **รายงานการวิจัยการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการฝึก**. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.
- ประสาร มาลากุล ณ อยุธยา. (2545). **ความคิดสร้างสรรค์ พรสวรรค์ที่พัฒนาได้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปานจิต รัตนพล. (2547). **ผลของการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยะมาศ บุญประกอบ. (2554). **ผลของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้เมตาคognition ที่มีต่อมโนทัศน์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ และความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรเทพ จันทราอุกฤษฏ์. (2546). **ผลของการเรียนการสอนบนเว็บที่มีต่อความรู้และความสามารถในการทำโครงการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตสังกัดมหาวิทยาลัยของรัฐในกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข. (2548). **วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป**. กรุงเทพฯ: บริษัทพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2552). **สอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจด้วยกระบวนการออกแบบย้อนกลับ**. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.)
- ไพโรจิตร บ้านเหล่า. (2551). **การพัฒนาทักษะการคิดโดยใช้วิธีการสอนแบบเปิด นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- ภัทรพร สิงห์ชัย. (2545). ปฏิสัมพันธ์ระหว่างช่วงการฝึกปฏิบัติประกอบบทเรียนชีวิตทัศนกับระดับความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนงานประดิษฐ์วิชากลุ่มงานพื้นฐานและอาชีพของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาสัตตศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนญี่ปุ่น. *KKU Journal of Mathematics Education* 1 (มกราคม – มิถุนายน 2547), 1-9.
- ยุพา กุมภาว์ และ วิมล สำราญวานิช. (2550). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอน โดยใช้รูปแบบการสืบเสาะหาความรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*. ปีที่ 1 ฉบับที่ 2, 142-150.
- โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม. (2557). *คู่มือนักเรียนและผู้ปกครองปีการศึกษา 2557* โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม. กรุงเทพฯ: บพิธการพิมพ์.
- ลัดดา ภู่เกียรติ. (2544). *โครงการเพื่อการเรียนรู้: หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ศิลาน้อย. (2548). *การพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้โครงการ*. เอกสารประกอบการอบรมปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ด้านสื่อและกิจกรรมการเรียนการสอน.
- วรวิมล บ่อคำ. (2555). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ชั้น ร่วมกับคำถามปลายเปิดเรื่อง แม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำต่อการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2541). *แนวการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ว 017 โครงการวิทยาศาสตร์กับคุณภาพชีวิต*. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544/ คณะอนุกรรมการพัฒนาคุณภาพวิชาการ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- สมพาน พรหมโสภณ. (2548). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดอำนาจเจริญ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2547). *มาตรฐานการศึกษาและตัวบ่งชี้เพื่อการประเมินคุณภาพภายนอกครั้งแรก: ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2547*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน).

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย.

อารี พันธุ์ณี. (2531). **ความคิดสร้างสรรค์กับการเรียนรู้**. กรุงเทพฯ: ดันอ้อแถมมี.

อารี พันธุ์ณี. (2546). **ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ: ไยโหม ครีเอทีฟ กรุ๊ป.

อารี รังสินันท์. (2532). **ความคิดสร้างสรรค์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ข้าวฟ่าง.

ภาษาอังกฤษ

Anastasi, A. (1988). **Psychological testing**. New York: Macmillan.

Anderson, R. D., and Others. (1970). **Developing Children's Thinking Through
Science**. Englewood Cliffs N.J.: Prentice Hall.

Becker, J., and Shimada, Y. (1997). **The open-ended approach: A new proposal for
teaching mathematics**. Reston, VA: National Council of Teachers of
Mathematics.

Boaler, J. (1997). **Experiencing school mathematics: Teaching styles, sex and
setting**. Buckingham: Open University Press.

Boaler, J. (1998). Open and closed mathematics approaches: student experiences
and understandings. **Journal for Research in Mathematics Education**, 29, 41-
62.

BouJaoude, S., Salloum, S., and Abd-El-Khalick, F. (2004). Relationships between
Selective Cognitive Variables and Students' Ability to Solve Chemistry
Problems. **International Journal of Science Education**, 26, 63-84.

Bradford, A. (2015). **Deductive Reasoning vs. Inductive Reasoning**. [Online]
Available from: <http://www.livescience.com/21569-deduction-vs-induction.html>
[2016, March 30]

Cavallo, A. M. L. (1996). Meaningful Learning, reasoning ability and student
understanding and problem solving of topics in genetics. **Journal of Research
in Science Teaching**, 33, 625-656.

- Chorney, S. (1998). **Higher level thought processes through interactive engagement with open-ended mathematics word problems.** [Online] Available from: <http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/s4/f2/dsk3/ftp04/nq37500.pdf> [2008, October 30]
- Colgan, L. (2000). **What is open-ended problem?** [Online] Available from: <http://educ.queensu.ca/connectme/openers&problems.htm>. [2008, October 30]
- De Bono, E. (1982). **Lateral Thinking: A Textbook of Creativity.** Harmondsworth Penguin Books.
- Fidelman, M. (2008). Two Different Paths to Creativity. **Electronic Journal of Research in Educational Psychology**, v6, n1, 1-28.
- Foong, Y. D. (2000). **Using short Open-ended Mathematics Questions to Promote Thinking and Understanding.** National Institute of Education, Singapore. [Online] Available from: <http://math.unipa.it/~grim/SiFoong.PDF> [2008, October 30]
- Forster, G. W., and Penick, J. E. (1985). Creativity in a Cooperative Group Setting. **Journal of Research in Science Teaching**, 22, 89-98.
- Fowler, H. S. (1964). **Secondary school science teaching practices.** New York: The Centre for Applied Research in Education.
- Friedler, Y., and other. (1990). **Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputer-Based Laboratories.** *Journal of Research in Science Teaching* 27: 173-191.
- Good, C. V. (1945). **Dictionary of Education.** New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. **American Psychologist**, 5, 444-454.
- Guilford, J. P. (1954). **Psychometric Methods.** New York: McGraw-Hill.
- Guilford, J. P. (1967). Some theoretical views of creativity. In H. Helson and W. Bevan (eds) **Contemporary Approaches to Psychology** (Princeton, NJ: Van Nostrand), pp. 419-459.
- Gupta, S. K. (1981). **Teaching physical sciences in secondary schools.** New Delhi: Sterling Publishers Private.
- Hassard, J. (1999). **Science as Inquiry.** Culver City: Good Year Books.

- Inhelder, B., and Piaget, J. (1958). **The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence**. London: Routledge and Kegan Paul.
- Inprasitha, M. (2010). **One feature of adaptive lesson study in Thailand-designing learning unit**. Proceeding of the 45th Korean National Meeting of Mathematics Education, 193-206. Gyeongju, Korea: Dongkook University.
- Johnson, M. A., and Lawson, A. E. (1998). What are the Relative Effects of Reasoning Ability and Prior Knowledge on Biology Achievement in Expository and Inquiry Class? **Journal of Research in Science Teaching** 35: 89-103.
- Lawson, A.E. (1985). A Review of Research on Formal Reasoning and Science Teaching. **Journal of Research in Science Teaching** 22: 569-617.
- Lawson, A. E. (1995). **Science Teaching and Developing of Thinking**. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Lawson, A. E., and Renner, J. W. (1975). Relationship of Concrete and Formal Operational Science Subject Matter and the Development Level of the Learner, **Journal of Research in Science Teaching**, 12, 347-358.
- Lawson, A. E., and Thompson, L. D. (1988). Formal Reasoning Ability and Misconceptions concerning Genetics and Natural Selection. **Journal of Research in Science Teaching**, 25, 9, 733-746.
- Lawson, A. E., and Worsnop, W. A. (1992). Learning about evolution and rejecting a belief in special creation: Effects of reflective reasoning skill, prior knowledge, prior belief and religious commitment. **Journal of Research in Science Teaching** 29 (1): 143-166.
- Leighton, N. C., and Sternberg, R. G. (2004). **The Nature of Reasoning**. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- McIntosh, R. (2000). **Teaching Mathematical Problem Solving: Implementing the Vision (Literature Review)**. Mathematics and Science Education Center [Online] Available from: <http://www.nwrel.org> [2008, October 30]
- Mill, J. S. (1872). **A System of Logic: Ratiocinative and Inductive: Being a Connected View of Principles of Evidence and the Methods of Scientific Investigation**, 8th ed. London: Longman, Green, and Co.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics). (1989). **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston, VA: Author.

- Oliva, J. M. (2003). The Structural Coherence of Students' Conceptions in Mechanics and Conceptual Change. **International Journal of Science Education**. 25, 539-561.
- Opper, R. J. (1971). **The nature of creative**. Cambridge: Cambridge University Press.
- Orton, A., and Frobisher, L. (1996). **Insights into teaching mathematics**. London: Cassell.
- Osborn, A. F. (1963). **Creative Imagination**. New York: Charles Scribner's Sons.
- Pehkonen, H. (1997). **Open-ended problem in Mathematics**. Research Report [Online] Available from: www.eric.ed.gov [2008, October 30]
- Pretage, S. (2002). Mathematics 11-16. In Haggarty, L. (ed.). **Aspects of Teaching Secondary Mathematics: Perspectives on Practice**, pp. 24-37. London: Routledge Falmer.
- Sery, G., and Nuccetelli, S. (2008). **How to Think Logically**. United States: Pearson Education.
- Sheffield, L. J., and Cruikshank, D. E. (2000). **Teaching and Learning Elementary and Middle School Mathematics**. 4th ed. New York: Wiley.
- Smiley, T. (1973). What is a syllogism? **Journal of Philosophical Logic** 2: 136-154.
- Sungur, S., and Tekkaya, C. (2003). Students' Achievement in Human Circulatory System Unit: The Effect of Reasoning Ability and Gender. **Journal of Science Education and Technology**, 12, 1, 59-64
- Taylor, C. W. (1964). **Creativity: Progress and Potential**. New York: McGraw-Hill Book.
- Torrance, E. P. (1962). **Building Creative Talent**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Torrance, E. P. (1973). **Encouraging Creativity in the Classroom**. Iowa: WM. C. Brown.
- Wallach, M., and Kogan, N. (1965). **Model of Thinking in Young Children**. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- William, K., and Cavallo, A. M. L. (1995). **Relationship between reasoning Ability, Meaningful Learning and Students' Understanding of Physics Concepts**. *Journal of College Science Teaching*. 24, 311-314.
- Yenilmez et al. (2006). Students' Achievement in Relation to Reasoning Ability Prior Knowledge and Gender. **Research in Science & Technological Education**, 24, 129-138.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแผนการจัดการเรียนรู้

รองศาสตราจารย์ ดร. อีระชัย ปุณณโชติ	อดีตหัวหน้าภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ เพียว ยินดีสุข	อดีตอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
รองศาสตราจารย์ ศิลปชัย บุรณพานิช	อดีตหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่าย มัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภู่เกียรติ	นายกสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาไทย
รองศาสตราจารย์ ศิลปชัย บุรณพานิช	อดีตหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่าย มัธยม

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

รองศาสตราจารย์ ลัดดา ภู่เกียรติ	นายกสมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาไทย
รองศาสตราจารย์ ศิลปชัย บุรณพานิช	อดีตหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่าย มัธยม

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด

รายวิชา วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม 2

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

เรื่อง ความหมายและประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

เวลา 2 คาบ (100 นาที)

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อเรียนจบคาบนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

1. อธิบายความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์ได้ถูกต้อง
2. ระบุประเภทของโครงงานได้ถูกต้อง
3. เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างโครงงานแต่ละประเภทได้ถูกต้อง
4. เป็นผู้ที่มีเหตุผลและสร้างสรรค์

เนื้อหา

ความหมายของโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยมีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา

ประเภทของโครงงานวิทยาศาสตร์

โครงงานวิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. โครงงานประเภทการทดลอง

เป็นโครงงานที่มีการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาผลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม โดยควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่จะมีผลต่อการทดลอง

2. โครงงานประเภทการสำรวจรวบรวมข้อมูล

เป็นโครงงานที่มีการสำรวจรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะ หรือความสัมพันธ์ของเรื่องที่ศึกษาได้ชัดเจนขึ้น

3. โครงการประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์

เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยต่างๆ อาจคิดประดิษฐ์ของใหม่ หรือปรับปรุงดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4. โครงการประเภทการสร้างทฤษฎี

เป็นโครงการที่ได้เสนอทฤษฎี หลักการ หรือแนวความคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกา หรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกา และ ข้อตกลงเดิมมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในแนวใหม่ อาจเสนอหลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน อาจเป็นการขัดแย้งหรือขยายทฤษฎีเดิม

กิจกรรมการเรียนการสอน

ชั้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนชมวีดิทัศน์การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ของชุมนุมนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์เครือข่ายเชียงใหม่ เรื่อง “แมงกะแท้ม้าปู” จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายโดยใช้คำถามต่อไปนี้

1.1 นักเรียนได้มีโอกาสชมการนำเสนอผลงานโครงการวิทยาศาสตร์ลักษณะนี้มาบ้างแล้วหรือไม่ และโครงการใดที่นักเรียนสนใจ หรือประทับใจมากที่สุด เพราะเหตุใด

1.2 นักเรียนเคยทำโครงการวิทยาศาสตร์หรือโครงการในวิชาอื่นมาบ้างหรือไม่ อย่างไร

2. ครูแจกกระดาษให้นักเรียนคนละ 1 แผ่น ให้นักเรียนเขียนคำตอบให้ได้มากที่สุดในเวลา 3 นาที โดยครูให้คำถามว่า “ถ้าพูดถึงโครงการวิทยาศาสตร์นักเรียนนึกถึงอะไรบ้าง”

3. ครูให้นักเรียนที่เขียนคำตอบได้มากที่สุดนำเสนอให้เพื่อนๆ ในชั้นเรียนฟัง และให้นักเรียนทุกคนตอบเพิ่มเติมจากที่เพื่อนนำเสนอโดยห้ามซ้ำกัน

4. ครูและนักเรียนร่วมกันตั้งคำถามสำคัญที่จะศึกษาในวันนี้คือ “โครงการวิทยาศาสตร์หมายถึงอะไร และมีกี่ประเภท”

ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน

1. ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมงกะแท้ม้าปู” อีกครั้ง โดยในครั้งนี้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบ แล้วบันทึกลงสมุด

2. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบของโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมงกะแท้แพ้ปู” (1) ปัญหา (2) ตั้งสมมติฐาน (3) ทดลอง และ (4) สรุปผล)
3. ขั้นตอนที่เริ่มตั้งแต่การระบุปัญหาจนสามารถสรุปผลหาคำตอบ เราเรียกขั้นตอนนี้ว่าอะไร (วิธีการทางวิทยาศาสตร์)
4. ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมลงในท้องถื่นของเรา” โดยให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบ แล้วบันทึกลงสมุด
5. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบของโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมลงในท้องถื่นของเรา” (1) ปัญหา (2) สำรวจ (3) ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล และ (4) สรุปผล)
6. ขั้นตอนที่เริ่มตั้งแต่การระบุปัญหาจนสามารถสรุปผลหาคำตอบ เราเรียกขั้นตอนนี้ว่าอะไร (วิธีการทางวิทยาศาสตร์)
7. ครูให้นักเรียนชมวีดิทัศน์การนำเสนอโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “ทรงกลมท้องฟ้าจำลอง” โดยให้นักเรียนวิเคราะห์วิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบ แล้วบันทึกลงสมุด
8. ครูให้นักเรียนนำเสนอวิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบของโครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “ทรงกลมท้องฟ้าจำลอง” (1) ปัญหา (2) ค้นคว้ารวบรวมข้อมูล (3) ประดิษฐ์ และ (4) สรุปผล)
9. ขั้นตอนที่เริ่มตั้งแต่การระบุปัญหาจนสามารถสรุปผลหาคำตอบ เราเรียกขั้นตอนนี้ว่าอะไร (วิธีการทางวิทยาศาสตร์)

ขั้นอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน

1. ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อให้ได้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามดังนี้
 - 1.1 โครงการทั้ง 3 โครงการที่นักเรียนได้ชม มีลักษณะใดเหมือนกัน (วิธีการหรือขั้นตอนในการค้นคว้าหาคำตอบที่เรียกว่า “วิธีการทางวิทยาศาสตร์”)
 - 1.2 นักเรียนจะให้ความหมายของโครงการวิทยาศาสตร์ได้อย่างไร (โครงการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเพื่อพบข้อความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ทางวิทยาศาสตร์ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา)
2. ครูนำนักเรียนอภิปรายเพื่อให้นักเรียนรู้จักกับประเภทของโครงการวิทยาศาสตร์ โดยใช้คำถามดังนี้
 - 2.1 จากตัวอย่างโครงการวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้ชมทั้ง 3 โครงการ แต่ละโครงการมีลักษณะเด่นที่มีความแตกต่างกันอย่างไรบ้าง (โครงการวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมงกะแท้แพ้ปู” เป็นการ

ทดลอง โครงการงานวิทยาศาสตร์เรื่อง “แมลงในท้องถิ่นของเรา” เป็นการสำรวจ และโครงการงานวิทยาศาสตร์เรื่อง “ทรงกลมท้องฟ้าจำลอง” เป็นการประดิษฐ์)

2.2 นักเรียนจะจำแนกโครงการงานออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (3 ประเภท คือ

1. ประเภทการทดลอง 2. ประเภทการสำรวจรวบรวมข้อมูล และ 3. ประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์)

3. ครูให้นักเรียนจับคู่เพื่อให้อธิบายความหมายของโครงการงานแต่ละประเภท

4. ครูให้นักเรียนนำเสนอความหมายของโครงการงานแต่ละประเภท (1) โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการทดลอง เป็นโครงการงานที่มีการออกแบบการทดลอง การตั้งสมมติฐาน และการกำหนดตัวแปร 2) โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสำรวจและรวบรวมข้อมูล เป็นโครงการงานที่มีการสำรวจรวบรวมข้อมูล แล้วนำมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ นำเสนอในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เห็นลักษณะ หรือความสัมพันธ์ของเรื่องที่ศึกษาได้ชัดเจนขึ้น และ 3) โครงการงานวิทยาศาสตร์ประเภทการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการงานที่เกี่ยวกับการประยุกต์ทฤษฎี หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ หรืออุปกรณ์เพื่อประโยชน์ต่างๆ อาจคิดประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ใหม่ หรืออาจปรับปรุงดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น)

5. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า “นอกจากโครงการงานทั้ง 3 ประเภทที่กล่าวมาแล้ว ยังมีโครงการงานอีกประเภทหนึ่งคือ โครงการงานประเภททฤษฎี ซึ่งเป็นโครงการงานที่เสนอทฤษฎี หลักการ หรือแนวความคิดใหม่ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของสูตร สมการ หรือคำอธิบายก็ได้ โดยผู้เสนอได้ตั้งกติกา หรือข้อตกลงนั้น หรืออาจใช้กติกา และข้อตกลงเดิมมาอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในแนวใหม่ อาจเสนอหลักการ แนวความคิด หรือจินตนาการที่ยังไม่มีใครคิดมาก่อน อาจเป็นการขัดแย้งหรือขยายทฤษฎีเดิม”

ขั้นสรุปเพื่อเชื่อมโยงแนวคิด

ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปในประเด็นต่อไปนี้

1. ความหมายของโครงการงานวิทยาศาสตร์
2. ประเภทของโครงการงานวิทยาศาสตร์

สื่อการเรียนการสอน

1. วิดีทัศน์การนำเสนอโครงการงานวิทยาศาสตร์ชุมนุมนักเรียนวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์เครือข่ายเชียงใหม่ไทย จำนวน 3 เรื่อง คือ 1. แมงกะแท่งแพะปู 2. แมลงในท้องถิ่นของเรา และ 3. ทรงกลมท้องฟ้า

การวัดและการประเมินผล

1. สังเกตการอภิปรายและการตอบคำถามของนักเรียน
2. ประเมินจากการนำเสนอผลงานของนักเรียน
3. ประเมินความมีเหตุผลและสร้างสรรค์จากคำตอบของนักเรียน

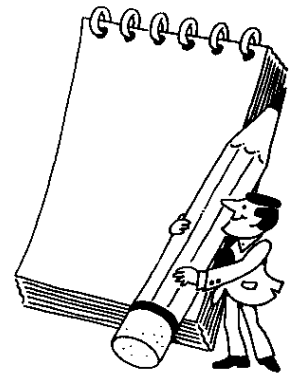
ภาคผนวก ค

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

แบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้เป็นแบบปรนัยมี 2 ตอนๆ ละ 20 ข้อ รวม 40 ข้อ เวลาที่ใช้ในการสอบทั้งหมด 40 นาที
2. ให้นักเรียนอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว
3. การทำแบบวัดความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลในครั้งนี้ ไม่มีผลใดๆ แก่นักเรียน แต่จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาคุณภาพแบบวัดนี้ ดังนั้นขอให้นักเรียนทำแบบวัดอย่างเต็มความสามารถและตอบให้ครบทุกข้อ



ตอนที่ 1 การคิดหาเหตุผลแบบนิรนัย

1. “บ้านของจิราภรณ์อยู่เหนือบ้านจุมพล 3 กิโลเมตร และบ้านของจุมพลอยู่ใต้บ้านจินตชาติ 1 กิโลเมตร” ดังนั้น
 1. บ้านของจิราภรณ์อยู่ใต้บ้านจินตชาติ 2 กิโลเมตร
 2. บ้านของจิราภรณ์อยู่ใต้บ้านจินตชาติ 4 กิโลเมตร
 3. บ้านของจิราภรณ์อยู่เหนือบ้านจินตชาติ 2 กิโลเมตร
 4. บ้านของจิราภรณ์อยู่เหนือบ้านจินตชาติ 4 กิโลเมตร

2. “นักวิทยาศาสตร์บางคนเป็นคนฉลาด คนฉลาดทุกคนเป็นคนดี” ดังนั้น
 1. นักวิทยาศาสตร์บางคนเป็นคนดี
 2. นักวิทยาศาสตร์ทุกคนเป็นคนดี
 3. คนดีทุกคนเป็นนักวิทยาศาสตร์
 4. นักวิทยาศาสตร์บางคนเป็นคนไม่ดี

3. “ถ้าฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้เกรด 4 คุณแม่จะซื้อของเล่นให้ และถ้าฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้เกรด 4 ฉันจะได้ไปเที่ยวพ่อกับแม่” ถ้าฉันเรียนวิทยาศาสตร์ได้เกรด 4 ดังนั้น
 1. คุณแม่จะไปพ่อกับแม่ด้วย
 2. คุณแม่จะซื้อของเล่นให้และฉันจะได้ไปพ่อกับแม่ด้วย
 3. คุณแม่จะซื้อของเล่นให้ แต่อาจจะไม่ให้ฉันไปพ่อกับแม่
 4. ฉันต้องเลือกเอาว่าฉันจะเอาของเล่นของคุณแม่ หรือจะไปพ่อกับแม่

4. “อาจารย์ไม่ได้ยินคำถามหรืออาจจะไม่อยากจะตอบก็ได้” แต่ข้าพเจ้ามั่นใจว่าอาจารย์ต้องได้ยินคำถามแน่ๆ ดังนั้น
 1. อาจารย์อารมณ์ไม่ดี
 2. อาจารย์ไม่สนใจนักเรียน
 3. อาจารย์ไม่อยากจะตอบคำถาม
 4. อาจารย์โกรธที่ข้าพเจ้าถามบ่อย

5. “นักเรียนที่ถูกจัดอยู่ในห้องพิเศษ จะต้องเป็นนักเรียนที่เลือกวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์ เป็นวิชาเลือกอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง” ชลันธรไม่ได้ถูกจัดอยู่ในห้องพิเศษ ดังนั้น
 1. ชลันธรเลือกเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 2. ชลันธรไม่เลือกทั้งวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
 3. ชลันธรเลือกวิทยาศาสตร์แต่ไม่เลือกคณิตศาสตร์
 4. ชลันธรเลือกคณิตศาสตร์แต่ไม่เลือกวิทยาศาสตร์



6. “ถ้าฉันเป็นดารารายหนึ่ง ฉันจะซื้อรถยนต์ และถ้าฉันซื้อรถยนต์แล้ว ฉันไม่ต้องขึ้นรถเมล์”
ดังนั้น
1. ถ้าฉันซื้อรถยนต์แล้วฉันจะสบาย
 2. ถ้าฉันซื้อรถยนต์แล้วฉันไม่ต้องเดิน
 3. ถ้าฉันเป็นดาราแล้วฉันจะซื้อรถยนต์
 4. ถ้าฉันเป็นดาราแล้วฉันไม่ต้องขึ้นรถเมล์
7. “เป็นความจริงนะ นักสเรียนเก่งและเล่นกีฬาเก่งเช่นเดียวกัน” มีความหมายเหมือนข้อใด
1. นักสเรียนเก่งอย่างเดียว
 2. นักสเล่นกีฬาเก่งอย่างเดียว
 3. ไม่เป็นความจริงที่ว่านักสเรียนเก่งและเล่นกีฬาเก่ง
 4. ไม่เป็นความจริงที่ว่านักสเรียนไม่เก่ง หรือเล่นกีฬาไม่เก่ง
8. “ถ้าฉันเรียนต่อ ม.4 ฉันเลือกแผนการเรียนที่ 1” ถ้าฉันไม่เลือกแผนการเรียนที่ 1 แสดงว่า
1. ฉันเรียนต่อ ม.4
 2. ฉันไม่เรียนต่อ ม.4
 3. ฉันเรียนต่อ ม.4 แต่เปลี่ยนใจเลือกแผนการเรียนอื่น
 4. ฉันไม่เลือกแผนการเรียนที่ 1 เพราะที่ไม่ชอบเรียนวิทยาศาสตร์
9. “ถ้าน้ำแห่งหมดทั้งโลกแล้วคนเราต้องตาย” เมื่อกวานนี้ นายมา นายมี และนายบุญตาย พร้อมๆ
กัน แสดงว่า
1. น้ำแห่งหมดทั้งโลกแล้ว
 2. น้ำยังแห่งไม่หมดทั้งโลก
 3. น้ำในโลกเหลือไม่มากนัก
 4. น้ำอาจแห่งหมดทั้งโลก หรือน้ำอาจจะยังไม่แห้งก็ได้
10. “ถ้าเราจะข้ามถนนให้ปลอดภัยแล้ว ต้องข้ามตรงทางม้าลายและเมื่อมีสัญญาณไฟแดง”
ธนัทข้ามถนนได้อย่างปลอดภัย แสดงว่า
1. ธนัทข้ามถนนตรงทางม้าลาย
 2. ธนัทข้ามถนนเมื่อมีสัญญาณไฟแดง
 3. ธนัทเดินข้ามถนนโดยขึ้นสะพานลอย
 4. ธนัทข้ามถนนตรงทางม้าลายและเมื่อมีสัญญาณไฟแดง

11. “ถ้าฝนตก จะงดการแข่งขันฟุตบอล” ขณะนี้งดการแข่งขันฟุตบอล ดังนั้น
1. ฝนยังไม่ตก
 2. ฝนกำลังตก
 3. ฝนอาจจะตกหรือไม่ตกก็ได้
 4. เลื่อนการแข่งขันออกไปสัปดาห์หน้า
12. “ถ้าฝนตก จะงดการแข่งขันฟุตบอล” วันนี้ฝนไม่ตก ดังนั้น
1. ฝนน่าจะตกมากกว่า
 2. งดการแข่งขันฟุตบอล
 3. ไม่งดการแข่งขันฟุตบอล
 4. การแข่งขันฟุตบอลอาจจะงดหรือไม่งดก็ได้
13. “ถ้าฉันตั้งใจเรียนและทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองแล้ว ฉันจะได้เกรด 4 วิชาวิทยาศาสตร์” แต่ถ้าฉันตั้งใจเรียนและไม่ทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองแสดงว่า
1. ฉันได้เกรด 4 วิชาวิทยาศาสตร์
 2. ฉันจะไม่ได้เกรด 4 วิชาวิทยาศาสตร์
 3. ที่ฉันไม่แบบฝึกหัดเพราะมันยากเกินไป
 4. ฉันอาจจะได้เกรด 4 หรือไม่ได้เกรด 4 วิชาวิทยาศาสตร์ก็ได้
14. “ถ้านักเรียนคนใดมีฐานะยากจนและมีมารยาทเรียบร้อยจะได้รับทุนอาหารกลางวัน” ธนกฤตขอรับทุนอาหารกลางวันเพราะมีฐานะยากจน และครูทุกคนยอมรับว่าธนกฤตสุภาพเรียบร้อย แต่ธนกฤตไม่เคยสอบได้เกรดเฉลี่ยเกิน 2.5 เลย ดังนั้น
1. ธนกฤตไม่ได้รับทุน
 2. ธนกฤตไม่ควรขอรับทุน
 3. ธนกฤตควรจะได้รับทุน
 4. ธนกฤตควรขยันให้มากกว่านี้
15. “ปารณีย์จะชนะ ก็ต่อเมื่อ เขาเล่นสลุคฝีมือและคู่ต่อสู้เล่นพลาด ปารณีย์เล่นสลุคฝีมือก็ยังเอาชนะไม่ได้” แสดงว่า
1. คู่ต่อสู้เล่นพลาด
 2. คู่ต่อสู้เล่นไม่พลาด
 3. คู่ต่อสู้ตั้งใจเล่นมาก
 4. คู่ต่อสู้ไม่ได้ตั้งใจเล่น
16. “ฉันจะไม่ซักผ้า ก็ต่อเมื่อวันนี้ฝนตกหรือน้ำไม่ไหล แต่วันนี้ น้ำไหลเป็นปกติดี ฉันก็ยังไม่ซักผ้า” แสดงว่า
1. วันนี้ฝนตก
 2. วันนี้ฝนไม่ตก
 3. วันนี้ฉันไม่ได้กลับบ้าน
 4. ไม่มีเสื้อผ้าที่จะต้องซักในวันนี้

17. “การประชุมจะมีได้ก็ต่อเมื่อ ประธานและรองประธานมาครบทั้งสองคน” แต่ในวันนี้ประธานและรองประธานยังไม่มาสักคน ดังนั้น
1. ไม่มีการประชุม
 2. ประธานและรองประธานไม่มา แต่เลขาอยู่
 3. ประธานและรองประธานเป็นคนไม่ตรงต่อเวลา
 4. ถ้าประธานมาสักคนหนึ่งการประชุมก็ยังมีได้
18. “วันนี้ฉันต้องเรียนคณิตศาสตร์หรือวิทยาศาสตร์ 2 คาบติดกัน อาจารย์ที่สอนวิทยาศาสตร์ไม่มา” ดังนั้น
1. วันนี้ไม่ต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วย
 2. อาจารย์ให้นักเรียนทำงานอื่นแทน
 3. ฉันต้องเรียนคณิตศาสตร์ 2 คาบติดกัน
 4. ให้อาจารย์ท่านอื่นสอนวิทยาศาสตร์แทน
19. “สัตว์เลี้ยงบางตัวเป็นสัตว์กินเนื้อเป็นอาหาร สัตว์ที่กินเนื้อเป็นอาหาร เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง” ดังนั้น
1. สัตว์เลี้ยงทุกตัวเลี้ยงลูกด้วยนม
 2. สัตว์เลี้ยงทุกตัวกินเนื้อเป็นอาหาร
 3. สัตว์เลี้ยงทุกตัวเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง
 4. สัตว์เลี้ยงบางตัวเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง
20. “ไม่มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวใดหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม ควายเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดหนึ่ง สัตว์เคี้ยวเอื้องทุกชนิดเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม” ดังนั้น
1. ควายบางตัวหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม
 2. ไม่มีควายตัวใดหนักน้อยกว่า 10 กิโลกรัม
 3. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้อง
 4. ไม่มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวใดหนักมากกว่า 10 กิโลกรัม



ตอนที่ 2 การคิดหาเหตุผลแบบอุปนัย

21. ธัญปภาใช้เครื่องสำอาง A แล้วทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง ปวีณสมรใช้เครื่องสำอาง A แล้ว ทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง พิมพ์ภัทรใช้เครื่องสำอาง A แล้วทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง ดังนั้น
1. คนชอบใช้แต่เครื่องสำอาง A
 2. ผู้หญิงส่วนมากชอบใช้เครื่องสำอาง A
 3. เครื่องสำอาง A อาจทำให้บางคนแพ้ได้
 4. ใครที่ใช้เครื่องสำอาง A แล้วทำให้ผิวพรรณเปล่งปลั่ง
22. มีมังคุดในกระเจาด 100 ผล หยิบมาชิม 2 ผล ปรากฏว่า หวานทั้งสองผล ท่านคิดว่ามังคุดที่เหลือในกระเจาดจะเป็นอย่างไร
1. ทุกผลหวานหมด
 2. มังคุดทั้งหมดน่าจะหวาน
 3. ไม่มีผลใดหวานนอกจากผลที่ชิม
 4. 50 ผลหวาน ส่วนอีก 50 ผลเปรี้ยว
23. ในระหว่างทางที่เดินกลับบ้าน วดีเดินสวนกับคนหลายคน วดีถามคนที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ได้คำตอบเดียวกันว่ากำลังจะไปดูการแสดง คนอื่นๆ ที่เดินสวนทางวดีไม่ได้ถาม ถ้าท่านเป็นวดี จะคิดว่าคนที่เดินสวนทางอื่นๆ ไปไหนกัน
1. ไม่ได้ไปดูการแสดง
 2. คนที่ถามเท่านั้นที่ไปดูการแสดง
 3. น่าจะไปดูการแสดงมากกว่าไปที่อื่น
 4. ไปดูการแสดงบ้างไม่ไปดูการแสดงบ้าง
24. ในช่วงโม่งวิทยาศาสตร์ พีรวิชญ์ไม่เข้าชั้นเรียน ซึ่งคาดคะเนสาเหตุได้หลายประการคือ ไม่ชอบครู เกียจคร้าน ไม่ทำการบ้าน ไม่สบาย ไปทำกิจกรรมโรงเรียน แต่เนื่องจากได้คุยกับคุณครูประจำชั้นรู้ว่าพีรวิชญ์เป็นเด็กขยัน มีความรับผิดชอบต่อการเรียนดี ส่งการบ้านสม่ำเสมอทุกวิชา รับผิดชอบต่อหน้าที่ เข้ากับครูได้ดี และในขณะนี้ทางโรงเรียนก็ไม่มีกิจกรรมพิเศษอะไร ดังนั้นสาเหตุที่พีรวิชญ์ไม่เข้าเรียนเนื่องจากอะไร
1. ไม่สบาย
 2. ไม่ชอบครู
 3. เกียจคร้าน
 4. ไม่ทำการบ้าน

25. ศิวกรเป็นนักเรียนที่ชอบเล่นการพนัน ชอบคุย เกียจคร้าน และไม่ชอบครู ซึ่งทำให้เขาหนีเรียน ธนภูมิเป็นนักเรียนที่พ่อแม่ตามใจ กลัวเพื่อนรังแก เล่นการพนัน และไม่มีหนังสือเรียน ซึ่งทำให้เขาชอบหนีเรียน ส่วนวรทเป็นนักเรียนที่ตกซ้ำชั้น ไม่มีหนังสือเรียน พ่อแม่ตามใจ แต่เขาไม่หนีเรียน ดังนั้นสาเหตุของการหนีเรียนน่าจะเกิดจากเหตุใด
1. เล่นการพนัน
 2. พ่อแม่ตามใจ
 3. กลัวเพื่อนรังแก
 4. ไม่มีหนังสือเรียน
26. วชร วฤทธิ์ และวรุตม์ ไปเที่ยวชายทะเล เมื่อกลับมาทั้งสามคนท้องเสีย เมื่อแพทย์ถามอาการปรากฏว่า วชรรับประทานผัดไทย ไอคกรีม มะม่วง และฝรั่งดอง วฤทธิ์รับประทานข้าวผัด ฝรั่งดอง ไอคกรีม และส้มตำ ส่วนวรุตม์รับประทานบะหมี่ ไอคกรีม ส้มตำ และมะม่วง ดังนั้นอาการท้องเสีย เกิดจากการรับประทานอาหารชนิดใด
1. ส้มตำ
 2. มะม่วง
 3. ไอคกรีม
 4. ฝรั่งดอง
27. วันหนึ่งภัทราพรและภัทรารัตน์ไปงานวันเกิดเพื่อน ภัทราพรรับประทานข้าว แกงไก่ ยำหอยแครง ถั่วเขียวต้ม และแตงโม ส่วนภัทรารัตน์รับประทานอาหาร ข้าว แกงไก่ ยำหอยแครง และแตงโม รุ่งเช้าภัทรารัตน์ไปหาภัทราพรที่บ้าน ปรากฏว่า ภัทราพรมีอาการท้องเสีย ดังนั้น อาหารที่ทำให้ภัทราพรท้องเสียควรจะเป็นอะไร
1. แกงไก่
 2. แตงโม
 3. ถั่วเขียวต้ม
 4. ยำหอยแครง

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 28

อรณิชา อริสา และนันทนินชฎ์ ไปร่วมกิจกรรมประเพณีระหว่างโรงเรียน เมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมปรากฏว่า ทั้งสามคนมีผื่นแดงขึ้นตามแขนทั้ง 2 ข้าง เมื่อไปพบแพทย์เพื่อวินิจฉัยอาการพบว่า ขณะที่ร่วมกิจกรรม อรณิชาใช้มือล้วงลงไปในกลุ่มใบที่ 1 ใบที่ 2 ใบที่ 3 และใบที่ 4 อริสาใช้มือล้วงลงไปในกลุ่มใบที่ 2 ใบที่ 4 ใบที่ 5 และใบที่ 6 ส่วนนันทนินชฎ์ใช้มือล้วงลงไปในกลุ่มใบที่ 2 ใบที่ 3 ใบที่ 6 และใบที่ 7

28. นักเรียนจะสรุปว่าอาการผื่นแดงที่ขึ้นตามแขนเกิดจากการล้วงกลุ่มใบที่เท่าใด
1. ใบที่ 1
 2. ใบที่ 2
 3. ใบที่ 4
 4. ใบที่ 6

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 29 - 30

ภริณัฐ รุจน์ และญาณิน ทำการทดลองเกี่ยวกับการแพร่ของต่างทับทิมในน้ำกลั่น ดังนี้
 ภริณัฐ ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ในน้ำกลั่น
 100 cm^3 พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที จะเกิดสีม่วงของต่างทับทิมทั่วทั้งบีกเกอร์

รุจน์ ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ใน
 น้ำกลั่น 100 cm^3 ที่อุณหภูมิ 80°C พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที จะเกิดสีม่วงของต่างทับทิม
 ทั่วทั้งบีกเกอร์

ญาณิน ใช้ช้อนเบอร์ 1 ตักต่างทับทิมจำนวน 1 ช้อน เทลงในบีกเกอร์ที่บรรจุอยู่ใน
 น้ำกลั่น 100 cm^3 ที่อุณหภูมิ 15°C พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที จะเกิดสีม่วงของ
 ต่างทับทิมทั่วทั้งบีกเกอร์

29. ปัจจัยที่ทำให้อัตราการแพร่ของต่างทับทิมแตกต่างกันคืออะไร

1. ปริมาณน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์
2. ขนาดของช้อนที่ตวงต่างทับทิม
3. อุณหภูมิขณะเกิดการแพร่ของต่างทับทิม
4. ความบริสุทธิ์ของต่างทับทิมที่ใช้ในการทดลอง

30. ในการทดลองดังกล่าวสิ่งที่ควรจัดให้เหมือนกันในทุกการทดลองคืออะไร

1. ปริมาณต่างทับทิมและน้ำกลั่น
2. เวลาที่ใช้ในการแพร่และปริมาณน้ำกลั่น
3. ระดับของอุณหภูมิและปริมาณต่างทับทิม
4. ระดับของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการแพร่

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 31

เด็กหญิงมุกิตาเพาะเมล็ดพืชชนิดหนึ่งในกระถาง กระถางละ 12 ต้น โดยกระถางที่ 1
 เติมปุ๋ยไนโตรเจน กระถางที่ 2 เติมปุ๋ยฟอสฟอรัส และรดน้ำในปริมาณเท่าๆ กัน

31. ถ้าเด็กหญิงมุกิตาต้องการทดสอบผลของปุ๋ยแต่ละชนิดที่มีต่อการเจริญของพืชชนิดนี้ เด็กหญิง
 มุกิตาควรเพิ่มอะไรในการทดลองนี้

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. เพิ่มกระถางที่ไม่เติมปุ๋ยเลย | 2. เพิ่มกระถางที่เติมปุ๋ยไนโตรเจน |
| 3. เพิ่มกระถางที่เติมปุ๋ยโพแทสเซียม | 4. เพิ่มกระถางที่เติมปุ๋ยทั้งสองชนิด |

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 32 - 33

มณีกาญจน์ ภัทร์ศรีณย์ และภัทรพร ทำการทดลองเกี่ยวกับการคายน้ำของพืช ดังนี้

มณีกาญจน์ ตัดกิ่งชบายาว 30 cm วางในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ 500 cm³ จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตัดทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง สังเกตพบว่าถุงด้านในมีละอองน้ำเกาะเล็กน้อย

ภัทร์ศรีณย์ ตัดกิ่งชบายาว 30 cm วางในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ 500 cm³ จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตัดทิ้งไว้ในอุณหภูมิ 40°C เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง สังเกตพบว่าถุงด้านในมีละอองน้ำเกาะมาก

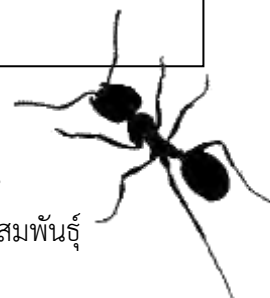
ภัทรพร ตัดกิ่งชบายาว 30 cm วางในบีกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ 500 cm³ จากนั้นนำถุงพลาสติกใสคลุมใบที่อยู่บนกิ่งทั้งหมด ตัดทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 10°C เมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง สังเกตพบว่าถุงด้านในไม่มีละอองน้ำเกาะ

32. ปัจจัยที่ทำให้อัตราการคายน้ำแตกต่างกันคืออะไร
1. สีของถุงพลาสติก
 2. ความยาวของกิ่งชบา
 3. อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง
 4. ปริมาณน้ำที่บรรจุในบีกเกอร์
33. ในการทดลองดังกล่าวสิ่งที่ควรจัดให้เหมือนกันในทุกการทดลองคืออะไร
1. ปริมาณน้ำ และอุณหภูมิ
 2. สีของถุงพลาสติก และอุณหภูมิ
 3. ความยาวของกิ่งชบา และอุณหภูมิ
 4. ความยาวของกิ่งชบา และปริมาณน้ำ

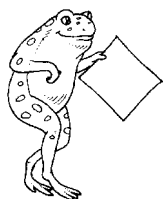
จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 34

อานนท์สังเกตการผสมพันธุ์ของมดดำรังหนึ่งพบว่า เดือนที่ 1 มีมดดำตัวผู้เข้ามาผสมพันธุ์ในรังนี้ ไม่นานมดดำตัวผู้ก็ตายหมด 3 เดือนต่อมา เมื่อมีการผสมพันธุ์อีกครั้ง มดดำตัวผู้ที่เข้ามาผสมพันธุ์ก็ตายอีก อานนท์สังเกตปรากฏการณ์นี้ต่อไปในเดือนที่ 6 9 และเดือนที่ 12 ก็ได้ผลเช่นเดิม

34. นักเรียนสามารถสรุปผลการสังเกตของอานนท์ได้อย่างไร
1. มดดำตัวผู้มีอายุ 3 เดือน
 2. มดดำหนึ่งตัวมีอายุ 3 เดือน
 3. มดดำตัวผู้จะผสมพันธุ์ภายใน 1 ปี
 4. มดดำตัวผู้จะตายหลังการผสมพันธุ์



จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 35



วิสาข์ลักษณะทำการศึกษารื่องสารเคมีที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจกบ โดยนำหัวใจกบที่มีชีวิตอยู่ตัดเส้นประสาทสมองที่เชื่อมโยงกับหัวใจออกทั้งหมด นำไปแช่น้ำเกลือปริมาณ 200 cm^3 จากนั้นทำการหยดสารเคมีลงบนหัวใจกบดังกล่าว และสังเกตการเต้นของหัวใจกบเป็นเวลา 1 นาที ได้ผลการทดลองดังนี้

หัวใจกบตัวที่	สารเคมีที่ใส่	จำนวนครั้งที่หัวใจเต้นใน 1 นาที
1	-	50
2	A, B, C	32
3	A, B, D	53
4	A, C, D	29
5	B, C, D	51

35. จากการทดลองสารเคมีที่ทำให้อัตราการเต้นของหัวใจลดลงคือข้อใด

1. สาร A และสาร B
2. สาร B และสาร C
3. สาร A และสาร C
4. สาร B และสาร D

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 36

อภิษฐา อาณัติ อริสา และอภิวุฒิ เป็นพี่น้องกัน ไปตรวจสุขภาพประจำปีพบว่าอาณัติเป็นโรคกระดูกพรุนและเปราะบาง ส่วนอีก 3 คนที่เหลือสุขภาพปกติ ซึ่งจากการสอบถามลักษณะนิสัยในการรับประทานอาหารพบว่า อภิษฐาชอบทานผักใบเขียว ตับวัว น้ำมันงา ไข่แดง และมะละกอสุก อาณัติชอบทานตับวัว น้ำมันงา และผักใบเขียว ส่วนอริสาชอบทาน น้ำมันงา น้ำมันดอกคำฝอย ไข่แดง และตับวัว และอภิวุฒิชอบทานไข่แดง มะละกอสุก ตับวัว น้ำมันงา และน้ำมันดอกทานตะวัน

36. นักเรียนจะสรุปสาเหตุของโรคกระดูกพรุนและเปราะบางของอาณัติเกิดจากการไม่ได้รับประทานอาหารชนิดใด

1. ตับวัว
2. ไข่แดง
3. มะละกอสุก
4. น้ำมันดอกคำฝอย

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 37

พรจิราเป็นนักศึกษาพยาบาล เธอต้องทำบันทึกรายงานผลการสำรวจเกี่ยวกับสุขภาพของเด็กอายุ 8 ปี จำนวน 4 คน ดังนี้

เด็กชายศิริระ ภูมิลำเนาจังหวัดร้อยเอ็ด มีส่วนสูงและน้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน เจ็บป่วยบ่อย อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ข้าวเหนียว เนื้อเค็มทอด

เด็กหญิงศิริดา ภูมิลำเนาจังหวัดระยอง มีส่วนสูงและน้ำหนักมาตรฐาน สุขภาพแข็งแรง อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ข้าวผัดทะเล ปลาไส้ตันทอดกรอบ

เด็กหญิงนิชดา ภูมิลำเนาจังหวัดเชียงใหม่ มีส่วนสูงและน้ำหนักมาตรฐาน สุขภาพแข็งแรง อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ ปลาทอด มะขามคลุกเกลือ

เด็กชายภูมิ ภูมิลำเนาจังหวัดเลย มีส่วนสูงและน้ำหนักน้อยกว่ามาตรฐาน อ่อนเพลียง่าย อาหารที่รับประทานเป็นประจำ ได้แก่ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ไข่ต้ม

37. สาเหตุที่ทำให้เด็กมีน้ำหนักและส่วนสูงน้อยกว่ามาตรฐานคืออะไร

- | | |
|--------------|--------------------------|
| 1. อายุ | 2. อาหาร |
| 3. ภูมิลำเนา | 4. ความแข็งแรงของร่างกาย |

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 38

รหัสเที่ยวป่าในฤดูฝนช่วงเดือนพฤษภาคม ในปีแรก ระหว่างทางเขาพบกิ้งกือจับคู่ผสมพันธุ์กันจำนวนมาก ในปีถัดมาเขาเดินทางมาที่ป่าแห่งเดิม ในเดือนกรกฎาคม แต่เขาไม่พบกิ้งกือจับคู่ผสมพันธุ์กันเลยแม้แต่คู่เดียว ในปีที่ 3 เขาเดินทางมาที่ป่าแห่งนี้อีกครั้งในเดือนพฤษภาคม เขาพบกิ้งกือจับคู่กัน หลังจากนั้นปีที่ 4 5 และ 6 ถ้าเขาเดินทางมาในเดือนพฤษภาคม เขาจะพบเหตุการณ์ดังกล่าวทุกปี

38. รหัสควรสรุปผลจากการสังเกตว่าอย่างไร

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. รหัสชอบดูกิ้งกือ | 2. กิ้งกือผสมพันธุ์ในป่า |
| 3. รหัสชอบเที่ยวป่าในเดือนพฤษภาคม | 4. กิ้งกือผสมพันธุ์ในช่วงเดือนพฤษภาคม |



จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 39

อินทชศึกษาการแบ่งตัวของพารามีเซียม ขณะที่กำลังแบ่งพารามีเซียมลงในจานเลี้ยงเชื้อจำนวน 3 ใบนั้น เขาได้หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.01% ลงในจานเลี้ยงเชื้อใบหนึ่ง จากนั้นเขานำจานเลี้ยงเชื้อทั้ง 3 ใบไปไว้ในที่มืดเป็นเวลา 1 คืน พบว่า จานเลี้ยงเชื้อทุกใบมีจำนวนพารามีเซียมเพิ่มเป็น 5 เท่า จากจำนวนตั้งต้น ยกเว้นจานเลี้ยงเชื้อที่หยดสารละลายโซเดียมคลอไรด์ลงไป มีจำนวนพารามีเซียมจำนวนเท่าเดิม เขาคิดว่าสารละลายโซเดียมคลอไรด์น่าจะมีผลทำให้พารามีเซียมไม่แบ่งตัว



39. นักเรียนคิดว่าอินทชควรออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบความคิดของเขา เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้

1. ชุดที่ 1 พารามีเซียมวางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียมวางไว้ในที่สว่าง
2. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่โซเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียม วางไว้ในที่มืด
3. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่โซเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียม วางไว้ในที่สว่าง
4. ชุดที่ 1 พารามีเซียม ใส่โซเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่มืด
ชุดที่ 2 พารามีเซียม ใส่โซเดียมคลอไรด์ แล้ววางไว้ในที่สว่าง

จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 40



วชิรวิทย์ศึกษาวงจรการสืบพันธุ์ของผึ้ง เขาจึงซื้อผึ้งเพื่อนำมาเลี้ยงจำนวน 3 กลุ่ม ขณะที่เขาชนกล่องเลี้ยงผึ้งใบที่ 2 นั้น ปรากฏว่า เครื่องถ่ายเอกสารกำลังทำงานพอดี ทำให้มีแสงไฟส่องมาที่กล่องใบที่ 2 ต่อมาเขาพบว่า ผึ้งทุกกล่องสามารถขยายพันธุ์ให้ลูกหลานได้ ยกเว้น ผึ้งที่อยู่ในกล่องใบที่ 2 ที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ หลังการศึกษาเขาคิดว่า แสงจากเครื่องถ่ายเอกสารที่ส่องมายังกล่องเลี้ยงผึ้งใบที่ 2 น่าจะทำให้ผึ้งเป็นหมันได้

40. วชิรวิทย์จะออกแบบการทดลองอย่างไรเพื่อตรวจสอบความคิดของเขา และให้ได้ข้อมูลที่เชื่อถือได้
1. ชุดที่ 1 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
ชุดที่ 2 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
 2. ชุดที่ 1 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
ชุดที่ 2 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่ไม่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
 3. ชุดที่ 1 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่ไม่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
ชุดที่ 2 เลี้ยงผึ้งในบริเวณที่ไม่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
 4. ชุดที่ 1 เลี้ยงผึ้งเพศผู้และเพศเมียรวมกันในบริเวณที่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์
ชุดที่ 2 เลี้ยงผึ้งเพศผู้และเพศเมียแยกกันในบริเวณที่มีแสงเครื่องถ่ายเอกสารผ่านแล้วศึกษาการขยายพันธุ์

๖๖๖๖๖๖ ๖๖๖๖๖๖

ตารางที่ 14 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิด
อย่างมีเหตุผล

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.80	0.40
2	0.69	0.37
3	0.80	0.64
4	0.80	0.33
5	0.80	0.48
6	0.34	0.34
7	0.80	0.34
8	0.23	0.27
9	0.20	0.37
10	0.80	0.59
11	0.46	0.30
12	0.54	0.33
13	0.51	0.31
14	0.69	0.20
15	0.80	0.37
16	0.71	0.31
17	0.71	0.40
18	0.51	0.31
19	0.80	0.25
20	0.80	0.32

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
21	0.80	0.53
22	0.80	0.27
23	0.54	0.31
24	0.66	0.27
25	0.77	0.50
26	0.80	0.34
27	0.80	0.32
28	0.80	0.45
29	0.80	0.34
30	0.77	0.44
31	0.46	0.24
32	0.80	0.30
33	0.77	0.38
34	0.79	0.41
35	0.80	0.25
36	0.71	0.27
37	0.34	0.54
38	0.80	0.23
39	0.57	0.32
40	0.60	0.33

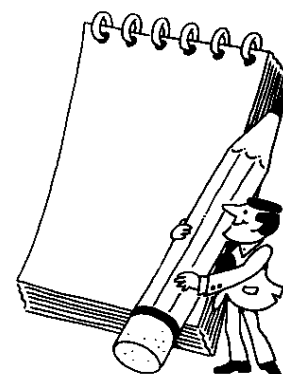
ภาคผนวก ง

แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

แบบวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

คำชี้แจง

1. แบบวัดนี้มีจำนวนทั้งหมด 3 ข้อ โดยแต่ละข้อให้เวลานักเรียนในการทำข้อละ 5 นาที รวมเวลาทั้งสิ้น 15 นาที
2. ผู้คุมสอบจะเป็นผู้ให้สัญญาณหมดเวลาในการทำแบบวัดแต่ละข้อ เมื่อนักเรียนได้ยินสัญญาณแล้วให้หยุดทำทันที จากนั้นผู้คุมสอบจะเก็บแบบวัด พร้อมทั้งแจกแบบวัดในข้อต่อไป
3. นักเรียนจะได้คะแนนสูงถ้าตอบได้มากวิธี มีเหตุผลและเป็นแนวคิดใหม่ที่เป็นของนักเรียนเองหรือตอบในเรื่องที่คนอื่นคิดไม่ถึง
4. เขียนชื่อ-นามสกุล ชั้น และเลขที่ ให้เรียบร้อยก่อนลงมือทำแบบวัด



ประวัติผู้วิจัย

นายพรเทพ จันทราอุกฤษฏ์ เกิดเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2522 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชามัธยมศึกษา (วิทยาศาสตร์) วิชาเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป- การศึกษาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 และสำเร็จ การศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546 จากนั้นสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2556 ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม